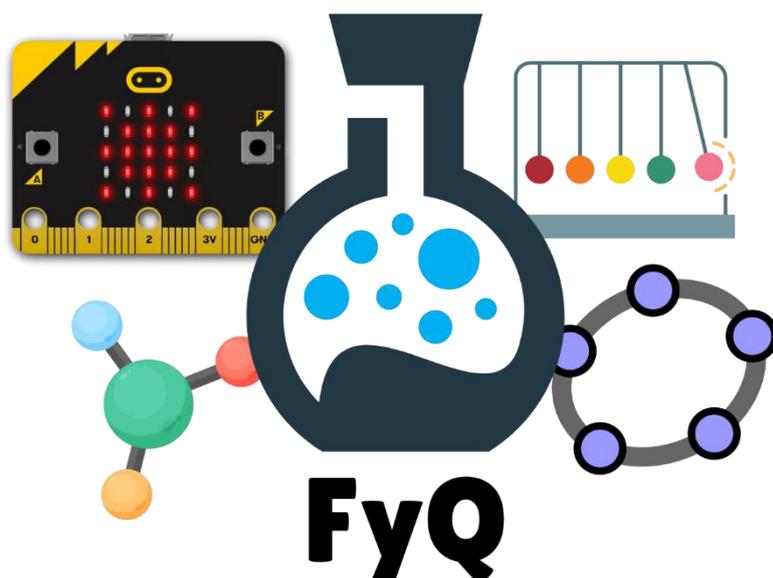


CURSO 2024-2025



FyQ

Physics and Chemistry

2º ESO

Maristas Granada

ÍNDICE, TEORÍA, PROBLEMAS,
PROYECTOS Y EXPERIMENTOS

FÍSICA Y QUÍMICA 2ºESO

COLEGIO MARISTA LA INMACULADA
CALLE SÓCRATES, 8
18002 - GRANADA

Índice

Breve descripción.....	5
Teoría.....	7
1. ¿Qué es una magnitud física?	7
2. El Sistema Internacional de Unidades (S.I.).....	7
3. Magnitudes fundamentales	7
4. Algunos ejemplos de magnitudes derivadas.....	7
5. Múltiplos y submúltiplos de unidades	7
6. Múltiplos y submúltiplos del metro	8
7. Múltiplos y submúltiplos del kilogramo	8
8. Múltiplos y submúltiplos del segundo	8
9. Múltiplos y submúltiplos del metro cuadrado	8
10. Múltiplos y submúltiplos del metro cúbico.....	8
11. Notación científica para expresar cantidades	9
12. Sensibilidad de un instrumento de medida	9
13. Diferencia entre medidas precisas y medidas exactas.....	9
14. Errores en la medida	10
15. Concepto de valor medio	10
16. Concepto de Ciencia.....	10
17. Fases del método científico.....	10
18. Error absoluto	11
19. Error relativo	11
20. Movimiento rectilíneo.....	11
21. ¿Qué significa la palabra velocidad?	12
22. Velocidad constante (M.R.U.).....	12
23. ¿Puede ser la velocidad negativa?	12
24. Cambiar unidades con fracciones: Factores de conversión	13
25. Representar M.R.U. en una gráfica	14
26. Obtener la velocidad a partir de dos puntos de una gráfica espacio-tiempo en M.R.U.	15
27. Ecuación general del M.R.U. para obtener la posición final de un objeto	16
28. ¿Qué ocurre cuando cambia la velocidad? Aparece la aceleración.....	16
29. El M.R.U.A. es un ejemplo de proporcionalidad directa entre la velocidad y el tiempo	17
30. Fórmula para obtener la aceleración constante (M.R.U.A.).....	17
31. ¿Puede la aceleración ser negativa?	17
32. Ecuación general del M.R.U.A. para obtener la posición final de un objeto.....	17
33. ¿Por qué los objetos en caída libre ganan cada vez más velocidad? La aceleración gravitatoria.....	18
34. ¿Qué es la Fuerza?	19
35. Unidad de Fuerza en el Sistema Internacional.....	20
36. Las tres leyes de Newton sobre el movimiento	20

37. La fuerza Peso	20
38. La fuerza de rozamiento.....	21
39. Principio de Arquímedes	22
40. La ley de gravitación universal	22
41. Resolver ecuaciones de segundo grado en ecuaciones donde el tiempo es la incógnita.....	23
42. Translation and rotation in the ISS (International Space Station)	24
43. ¿Qué es la Energía?	24
44. Tipos de Energía.....	24
45. Características de la Energía.....	25
46. Energía mecánica	25
47. Fórmula de la energía cinética	25
48. Fórmula de la energía potencial gravitatoria	25
49. Conservación de la energía mecánica.....	26
50. ¿Qué es una onda?.....	26
51. Clasificación de ondas según el sentido de vibración	26
52. Clasificación de ondas según el medio por donde se transmite la vibración	27
53. El sonido.....	27
54. Propiedades del sonido.....	28
55. La luz	28
56. Reflexión y refracción de la luz.....	28
57. El espectro visible.....	28
58. ¿Qué es materia?	29
59. ¿Qué es la densidad?	29
60. La influencia de la temperatura y la presión en el estado de agregación de la materia.....	29
61. Composición atómica de la materia y teoría cinético-molecular.....	30
62. Tipos de cambios de estado	30
63. Propiedades de los átomos.....	31
64. La tabla periódica de los elementos.....	31
65. Sustancias puras: Elementos y Compuestos.	32
66. Mezclas: Heterogéneas y Homogéneas.	32
67. Técnicas de separación de mezclas	32
68. El litro como unidad de volumen	33
69. Concentración de una disolución.....	33
70. Cambios químicos: Reacciones químicas	33
71. Ajuste de reacciones químicas	33
72. Ley de conservación de la masa	34
73. Ley de las proporciones definidas.....	34
74. El número de oxidación de los elementos de la tabla periódica.....	34
75. Combinaciones binarias del oxígeno: Óxidos, Haluros del oxígeno y Peróxidos.....	34

76. Combinaciones binarias del hidrógeno: Hidruros.....	35
77. Nomenclatura de las Sales	35
Problemas (los ejercicios están resueltos en la web de la asignatura)	37
Ejercicios esenciales del Tema 1: Magnitudes y unidades. Aprender a medir.....	37
Ejercicios esenciales del Tema 2: Método científico. Plantear hipótesis	39
Ejercicios esenciales del Tema 3: Espacio, tiempo y velocidad en MRU. Factores de conversión	40
Ejercicios esenciales del Tema 4: Cambio en la velocidad. Aceleración	44
Ejercicios esenciales del Tema 5: Leyes de Newton. Ejemplos de Fuerza.....	45
Ejercicios esenciales del Tema 6: Energía mecánica	46
Ejercicios esenciales del Tema 7: Ondas: Sonido y Luz	47
Ejercicios esenciales del Tema 8: Composición atómica de la materia.....	47
Ejercicios esenciales del Tema 9: Mezclas y disoluciones. Reacciones químicas	48
Proyectos y Experimentos.....	49
Project 1. Sightseeing in Granada city.....	49
Project 2. Length of the football pitch	50
Project 3. Geogebra: Circle, vertical lines and horizontal lines	50
Project 4. George’s Secret Key to the Universe (book)	51
Project 5. Falling vertical and uniform rectilinear motion (URM)	52
Project 6. Way of Saint James (Camino de Santiago).....	52
Project 7. Geogebra: Points, segments and graphics.....	53
Project 8. Vida teatralizada sobre Galileo Galilei	54
Project 9. Dinamómetro y Principio de Arquímedes	54
Project 10. Geogebra: Parabolas.....	55
Project 11. International Space Station (ISS).....	57
Project 12. Horizontal throw	57
Project 13. Understanding the electricity bill	59
Project 14. “Camera Obscura”	61
Project 15. Determinación de la densidad de objetos sólidos.....	61
Project 16. Separación de mezclas. Reciclado de papel.....	62
Project 17. Medición de pH.....	62
Project 18. Estudio de la oxidación de la manzana	63
Project 19. Modelos tridimensionales de moléculas	63

“Knowledge isn't free. You have to pay attention.”

— Richard P. Feynman

Breve descripción

El presente documento muestra el índice de contenidos de la asignatura de Física y Química de 2ºESO, el resumen de teoría de cada uno de los nueve temas en que se organiza la asignatura, un listado de ejercicios esenciales (con la referencia a su solución en la web de la asignatura) y los guiones de los proyectos y de los experimentos en el laboratorio.

El desarrollo completo de los materiales de la asignatura está disponible en la web:

www.danipartal.net

EVALUACIÓN	TEMA (CONTENIDO ACUMULATIVO EN LAS ACTIVIDADES DE CALIFICACIÓN A LO LARGO DEL CURSO)
1ª Evaluación de septiembre a noviembre	Tema 1: Magnitudes y unidades. Aprender a medir.
	Tema 2: Método científico. Plantear hipótesis.
	Tema 3: Espacio, tiempo y velocidad en MRU. Factores de conversión
2ª Evaluación de diciembre a febrero	Tema 4: Cambio en la velocidad. Aceleración.
	Tema 5: Leyes de Newton. Ejemplos de Fuerza.
	Tema 6: Energía mecánica.
3ª Evaluación de marzo a mayo	Tema 7: Ondas: Sonido y Luz.
	Tema 8: Composición atómica de la materia.
	Tema 9: Mezclas y disoluciones. Reacciones químicas.
Prueba oral finales de mayo - primeros de junio	El alumno posee 30 minutos para explicar y resolver en la pizarra 4 ejercicios indicados por el profesor del listado de ejercicios esenciales contenidos en este documento. El alumno cuenta con 30 minutos previos de preparación.
Periodo de subida de nota global de finales de junio	Las últimas semanas de clase se dedicarán a un conjunto de actividades globales con las que subir la nota final de la asignatura.

Las **actividades de calificación trimestrales** son:

- Un T.E.C.A. (Trabajo Escrito Con Apuntes) en cualquier momento del trimestre. El profesor no avisará de la fecha de realización. El contenido de esta y de todas las actividades de calificación es acumulativo a lo largo del curso.
- Trabajo de clase individual: cuaderno personal, preguntas orales de clase, resolución de ejercicios en la pizarra y observación del trabajo diario. El profesor tampoco avisará con antelación cuándo se calificarán estas actividades.
- Productos finales grupales: proyectos, experimentos y exposiciones realizadas en el aula. Estas actividades conllevan un tiempo de preparación y ejecución en casa y, principalmente, en el aula.

Los **contenidos son acumulativos** conforme avanza el curso. Todas las actividades de calificación buscan evaluar el mayor número de criterios de evaluación posible, con actividades competenciales razonadas y argumentadas al estilo de las que el profesor resuelve en clase. Estas actividades dan una evaluación (de Insuficiente a Sobresaliente) de los 15 criterios de evaluación que la ley educativa marca para la asignatura de FyQ 2ºESO.

La experiencia docente afirma que calcular la media de la asignatura como una media de esos 15 criterios de evaluación es una tarea compleja de comprender por el alumnado y sus familias. Por lo tanto, siendo prácticos en la vida, fijaremos el siguiente patrón: 30% TECA, 40% trabajo de clase individual, 30% productos finales de proyectos. Estos porcentajes son una aproximación al porcentaje de criterios evaluados en cada tipo de actividad.

La nota del tercer trimestre se corresponde con la nota final de la asignatura, ofreciéndose un periodo de subida de nota global en las semanas finales de junio.

IMPORTANTE: En la última semana de mayo y en la primera semana de junio cada alumno debe realizar un prueba individual en la pizarra, sobre el listado de ejercicios esenciales indicados en este documento.

- Esta prueba individual se realiza por la tarde.
- El alumno se presentará el día y a la hora acordados con el profesor, que le indicará cuatro ejercicios a resolver del listado de ejercicios esenciales. Todos los ejercicios de este documento se resolverán en clase por las mañanas.
- El alumno tendrá 30 minutos para prepararse esos cuatro ejercicios, con ayuda de sus apuntes personales y de la web de la asignatura.
- El profesor entregará una pequeña hoja en blanco donde el alumno podrá realizar anotaciones, por una sola cara, que le ayuden durante su exposición en la pizarra.

- Pasado ese tiempo, el alumno deberá explicar los ejercicios y resolverlos en la pizarra, delante del profesor, durante 30 minutos. Cada uno de los cuatro ejercicios tienen la misma puntuación. El alumno también debe entregar al profesor su cuaderno personal, con los cuatro ejercicios resueltos de su puño y letra, fruto del trabajo de clase realizado durante todo el curso (no se admiten ejercicios resueltos por otro compañero o fotocopias).
- **Esta prueba individual se supera a partir de una calificación de 6.** El alumno que no alcance la nota de 6 perderá 1 punto en la media final de la asignatura (al terminar la tercera evaluación). El alumno que obtenga al menos una nota de 9 ganará 1 punto en la media final de la asignatura (al terminar la tercera evaluación). No obstante, en el periodo final de junio, todos los alumnos contarán con un conjunto de actividades para mejorar su nota final.
- El profesor valorará no solo la correcta resolución de los ejercicios, sino también la claridad en la exposición, el orden a la hora de escribir en la pizarra, la utilización precisa de terminología científica, la seguridad al responder a las cuestiones que plantee el profesor y la calidad técnica y estética del cuaderno personal.
- Esta prueba individual en la pizarra se evalúa siguiendo los siguientes criterios de evaluación indicados en la programación de la asignatura:
 - Identificar, comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos cotidianos más relevantes, a partir de los principios, teorías y leyes científicas adecuadas, expresándolos, de manera argumentada, utilizando diversidad de soportes y medios de comunicación.
 - Resolver los problemas fisicoquímicos planteados utilizando las leyes y teorías científicas adecuadas, razonando los procedimientos utilizados para encontrar las soluciones y expresando adecuadamente los resultados.
 - Aplicar, siguiendo las orientaciones del profesorado, las leyes y teorías científicas conocidas para formular cuestiones e hipótesis, de manera razonada y coherente con el conocimiento científico existente y diseñar, de forma guiada, los procedimientos experimentales o deductivos necesarios para resolverlas.
 - Aplicar adecuadamente las reglas básicas de la física y la química, incluyendo el uso de unidades de medida, las herramientas matemáticas y las reglas de nomenclatura, consiguiendo una comunicación efectiva con toda la comunidad científica.

Rúbrica de la prueba individual en la pizarra		
AVANZADO [9-10]	MEDIO [6,9]	INICIAL [0,6]
<p>El alumno llega a la solución correcta de todos los ejercicios, empleando el formalismo y lenguaje científico apropiado. Los errores de cálculo son mínimos o inexistentes.</p> <p>Razona de manera lógica y argumentada ante las cuestiones que le plantea el profesor. Su escritura en la pizarra, su exposición oral y la presentación de su cuaderno son claros y ordenados.</p> <p>Los ejercicios resueltos en la libreta contienen todos los pasos indicados en clase.</p>	<p>El profesor le indica pequeños errores de cálculo. El alumno detecta los errores, los corrige y sigue con precisión el proceso lógico-científico que requiere el ejercicio.</p> <p>El alumno duda al responder a las cuestiones del profesor, pero demuestra conocer los conceptos teóricos y el formalismo matemático.</p> <p>Su escritura en la pizarra y su exposición oral son entendibles.</p> <p>La calidad del cuaderno es mejorable (en orden y contenido).</p>	<p>El alumno no domina la teoría ni los procesos necesarios para plantear un método válido de resolución.</p> <p>El alumno comete frecuentes de cálculo. Y cuando el profesor le indica un error, el alumno no es capaz de corregirlo y rehacerlo correctamente.</p> <p>El alumno no es capaz de responder a las cuestiones que plantea el profesor.</p> <p>La exposición en la pizarra es desordenada e incompleta.</p> <p>El cuaderno personal contiene lagunas, lapsus o una gran cantidad de información olvidada, y no recoge el trabajo realizado en clase.</p>

Teoría

1. ¿Qué es una magnitud física?

Una magnitud física es todo aquello que puede medirse con un número y una unidad. Una unidad es la cantidad que sirve de referencia para comparar diferentes medidas. Por ejemplo, es fácil afirmar que 80.000 segundos es una cantidad de tiempo mayor que 2.500 segundos, ya que ambos números están acompañados por la misma unidad (segundo).

¿Qué pasaría si tuviésemos que comparar 80.000 segundos con 25 horas? Al no estar expresados ambos tiempos en la misma unidad, tendríamos que operar previamente para poder compararlos:

- En un minuto hay 60 segundos.
- En una hora hay 60 minutos.
- En una hora hay 3.600 segundos (60 veces 60).
- En 25 horas habrá 90.000 segundos (25 veces 3.600).

Y ahora sí podríamos afirmar que 80.000 segundos es una cantidad inferior a 25 horas (que son 90.000 segundos).

2. El Sistema Internacional de Unidades (S.I.)

Antiguamente se utilizaban las partes del cuerpo como unidades de medida. Por ejemplo:

- pulgada: grosor del dedo pulgar.
- pie: longitud de la región plantar.
- legua: distancia que una persona solía recorrer en una hora de camino.

Este tipo de unidades presentan el problema de que dos personas distintas suelen tener diferente grosor de dedo, diferente longitud de pie o caminar a ritmos distintos. Las medidas, bajo esas unidades, difieren mucho de una persona a otra.

Los científicos buscaron solución a este problema y acordaron en la Conferencia General de Pesos y Medidas celebrada en Ginebra (Suiza) en 1960, un sistema de referencia común a la hora de medir. Este sistema común se llamó inicialmente MKS (por las iniciales de metro, kilogramo y segundo) y posteriormente se denominó Sistema Internacional de Unidades (S.I.).

El S.I. es seguido en todo el mundo, aunque es cierto que en países de tradición cultural anglosajona el S.I. convive con otros sistemas de medida (que emplean, por ejemplo, la milla en vez del kilómetro para medir longitudes, o la libra en vez del kilogramo para medir masas).

3. Magnitudes fundamentales

Una magnitud fundamental es aquella que se define por sí misma y es independiente de las demás magnitudes. Actualmente consideramos siete magnitudes fundamentales: longitud, masa, tiempo, temperatura, intensidad de corriente, intensidad luminosa y cantidad de materia.

Tabla de magnitudes fundamentales		
Magnitud	Unidad de referencia en el S.I.	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Temperatura	Kelvin	K (letra mayúscula y no se añade °)
Intensidad de corriente	Amperio	A (letra mayúscula)
Intensidad luminosa	candela	cd
Cantidad de sustancia	mol	mol

4. Algunos ejemplos de magnitudes derivadas

Una magnitud derivada es aquella que se obtiene mediante expresiones matemáticas a partir de las magnitudes fundamentales. Existen cientos de magnitudes derivadas.

Tres ejemplos de magnitudes derivadas		
Magnitud	Unidad de referencia en el S.I.	Símbolo
Área	metro cuadrado	m ²
Volumen	metro cúbico	m ³
Velocidad	metro dividido por segundo. A veces se dice "metro por segundo". Pero es una división, no un producto.	m/s

5. Múltiplos y submúltiplos de unidades

Si vamos a medir cantidades muy grandes o muy pequeñas, aparecen lógicamente números muy grandes o números muy pequeños. Por ejemplo: la distancia de la Tierra al Sol es de aproximadamente ciento cincuenta mil millones de metros: 150.000.000.000 m. La velocidad de la luz en el vacío es de 300.000.000 m/s.

Escribir un número con tantos ceros es muy incómodo y poco práctico. Por esta razón vamos a utilizar múltiplos, submúltiplos y potencias de base 10.

$$\begin{aligned}
 1 &= 10^0 \\
 10 &= 10^1 \\
 100 &= 10^2 \\
 1.000 &= 10^3 \\
 10.000 &= 10^4 \\
 100.000 &= 10^5 \\
 1.000.000 &= 10^6
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1 &= 10^0 \\
 \frac{1}{10} &= 0,1 = 10^{-1} \\
 \frac{1}{100} &= 0,01 = 10^{-2} \\
 \frac{1}{1.000} &= 0,001 = 10^{-3} \\
 \frac{1}{10.000} &= 0,0001 = 10^{-4} \\
 \frac{1}{100.000} &= 0,00001 = 10^{-5} \\
 \frac{1}{1.000.000} &= 0,000001 = 10^{-6}
 \end{aligned}$$

6. Múltiplos y submúltiplos del metro

Longitud	Equivalencia con el metro
kilómetro (km)	1 km = 1.000 m = 10^3 m
hectómetro (hm)	1 hm = 100 m = 10^2 m
decámetro (dam)	1 dam = 10 m = 10 m
metro (m)	
decímetro (dm)	1 dm = 0,1 m = 10^{-1} m
centímetro (cm)	1 cm = 0,01 m = 10^{-2} m
milímetro (mm)	1 mm = 0,001 m = 10^{-3} m

7. Múltiplos y submúltiplos del kilogramo

Masa	Equivalencia con el kilogramo
tonelada (tm)	1 tm = 1.000 kg = 10^3 kg
kilogramo (kg)	
hectogramo (hg)	1 hg = 0,1 kg = 10^{-1} kg
decagramo (dag)	1 dag = 0,01 kg = 10^{-2} kg
gramo (g)	1 g = 0,001 kg = 10^{-3} kg
decigramo (dg)	1 dg = 0,0001 kg = 10^{-4} kg
centigramo (cg)	1 cg = 0,00001 kg = 10^{-5} kg
miligramo (mg)	1 mg = 0,000001 kg = 10^{-6} kg

8. Múltiplos y submúltiplos del segundo

Tiempo	Equivalencia con el segundo
día (d)	1 d = 24·3.600 s = 86.400 s
hora (h)	1 h = 60·60 s = 3.600 s
minuto (min)	1 min = 60 s
segundo (s)	
décima de segundo (ds)	1 ds = 0,1 s = 10^{-1} s
centésima de segundo (cs)	1 cs = 0,01 s = 10^{-2} s
milésima de segundo (ms)	1 ms = 0,001 s = 10^{-3} s

9. Múltiplos y submúltiplos del metro cuadrado

Área o Superficie	Equivalencia con el metro cuadrado
kilómetro cuadrado (km ²)	1 km ² = 1.000.000 m ² = $(10^3)^2$ m ² = 10^6 m ²
hectómetro cuadrado (hm ²)	1 hm ² = 10.000 m ² = $(10^2)^2$ m ² = 10^4 m ²
decámetro cuadrado (dam ²)	1 dam ² = 100 m ² = $(10^1)^2$ m ² = 10^2 m ²
metro cuadrado (m²)	
decímetro cuadrado (dm ²)	1 dm ² = 0,01 m ² = $(10^{-1})^2$ m ² = 10^{-2} m ²
centímetro cuadrado (cm ²)	1 cm ² = 0,0001 m ² = $(10^{-2})^2$ m ² = 10^{-4} m ²
milímetro cuadrado (mm ²)	1 mm ² = 0,000001 m ² = $(10^{-3})^2$ m ² = 10^{-6} m ²

10. Múltiplos y submúltiplos del metro cúbico

Volumen	Equivalencia con el metro cúbico
kilómetro cúbico (km ³)	1 km ³ = 1.000.000.000 m ³ = $(10^3)^3$ m ³ = 10^9 m ³
hectómetro cúbico (hm ³)	1 hm ³ = 1.000.000 m ³ = $(10^3)^2$ m ³ = 10^6 m ³
decámetro cúbico (dam ³)	1 dam ³ = 1.000 m ³ = $(10^3)^1$ m ³ = 10^3 m ³
metro cúbico (m³)	
decímetro cúbico (dm ³)	1 dm ³ = 0,001 m ³ = $(10^{-3})^1$ m ³ = 10^{-3} m ³
centímetro cúbico (cm ³)	1 cm ³ = 0,000001 m ³ = $(10^{-3})^2$ m ³ = 10^{-6} m ³
milímetro cúbico (mm ³)	1 mm ³ = 0,000000001 m ³ = $(10^{-3})^3$ m ³ = 10^{-9} m ³

11. Notación científica para expresar cantidades

Las reglas y principios de las MATEMÁTICAS son las herramientas FUNDAMENTALES para operar en FÍSICA Y QUÍMICA. Ambas asignaturas estamos coordinadas y trabajamos a la par los mismos contenidos matemáticos.

Cuando aparezcan números decimales vamos a asumir el siguiente convenio de notación científica:

- Trabajar con potencias de base 10 si la extensión del número lo requiere.
- Dejar una cifra distinta de cero en la parte entera.
- Dejar un máximo de dos cifras redondeadas en la parte decimal.

Recuerda que multiplicar por potencias de base 10 implica desplazar hacia la derecha la coma decimal tantas posiciones como indique el exponente. Y dividir por potencias de base 10 implica desplazar hacia la izquierda la coma decimal tantas posiciones como indique el exponente. Por ejemplo:

$$17,38567 \cdot 10^2 = 1734,567$$

Con el convenio que hemos establecido, usaríamos las potencias de base 10 para dejar una única cifra en la parte entera del número decimal:

$$1,738567 \cdot 10^3$$

Y dejamos dos cifras decimales redondeadas:

$$1,74 \cdot 10^3$$

Apliquemos estos conocimientos matemáticos al trabajo con unidades científicas. Supongamos que tenemos 2.340,26 metros y deseamos pasar a milímetros. Sabemos que para pasar de metros a milímetros debemos multiplicar por 1.000.

$$2.340,26 \text{ m} \cdot 10^3 = 2.340.260 \text{ mm}$$

Dejamos una única cifra en la parte entera:

$$2,340.260 \cdot 10^6 \text{ mm}$$

Y redondeamos a dos cifras decimales:

$$2,34 \cdot 10^6 \text{ mm}$$

12. Sensibilidad de un instrumento de medida

Un instrumento de medida es un aparato que ofrece el valor de una magnitud física. Por ejemplo: un cronómetro mide el tiempo, una balanza mide la masa y una regla mide la longitud. El valor más pequeño que puede medir un instrumento de medida se llama sensibilidad.

En una regla como la que usas en clase, la sensibilidad es de 1 mm. Eso significa que no puedes medir cantidades inferiores al milímetro.

El cronómetro que suele aparecer en los relojes de pulsera o en los teléfonos móviles tiene sensibilidad de 1 cs. Es decir, no puede medir tiempos más pequeños que la centésima de segundo.

Cuando realicemos una medida con un instrumento, siempre, siempre, siempre, siempre, siempre deberemos indicar la sensibilidad del aparato.

Aquí tienes unos ejemplos:

- Tiempo: $46,53 \pm 0,01 \text{ s}$ (cronómetro con sensibilidad de la centésima de segundo)
- Masa: $236,7 \pm 0,1 \text{ g}$ (balanza con sensibilidad del decigramo)
- Longitud: $23,1 \pm 0,1 \text{ cm}$ (regla con sensibilidad del milímetro)

Incluso si las cifras decimales de la medida son iguales a cero, se escriben explícitamente.

- Tiempo: $36,00 \pm 0,01 \text{ s}$

Además, la sensibilidad se puede escribir en función de distintas unidades.

- Longitud: $17,1 \pm 0,1 \text{ cm}$ o bien podemos escribir $171 \pm 1 \text{ mm}$

13. Diferencia entre medidas precisas y medidas exactas

Cuando un conjunto de medidas experimentales están muy próximas entre sí, decimos que esas medidas son muy precisas. Por ejemplo: lanzamos dardos a una diana, y todos los dardos quedan muy cerca unos de otros. Diremos que nuestros lanzamientos son muy precisos.

Si el conjunto de medidas está muy próximo al valor que se considera verdadero, decimos que esas medidas son muy exactas. Por ejemplo: Lanzamos dardos a una diana y todos los dardos quedan muy cerca del centro. En este caso diremos que nuestros lanzamientos son muy precisos (por estar muy cerca unos de otros) y también muy exactos (por estar cercanos al centro de la diana).

14. Errores en la medida

Siempre que medimos cometemos errores.

Los errores instrumentales son los errores provocados por los aparatos de medida. La sensibilidad de un aparato es un tipo de error instrumental. La mala fabricación de un aparato es otro tipo de error experimental, llamado error de fabricación. Y si hay piezas que funcionan mal en aparatos más complejos (como una balanza o un termómetro electrónico), tendremos un error de calibrado.

Y hay errores sistemáticos, que no dependen de los instrumentos de medida. Los errores sistemáticos dependen de las condiciones ambientales donde se realiza el experimento y dependen del observador. Si, por ejemplo, mido el tiempo de caída de una pelota desde una ventana y hay viento, la influencia del viento no la puedo controlar y alterará el resultado de las medidas. Y si una persona debe pulsar el botón de inicio y de parada del cronómetro, siempre habrá un tiempo de retardo en la acción de pulsar los botones.

15. Concepto de valor medio

Para reducir la influencia de los errores en la toma de medidas, se realizan muchas repeticiones de las medidas experimentales. Si repitiésemos todas las medidas muchas, muchas, muchas veces, la influencia de los errores en el resultado final sería cada vez menor, ya que muchos de los errores son consecuencia de fenómenos aleatorios.

El convenio que siguen los científicos de todo el mundo es realizar la media aritmética: Sumar todas las medidas y dividir por el número total de medidas realizadas. Por ejemplo, si tengo el siguiente conjunto de medidas temporales:

- 46,53 ± 0,01 s
- 45,41 ± 0,01 s
- 45,89 ± 0,01 s
- 46,86 ± 0,01 s

La media resultará:

$$tiempo\ medio = \frac{46,53 + 45,51 + 45,89 + 46,86}{4}$$

$$tiempo\ medio = 46,20\ s$$

Fíjate que en la media ya no incluimos la sensibilidad del cronómetro, porque la media es el fruto de una operación matemática y no de una medición directa con un aparato. Esto no significa que la media no tenga error. Pero el estudio de cómo se propaga el error de las medidas al valor de la media no lo vamos a estudiar en este curso.

Sí es importante que te fijas en que dejamos la media con un máximo de dos cifras decimales redondeadas, ya que la sensibilidad del cronómetro era de ± 0,01 s. No olvides situar la unidad tras el número calculado para la media.

¿Es la media un buen representante de las medidas experimentales? Esta respuesta se responde con estadística, y por ahora no vamos a adentrarnos en esa rama de la matemática. Pero sí es importante que entiendas que valores que han sido muy precisos (muy próximos entre sí) están mejor representados por la media que valores que han sido poco precisos (muy alejados entre sí).

16. Concepto de Ciencia

La Ciencia es el conjunto de conocimientos objetivos y verificables experimentalmente que el ser humano posee sobre la naturaleza y la sociedad de la que forma parte.

Un dato objetivo significa que no es inventado por el ser humano y que no es creado ni por sus opiniones ni por sus sentimientos. Un dato verificable experimentalmente significa que puedo realizar un experimento para comprobar su validez.

Por lo tanto, un dato objetivo verificable experimentalmente es todo aquella afirmación que se puede demostrar gracias a un experimento que no depende de la ideología ni de los prejuicios de los científicos que lo realizan.

17. Fases del método científico

El método científico es el proceso que siguen los científicos para dar respuesta a sus interrogantes o hipótesis. Una hipótesis es una idea inicial que debemos determinar si es verdadera o falsa, con ayuda de un montaje experimental.

Los pasos ordenados que definen el método científico son:

1. **Observación inicial ante algo que nos resulta curioso.** Algo despierta nuestra curiosidad y lo analizamos. Si es algo sensorial, lo tocamos, lo miramos y lo medimos. Si no lo tenemos delante de nosotros, pensamos en él y nos lo imaginamos mentalmente. La observación debe ser detenida y concisa. Si no nos planteamos preguntas iniciales interesantes, las conclusiones serán malas y de poca importancia.
2. **Hipótesis.** Es la explicación que se le da al hecho o fenómeno observado, antes de realizar cualquier comprobación experimental. Puede haber varias hipótesis para un mismo acontecimiento. Las hipótesis tienen que ser sometidas a experimentación para confirmar su veracidad o falsedad.

- Experimentación.** Los experimentos nos permiten probar la validez de las hipótesis planteadas o descartarlas, parcialmente o en su totalidad. Miden valores objetivos y medibles de nuestra realidad a estudiar. Un experimento debe ser claro, de tal forma que cualquier científico que lo desee pueda seguir los pasos que indiquemos para reproducirlo.
- Conclusiones tras estudiar los resultados experimentales (teorías científicas).** Se establecen conclusiones a partir de aquellas hipótesis con más probabilidad de confirmarse como ciertas a la luz de los resultados obtenidos en el laboratorio. Una conclusión o teoría científica está formada por un conjunto de afirmaciones que responden a los interrogantes de la observación inicial.
- Ley.** Una conclusión o teoría se convierte en ley cuando científicos de todas las partes del mundo, y durante varios años, confirman experimentalmente las mismas hipótesis.

18. Error absoluto

Imagina que científicos de todo el mundo han establecido que el cociente entre el perímetro de una circunferencia y su diámetro se conoce como número pi, y su valor es igual a 3,141592... infinitos decimales sin repetición. Y tú realizas un experimento para confirmar los primeros cuatro decimales del número pi.

El valor asumido por los científicos de todo el mundo se denomina “valor verdadero” o “valor teórico”. Si redondeamos a la cuarta cifra decimal, el “valor teórico” del número pi será el famoso 3,1416.

El valor que obtienes en tu experimento se conoce como “valor experimental”. ¿Cómo medir de forma objetiva si tu “valor experimental” está próximo del “valor teórico” aceptado por las comunidad científica? Con el concepto de error absoluto.

El error absoluto es la diferencia, en valor absoluto, entre el “valor teórico” y el “valor experimental”.

$$\text{Error absoluto: } E = |\text{Valor teórico} - \text{Valor experimental}|$$

Por ejemplo: si tu “valor experimental” es 3,1523 el error absoluto cometido será:

$$E = |3,1416 - 3,1523|$$

$$E = |-0,0107|$$

$$E = 0,0107$$

Si dos científicos realizan dos experimentos para determinar el valor del número pi, el que haya cometido un error absoluto más pequeño será el que habrá realizado un experimento más exacto (es decir, más cercano al valor considerado como verdadero).

En el ejemplo que acabamos de resolver, el valor del número pi no tiene unidades. Pero si el experimento diese como resultado una magnitud física (con su número y su unidad de referencia), el valor del error absoluto también debe ir acompañado de la unidad correspondiente.

19. Error relativo

El error relativo es el porcentaje de error que ha cometido nuestro experimento al compararlo con el valor teórico. Es costumbre dar este porcentaje de error en tanto por ciento.

$$\text{error relativo: } e = \frac{\text{Error absoluto}}{\text{valor teórico}} \times 100\%$$

Si siguiendo con el ejemplo del apartado anterior, donde ya habíamos calculado el error absoluto de un experimento sobre el número pi, podemos operar de la siguiente forma:

$$e = \frac{0,0107}{3,1416} \cdot 100\%$$

$$e = 0,003406 \cdot 100\%$$

$$e = 0,34 \%$$

Donde hemos escrito el resultado con dos cifras decimales redondeadas. El error relativo es un porcentaje, por lo tanto no tiene unidades.

Si dos científicos realizan dos experimentos totalmente distintos (por ejemplo, uno busca determinar el valor del número pi y otro busca calcular el radio del planeta Tierra), ¿cómo podemos saber cuál de los dos ha sido más exacto en su trabajo? Con ayuda del error relativo.

Dados dos experimentos completamente distintos uno del otro, el que tenga menor error relativo será el experimento más exacto de los dos (es decir, más próximo al valor considerado como verdadero).

20. Movimiento rectilíneo

Moverse en línea recta significa moverse en una dimensión. Piensa en un tren que pasa delante de ti y que se mueve a lo largo de una vía recta. O bien se mueve hacia la derecha o bien se mueve hacia la izquierda. No hay más opciones. La línea recta del movimiento del tren es una línea horizontal (paralela al suelo).

Piensa en una pelota que bota contra el suelo. O bien se mueve hacia arriba o bien se mueve hacia abajo. La línea recta del movimiento de la pelota es una línea vertical (perpendicular al suelo).

Tanto el tren como la pelota son ejemplos de movimientos en una dimensión. Cuando un objeto se mueve en línea recta decimos que su movimiento es rectilíneo.

¿Qué significa moverse? Respuesta intuitiva: cambiar de posición.

¿Qué es la posición? La posición de un objeto indica el lugar que ocupa el objeto respecto de la referencia. Si la posición vale 0 unidades, significa que el objeto está situado en el origen de coordenadas del sistema de referencia.

La distancia es la diferencia entre dos posiciones en un sistema de referencia. Para hablar de distancia, en primer lugar, necesitamos fijar un sistema de referencia para obtener el valor de las posiciones. Es muy práctico tomar como 0 unidades la posición del origen de coordenadas de la referencia. Todas las magnitudes físicas necesitan de un sistema de referencia para poder ser medidas.

21. ¿Qué significa la palabra velocidad?

Con longitud y tiempo formamos la palabra velocidad. La velocidad es una magnitud física derivada que depende de la longitud y del tiempo.

La velocidad mide cómo de rápido cambia la posición de un objeto en función del tiempo.

Si la posición se mide en metros y el tiempo en segundos, la unidad de la velocidad es m/s. Si la posición se mide en kilómetros y el tiempo en horas, la unidad de la velocidad es km/h. La unidad de velocidad en el S.I. es m/s.

22. Velocidad constante (M.R.U.)

Si el movimiento es en línea recta y siempre con la misma velocidad, hablamos de Movimiento Rectilíneo Uniforme (M.R.U.). Uniforme es sinónimo de que no cambia, es decir, siempre vale lo mismo. Estar en reposo es un tipo de M.R.U. porque la velocidad siempre vale 0: El objeto no cambia su posición.

Los movimientos con velocidad constante son un ejemplo de proporcionalidad directa entre el espacio y el tiempo. La proporcionalidad (o razón) es una comparación entre dos magnitudes. Esta comparación se realiza con una división, donde la primera magnitud va al numerador y la segunda magnitud va al denominador.

La proporcionalidad es directa cuando al multiplicar o dividir una magnitud por un número, la otra magnitud también queda multiplicada o dividida por ese mismo número. La velocidad constante de los M.R.U. es una proporcionalidad directa entre la distancia recorrida (numerador) y el intervalo de tiempo empleado (denominador).

Para hacer cálculos rápidos en situaciones reales con velocidad uniforme, es muy cómodo tener una fórmula a mano que nos permita operar sin tener que hacer tablas de estimación. Es por este motivo por el que vamos a explicar una fórmula matemática que relaciona la velocidad con la distancia y con el tiempo. Para hablar de velocidad necesitamos conocer dos posiciones de un objeto para dos tiempos distintos:

- A la posición inicial la llamaremos s_0 .
- Al tiempo inicial lo llamaremos t_0 .
- A la posición final la llamaremos s_f .
- Al tiempo final lo llamaremos t_f .

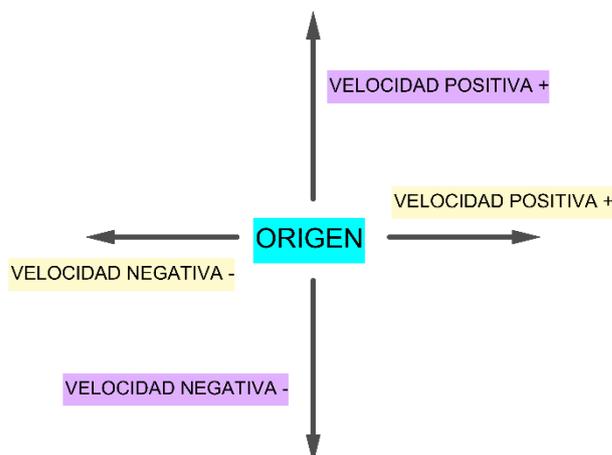
La velocidad uniforme en M.R.U. se calcula con la fórmula:

Fórmula de la velocidad en M.R.U.
$v = \frac{s_f - s_0}{t_f - t_0}$

23. ¿Puede ser la velocidad negativa?

El movimiento rectilíneo se realiza a lo largo de una línea recta. Al fijar un origen de coordenadas en 0 unidades es costumbre seguir el siguiente convenio de signos:

- Movimiento horizontal: Las posiciones a la derecha del origen de coordenadas son positivas y las posiciones a la izquierda del origen de coordenadas son negativas. La velocidad positiva indica que el objeto se mueve hacia la derecha (sentido positivo) y la velocidad negativa indica que el objeto se desplaza hacia la izquierda (sentido negativo).
- Movimiento vertical: Las posiciones por encima del origen de coordenadas son positivas y las posiciones por debajo del origen de coordenadas son negativas. La velocidad positiva indica que el objeto se mueve hacia arriba (sentido positivo) y la velocidad negativa indica que el objeto se desplaza hacia abajo (sentido negativo).



24. Cambiar unidades con fracciones: Factores de conversión

Desde el inicio de curso hemos repasado los múltiplos y submúltiplos del metro, del kilogramo, del segundo, del metro cuadrado, del metro cúbico y hemos realizado cambios de unidades. Cuando las unidades son algo más complejas, porque aparece el producto y/o la división de otras unidades, es bastante práctico aplicar fracciones para realizar la conversión de manera rápida.

Por ejemplo: un vehículo avanza a 90 km/h y deseamos saber su velocidad en m/s. ¿Cómo razonar? Tenemos una fracción en las unidades:

$$90 \frac{km}{h}$$

Debemos convertir kilómetros en metros, y debemos convertir horas en segundos. Como son dos las unidades a convertir, vamos a multiplicar por dos fracciones:

$$90 \frac{km}{h} \times \frac{¿?}{¿?} \times \frac{¿?}{¿?}$$

¿Qué escribimos en los numeradores y denominadores de esas fracciones? Debemos escribir alguna relación de equivalencia entre unidades. Por ejemplo: 1 km son 1.000 m, o bien 1 hora son 3.600 s.

Empecemos con la equivalencia entre 1 km y 1.000 m. Inicialmente tenemos kilómetros en el numerador, y deseamos convertirlos a metros. Por lo tanto, situamos metros en el numerador.

$$90 \frac{km}{h} \times \frac{m}{¿?} \times \frac{¿?}{¿?}$$

Como la relación que vamos a utilizar es 1 km igual a 1.000 m, situamos el coeficiente 1.000 junto a los metros.

$$90 \frac{km}{h} \times \frac{1.000 m}{¿?} \times \frac{¿?}{¿?}$$

Y si deseamos que la fracción muestre una relación de equivalencia, debajo de 1.000 m deberemos colocar 1 km.

$$90 \frac{km}{h} \times \frac{1.000 m}{1 km} \times \frac{¿?}{¿?}$$

Repetimos el razonamiento, pero ahora con las horas. Sabemos que 1 h son 3.600 s. Deseamos cambiar horas por segundos. Por lo tanto, si horas está inicialmente en el denominador, deberemos situar segundos en el denominador de la última fracción.

$$90 \frac{km}{h} \times \frac{1.000 m}{1 km} \times \frac{¿?}{s}$$

La relación que vamos a utilizar es que 1 h son 3.600 s. Por lo que colocamos el coeficiente 3.600 junto a los segundos.

$$90 \frac{km}{h} \times \frac{1.000 m}{1 km} \times \frac{¿?}{3.600 s}$$

Y para garantizar que la fracción representa una relación de equivalencia, colocamos 1 h en el numerador de la última fracción.

$$90 \frac{km}{h} \times \frac{1.000 m}{1 km} \times \frac{1 h}{3.600 s}$$

Fíjate que 90 lo podemos escribir como 90/1, por lo que tendríamos:

$$\frac{90 km}{1 h} \times \frac{1.000 m}{1 km} \times \frac{1 h}{3.600 s}$$

Ya podemos operar con las fracciones. En el producto de fracciones los numeradores se multiplican entre sí y los denominadores se multiplican entre sí. Aplicamos esta regla tanto a los números como a las unidades.

$$\frac{90 km \times 1.000 m \times 1 h}{1 h \times 1 km \times 3.600 s} \rightarrow \frac{90 \times 1.000 \times 1 \times km \times m \times h}{1 \times 1 \times 3.600 \times h \times km \times s} \rightarrow \frac{90.000 \times km \times m \times h}{3.600 \times h \times km \times s}$$

Al igual que podemos simplificar con los números que se repiten en multiplicaciones del numerador y del denominador, también podemos simplificar con las unidades que se repiten.

- 90.000 dividido entre 3.600 es igual a 25.
- Los kilómetros del numerador cancelan con los kilómetros del denominador.
- Las horas del numerador cancelan con las horas del denominador.

Quedando la siguiente velocidad en unidades del Sistema Internacional:

$$25 \frac{m}{s}$$

Otro ejemplo. La densidad es la cantidad de materia por unidad de volumen. Su unidad en el S.I. es el kilogramo dividido por metro cúbico. Vamos a aprender a pasar esta unidad a gramo dividido por centímetro cúbico.

$$2.700 \frac{kg}{m^3}$$

Debemos convertir kilogramo en gramo y metro cúbico en centímetro cúbico.

$$2.700 \frac{kg}{m^3} \times \frac{?}{?} \times \frac{?}{?}$$

En primer lugar, vamos a pasar de kilogramo a gramo. Como kilogramo aparece en el numerador, situamos a gramo en el numerador de la primera fracción.

$$2.700 \frac{kg}{m^3} \times \frac{g}{?} \times \frac{?}{?}$$

La relación de equivalencia entre masas es la siguiente: 1 kg son 1.000 g. Por lo tanto, situamos el número 1.000 junto a la unidad de gramos.

$$2.700 \frac{kg}{m^3} \times \frac{1.000 g}{?} \times \frac{?}{?}$$

Y como la equivalencia es 1 kg = 1.000 g, situamos en el denominador de la primera fracción la magnitud 1.000 g.

$$2.700 \frac{kg}{m^3} \times \frac{1.000 g}{1 kg} \times \frac{?}{?}$$

Convertimos metro cúbico en centímetro cúbico. Como metro cúbico aparece en el denominador, situamos centímetro cúbico en el denominador de la última fracción.

$$2.700 \frac{kg}{m^3} \times \frac{1.000 g}{1 kg} \times \frac{?}{cm^3}$$

La relación de equivalencia entre volúmenes es la siguiente: 1 metro cúbico son 10⁶ centímetros cúbicos. Por lo que situamos el número 10⁶ junto a la unidad del centímetro cúbico.

$$2.700 \frac{kg}{m^3} \times \frac{1.000 g}{1 kg} \times \frac{?}{10^6 cm^3}$$

Completamos el numerador que nos falta con la magnitud 1 metro cúbico.

$$2.700 \frac{kg}{m^3} \times \frac{1.000 g}{1 kg} \times \frac{1 m^3}{10^6 cm^3}$$

Expresamos la cantidad inicial 2.700 como una fracción.

$$\frac{2.700 kg}{1 m^3} \times \frac{1.000 g}{1 kg} \times \frac{1 m^3}{10^6 cm^3}$$

Multiplicamos en horizontal todos los numeradores, y multiplicamos en horizontal todos los denominadores.

$$\frac{2.700 kg \times 1.000 g \times 1 m^3}{1 m^3 \times 1 kg \times 10^6 cm^3} \rightarrow \frac{2.700 \times 1.000 \times 1 \times kg \times g \times m^3}{1 \times 1 \times 10^6 \times m^3 \times kg \times cm^3} \rightarrow \frac{2.700.000 \times kg \times g \times m^3}{10^6 \times m^3 \times kg \times cm^3}$$

Simplificamos números y unidades.

$$2,7 \frac{g}{cm^3}$$

25. Representar M.R.U. en una gráfica

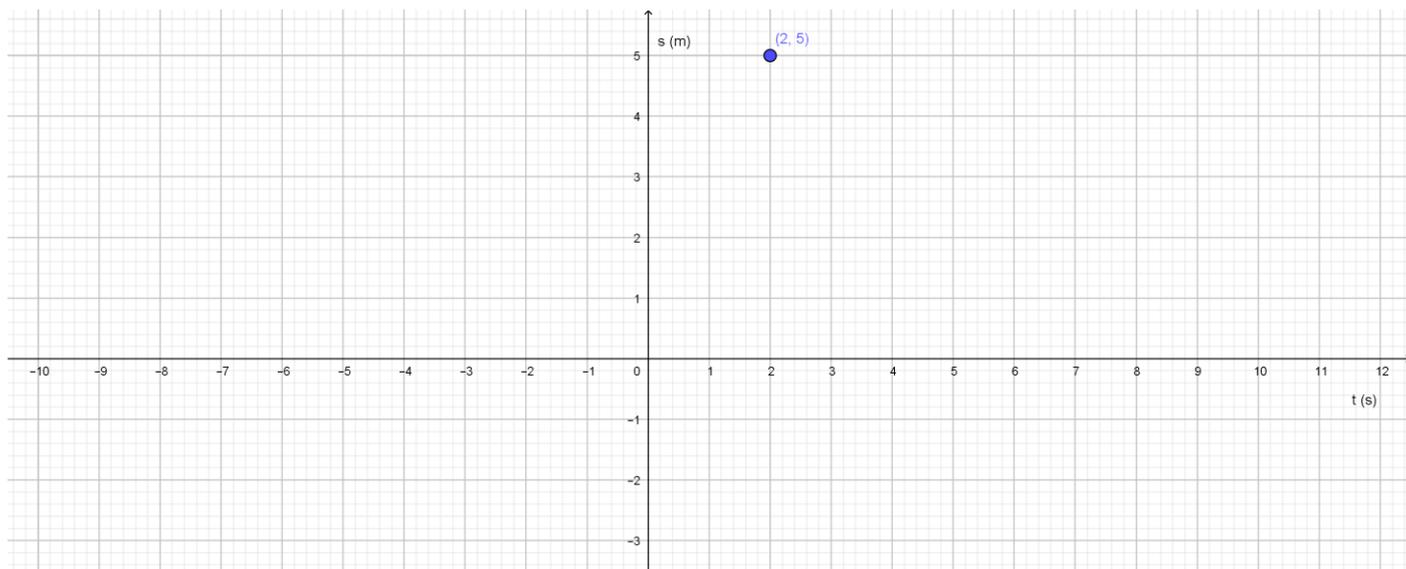
¿Cómo unir, de manera visual, el tiempo y la posición de un objeto que se mueve en M.R.U.?

Con una representación en el plano de unas coordenadas que se unen mediante líneas. Es lo que en Ciencia se llama gráfica.

La gráfica necesita de un sistema de representación. Si este sistema está formado por dos líneas perpendiculares que se cortan, el sistema se conoce como sistema cartesiano (en honor al filósofo y matemático francés René Descartes, del siglo XVII). En una gráfica espacio-tiempo, el tiempo se representa en el eje horizontal y la posición se representa en el eje vertical. La unión de un valor del tiempo y de un valor de la posición indica un punto en el plano.

Si trabajamos en unidades del S.I., cada unidad de referencia del eje horizontal será un segundo y cada unidad de referencia del eje vertical será un metro. El corte del eje horizontal con el eje vertical señala el origen de coordenadas, donde el tiempo vale 0 segundos y la posición vale 0 metros.

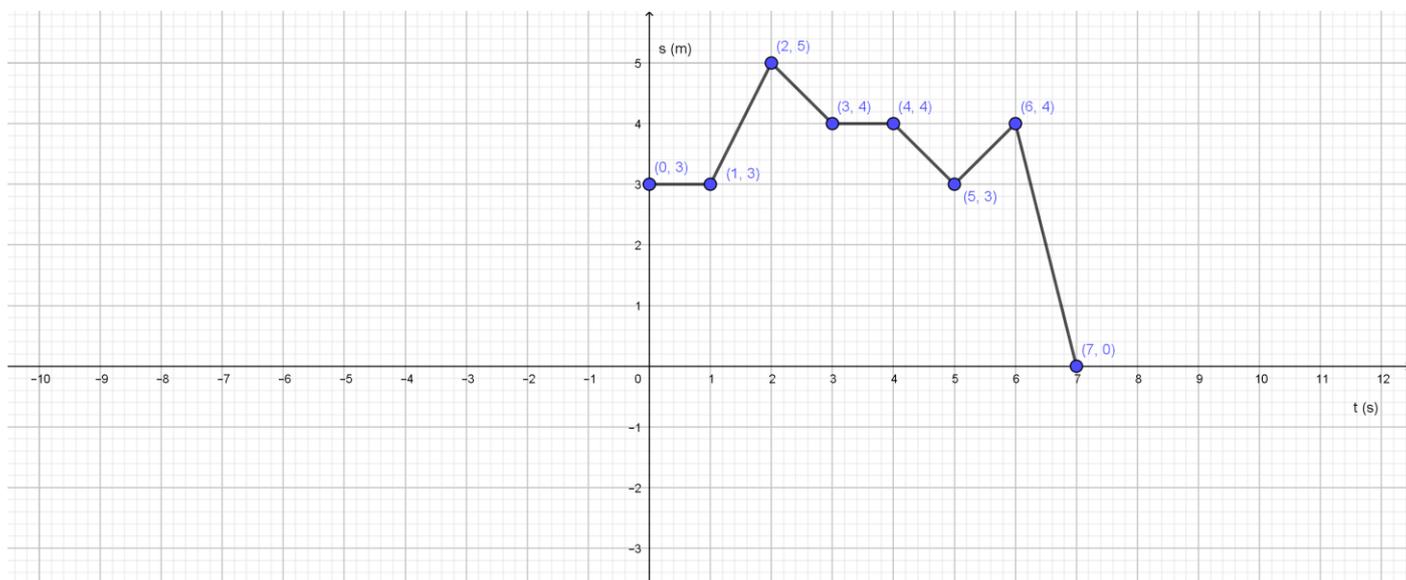
Imagina que un objeto se mueve con velocidad constante. Si a los 2 segundos de comenzar a moverse se encuentra a 5 metros del origen de distancias, sus coordenadas cartesianas serán (2, 5). Fíjate cómo queda representado el punto en el sistema de referencia cartesiano.



Si tenemos un conjunto de puntos, y los unimos con segmentos, dibujaremos la gráfica del movimiento. En movimientos M.R.U. supondremos que entre dos puntos el movimiento siempre se realiza con velocidad constante. Por eso, las gráficas M.R.U. son líneas rectas.

En la siguiente gráfica, se cumplen las siguientes condiciones:

- (0,3) significa que a los 0 s la posición es 3 m.
- (1,3) significa que para 1 s la posición sigue siendo 3 m.
- (2,5) significa que a los 2 s la posición es 5 m.
- (3,4) significa que a los 3 s la posición es 4 m.
- (4,4) significa que a los 4 s la posición es 4 m.
- (5,3) significa que a los 5 s la posición es 3 m.
- (6,4) significa que a los 6 s la posición es 4 m.
- (7,0) significa que a los 7 s la posición es 0 m.



26. Obtener la velocidad a partir de dos puntos de una gráfica espacio-tiempo en M.R.U.

Tomemos dos puntos de la gráfica anterior unidos por un segmento. Por ejemplo (1,3) y (2,5).

El primer valor del paréntesis es el tiempo. Y el segundo valor es la posición.

Si consideramos que el objeto inicia su movimiento en (1,3) y lo termina en (2,5) podemos afirmar:

- Tiempo inicial $t_0 = 1 \text{ s}$
- Posición inicial $s_0 = 3 \text{ m}$
- Tiempo final $t_f = 2 \text{ s}$
- Posición final $s_f = 5 \text{ m}$

Con estos datos podemos aplicar la fórmula de la velocidad en M.R.U.

$$v = \frac{s_f - s_0}{t_f - t_0}$$

$$v = \frac{5 - 3}{2 - 1} = 2 \text{ m/s}$$

Es decir: Viendo la gráfica de un M.R.U. siempre podemos obtener los valores de la velocidad uniforme en cada tramo del movimiento.

27. Ecuación general del M.R.U. para obtener la posición final de un objeto

Conocemos la fórmula para obtener la velocidad en M.R.U.

$$v = \frac{s_f - s_0}{t_f - t_0}$$

En el numerador aparece la diferencia entre la posición final e inicial. Y en el denominador aparece la diferencia entre el tiempo final e inicial.

Las igualdades las podemos leer de izquierda a derecha, o bien de derecha a izquierda. Es decir, estas dos expresiones significan exactamente lo mismo:

- $A = B$ (A es igual a B)
- $B = A$ (B es igual a A)

Por lo tanto, vamos a cambiar el orden de los miembros en la expresión de la velocidad.

$$\frac{s_f - s_0}{t_f - t_0} = v$$

Desde Primaria sabemos que, en una igualdad, los términos que están dividiendo en un lado, pasan al otro lado multiplicando. Así hacemos con el denominador que está a la izquierda.

$$s_f - s_0 = v \times (t_f - t_0)$$

Las cantidades que están restando en un miembro, pasan sumando al otro miembro. Y así hacemos con la posición inicial.

$$s_f = v \times (t_f - t_0) + s_0$$

Sabemos que la suma es conmutativa: El orden de los sumandos no altera al resultado final de la suma. Por lo que reordenamos los términos de la suma que está a la derecha de la igualdad. Y llegamos a una expresión para obtener la posición final de un objeto que se mueve con velocidad constante, y que sale de una posición inicial y de un tiempo inicial conocidos.

Fórmula de la posición final en M.R.U.

$$s_f = s_0 + v \times (t_f - t_0)$$

¿Cómo utilizar esta fórmula? Si conocemos la posición inicial, la velocidad uniforme y el intervalo de tiempo, la fórmula nos da directamente el valor de la posición final.

28. ¿Qué ocurre cuando cambia la velocidad? Aparece la aceleración

La cinemática es la rama de la Física que describe el movimiento de los objetos a partir de su posición y de su velocidad constante.

Si la velocidad del objeto cambia, pasamos de la cinemática a la dinámica: La rama de la Física que se pregunta por las causas que provocan el movimiento, es decir, que provocan el cambio de posición de un objeto dentro de un sistema de referencia.

Los movimientos rectilíneos uniformes (M.R.U) no son los únicos movimientos con los que estamos familiarizados en nuestra vida cotidiana. Existen muchos objetos que cambian continuamente de velocidad: un coche cuando arranca y se pone en movimiento, un avión cuando gana velocidad para despegar o una pelota en caída libre que va ganando velocidad con el paso del tiempo.

Si la velocidad cambia es porque aparece una fuerza. El concepto de fuerza lo estudiaremos más adelante en el curso.

En cinemática, los cambios de posición son proporcionales al incremento del tiempo. En cinemática, la velocidad es constante. Ahora, en dinámica, la velocidad no es constante. La palabra clave en dinámica es la aceleración. La aceleración es el cambio de la velocidad respecto al incremento de tiempo.

La unidad de la aceleración en el Sistema Internacional es el metro dividido entre segundo al cuadrado (m/s^2). Esta unidad es igual a la dimensión de la velocidad (m/s) dividido entre la dimensión del tiempo (s).

Si el objeto se desplaza en línea recta y la aceleración es constante, hablaremos de movimientos rectilíneos uniformemente acelerados (M.R.U.A.).

29. El M.R.U.A. es un ejemplo de proporcionalidad directa entre la velocidad y el tiempo

Fijate en la siguiente tabla, que relaciona el tiempo y la velocidad.

Tiempo	Velocidad
0 s	0 m/s
0,5 s	1,5 m/s
1 s	3 m/s
1,5 s	4,5 m/s
2 s	6 m/s
2,5 s	7,5 m/s
3 s	9 m/s

Cada 0,5 segundos la velocidad aumenta en 1,5 m/s. O lo que es lo mismo, cada segundo la velocidad aumenta 3 m/s.

La aceleración constante es la razón de proporcionalidad entre la velocidad y el tiempo. La aceleración constante es igual a 3 m/s².

¿Cómo entender el valor 3 m/s²? Significa que, cada segundo, la velocidad del objeto aumenta en 3 m/s. Por eso, de 0 s a 1 s la velocidad pasa de 0 m/s a 3 m/s. Por eso, de 1 s a 2 s la velocidad pasa de 3 m/s a 6 m/s. Y así sucesivamente.

30. Fórmula para obtener la aceleración constante (M.R.U.A.)

De la misma forma que conocemos una fórmula para calcular la velocidad constante en M.R.U., también podemos definir una fórmula para la aceleración constante en M.R.U.A. Necesitamos conocer dos velocidades de un objeto para dos tiempos distintos:

- A la velocidad inicial la llamaremos v_0 .
- Al tiempo inicial lo llamaremos t_0 .
- A la velocidad final la llamaremos v_f .
- Al tiempo final lo llamaremos t_f .

La aceleración uniforme en M.R.U.A. se calcula con la fórmula:

Fórmula de la aceleración en M.R.U.A.
$a = \frac{v_f - v_0}{t_f - t_0}$

31. ¿Puede la aceleración ser negativa?

Si la velocidad aumenta con el paso del tiempo, decimos que el objeto se acelera. En este caso, el valor numérico de la aceleración será positivo. Una aceleración positiva favorece siempre el sentido del movimiento del objeto.

Pero si la velocidad disminuye con el paso del tiempo, decimos que el objeto se frena. En este caso, el valor numérico de la aceleración será negativo. Una aceleración negativa se opone al sentido del movimiento del objeto.

Signo de la aceleración
Ganar velocidad = acelerar = aceleración positiva
Perder velocidad = frenar = aceleración negativa

32. Ecuación general del M.R.U.A. para obtener la posición final de un objeto

En movimientos con velocidad constante demostramos la fórmula para obtener la posición final de un objeto, en función del tiempo:

$$MRU: s_f = s_0 + v \times (t_f - t_0)$$

Si hay aceleración, tendremos que añadir algo a la anterior fórmula. Si, por ejemplo, el objeto va ganando velocidad con el paso del tiempo, la aceleración provoca un aumento en la distancia final recorrida:

$$MRUA: s_f = s_0 + v \times (t_f - t_0) + \text{¿¿??}$$

Hemos definido la aceleración constante en M.R.U.A. como:

$$a = \frac{v_f - v_0}{t_f - t_0}$$

Pasemos el intervalo de tiempo multiplicando al miembro de la izquierda.

$$a \times (t_f - t_0) = v_f - v_0$$

La velocidad inicial pasa sumando a la izquierda.

$$v_0 + a \times (t_f - t_0) = v_f$$

Escribamos la fórmula en sentido opuesto. Y tendremos la **ecuación que permite calcular la velocidad final en M.R.U.A.**

$$v_f = v_0 + a \times (t_f - t_0)$$

Fórmula de la velocidad final en M.R.U.A.

$$v_f = v_0 + a \times (t_f - t_0)$$

Si el objeto inicia su movimiento con velocidad inicial v_0 y lo termina con velocidad final v_f , y estamos en M.R.U.A., significa que el incremento de la velocidad es constante. Por lo tanto, la velocidad media del movimiento será:

$$v_m = \frac{v_0 + v_f}{2}$$

Y podemos aproximar el M.R.U.A. a un M.R.U. donde la velocidad es igual a la velocidad media v_m . Si usamos la ecuación de la posición final en M.R.U. tendremos:

$$s_f = s_0 + v_m \times (t_f - t_0)$$

Donde aparece la velocidad media v_m vamos a sustituir el valor que hemos obtenido anteriormente.

$$s_f = s_0 + \frac{v_0 + v_f}{2} \times (t_f - t_0)$$

Y donde aparece la velocidad final v_f sustituimos el valor indicado en la tabla superior.

$$s_f = s_0 + \frac{v_0 + [v_0 + a \times (t_f - t_0)]}{2} \times (t_f - t_0)$$

Operamos, con un poco de paciencia. Nadie dijo que fuese fácil.

$$s_f = s_0 + \frac{v_0 + v_0 + a \times (t_f - t_0)}{2} \times (t_f - t_0) \rightarrow s_f = s_0 + \frac{2 \times v_0 + a \times (t_f - t_0)}{2} \times (t_f - t_0)$$

Aplicamos la propiedad distributiva del producto respecto de la suma.

$$s_f = s_0 + \frac{2 \times v_0}{2} \times (t_f - t_0) + \frac{a \times (t_f - t_0)}{2} \times (t_f - t_0) \rightarrow s_f = s_0 + v_0 \times (t_f - t_0) + \frac{1}{2} \times a \times (t_f - t_0) \times (t_f - t_0)$$

Llegando a la ecuación de la posición final en M.R.U.A.

$$s_f = s_0 + v_0 \times (t_f - t_0) + \frac{1}{2} \times a \times (t_f - t_0)^2$$

Fórmula de la posición final en M.R.U.A.

$$s_f = s_0 + v_0 \times (t_f - t_0) + \frac{1}{2} \times a \times (t_f - t_0)^2$$

Fíjate que en esta ecuación el intervalo de tiempo aparece elevado al cuadrado. Eso provoca que la gráfica espacio-tiempo no está formada por una línea recta, sino por una línea curva. Una línea curva con un nombre muy especial: parábola.

33. ¿Por qué los objetos en caída libre ganan cada vez más velocidad? La aceleración gravitatoria.

Cuando tenemos los pies en el suelo, no somos conscientes de cómo la Tierra nos atrapa hacia el centro del planeta. Pero si dejamos caer una pelota por una ventana, vemos claramente como la Tierra atrae los objetos hacia su centro. Esto es debido a la fuerza gravitatoria, que estudiaremos en posteriores temas. Esta fuerza gravitatoria en la superficie del planeta depende de la masa del planeta y de su tamaño.

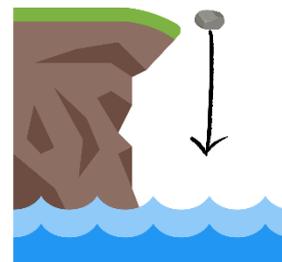
La fuerza gravitatoria aplica una aceleración constante a los objetos de la superficie. Esta aceleración apunta hacia el centro del planeta. Se conoce como aceleración gravitatoria, y es un ejemplo de M.R.U.A.

Como demostraremos más adelante, el valor de la aceleración gravitatoria de la Tierra, al nivel del mar, es aproximadamente igual a $9,8 \text{ m/s}^2$. Este valor suele representarse con la letra g (del inglés, gravity).

$$g_{\text{Tierra}} = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Imagina que estás situado en un hermoso mirador, sobre un acantilado bastante alto. Y dejas caer una pequeña piedra sobre el mar. Si tomamos como 0 metros el valor de la tu posición inicial, como 0 segundos el valor del tiempo inicial, y que la piedra parte del reposo (solo la dejas caer, no le aplicas velocidad inicial), la ecuación para determinar la posición final de la piedra, respecto del punto de partida, será:

$$s_f = \frac{1}{2} \times 9,8 \times (t_f)^2 = 4,9 \times (t_f)^2$$



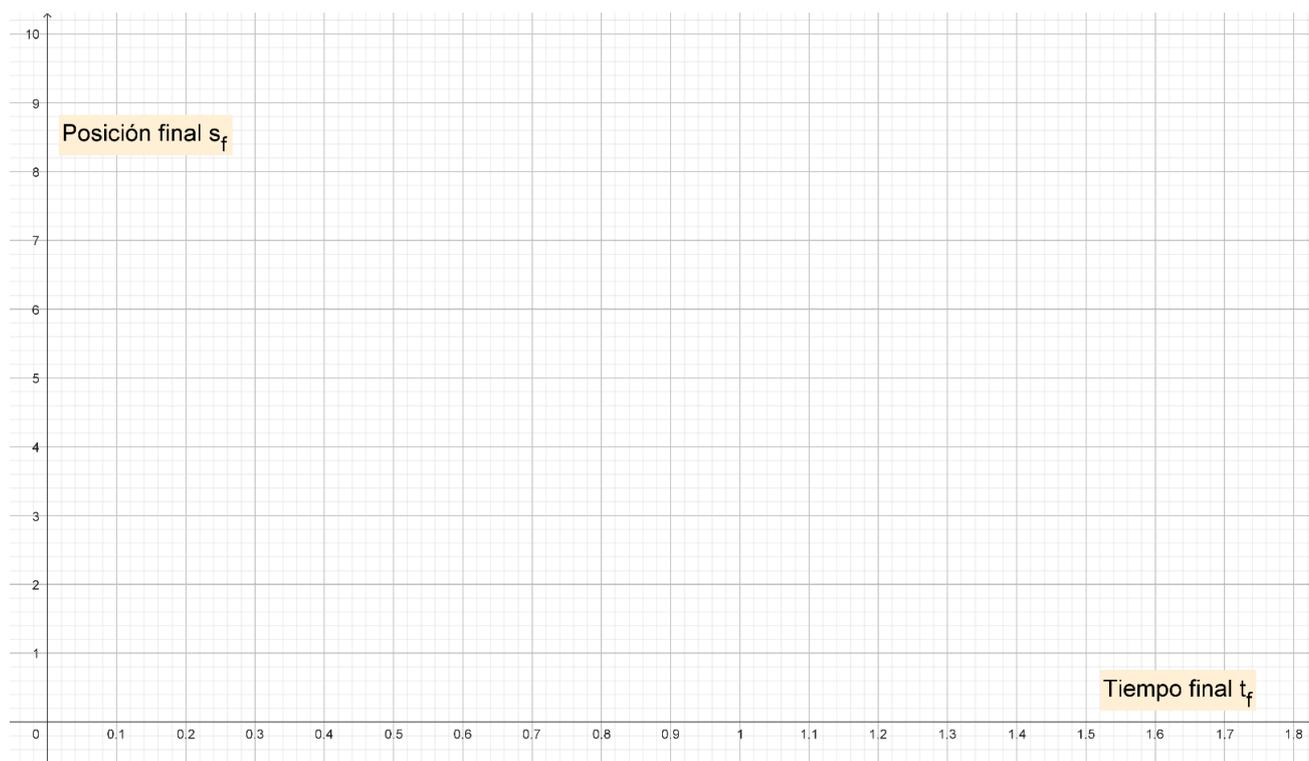
Completa la siguiente tabla para obtener el valor de la posición final de la piedra a diferentes tiempos.

Tiempo final (segundos)	Posición final (metros)
$t_f = 0 \text{ s}$	$s_f =$
$t_f = 0,2 \text{ s}$	$s_f =$
$t_f = 0,4 \text{ s}$	$s_f =$
$t_f = 0,6 \text{ s}$	$s_f =$
$t_f = 0,8 \text{ s}$	$s_f =$
$t_f = 1 \text{ s}$	$s_f =$
$t_f = 1,2 \text{ s}$	$s_f =$
$t_f = 1,4 \text{ s}$	$s_f =$

Representa, en un sistema de referencia posición-tiempo, los valores que has obtenido en la tabla. Recuerda que los puntos en la gráfica se representan con dos coordenadas: primero el tiempo y luego la posición.

(tiempo, posición)

Une a mano alzada los puntos entre sí, intentando ajustar una línea curva que pase por los ocho puntos. Comprobarás rápidamente que es imposible trazar una línea recta que pase por todos los puntos a la vez.



34. ¿Qué es la Fuerza?

La dinámica es la parte de la física que se pregunta por las causas que provocan un cambio en la velocidad de los cuerpos o que provocan una deformación. El cambio en la velocidad lo hemos denominado aceleración. Y la causa que genera los cambios de velocidad (o la deformación en los cuerpos) se llama fuerza. La fuerza es una nueva magnitud física derivada (que depende de otras magnitudes).

Dos objetos que chocan entre sí intercambian una fuerza. Por ejemplo, una pala de ping-pong que golpea una pelota.

Pero las fuerzas también aparecen a distancia, sin necesidad de contacto físico entre los objetos. El Sol atrae a la Tierra por la fuerza gravitatoria, a pesar de los 150 millones de kilómetros que los separa.

Al igual que la velocidad y la aceleración, la fuerza tiene un sentido de aplicación. Por lo que será importante saber cómo se aplica una fuerza sobre un objeto, para decidir si la velocidad del objeto aumenta, disminuye o si incluso se produce un cambio en la dirección del movimiento.

35. Unidad de Fuerza en el Sistema Internacional

Los objetos con mayor masa son más difíciles de mover que los objetos más ligeros. La masa es la oposición (inercia) que presentan los objetos a que cambie su estado de movimiento. A mayor masa, por lo tanto, mayor fuerza tendremos que aplicar para modificar el movimiento de un objeto. Es lógico pensar que la magnitud fuerza es directamente proporcional a la masa.

Cuanto mayor sea el cambio de velocidad que deseamos provocar, mayor será la fuerza que deberemos aplicar. Por lo tanto, también es lógico pensar que la magnitud fuerza es directamente proporcional a la aceleración.

Esta relación de la fuerza con la masa y la aceleración no fue definida de manera clara por la comunidad científica hasta la llegada de Isaac Newton (1642-1727), científico inglés que ha pasado a la posteridad como uno de los más famosos de la historia. En 1687 estableció en su libro “Principios matemáticos de la filosofía natural” (por aquel entonces no se hablaba de Física) una de las relaciones matemáticas más famosas de la historia:

$$Fuerza = masa \times aceleración$$

La influencia de Newton en los científicos de su época (y en los actuales) fue tan grande, que la unidad de fuerza recibió como nombre su propio apellido: Newton (N). Esta unidad de fuerza se define como el producto de la unidad de masa (kg) por la unidad de aceleración (m/s^2).

El Newton es la unidad de fuerza en el Sistema Internacional. De esta forma, $1 N$ es la fuerza que debemos aplicar sobre un cuerpo de $1 kg$ de masa para que adquiera una aceleración de $1 m/s^2$.

El siguiente vídeo del canal YouTube “Ilustrando Historia” nos cuenta en 3 minutos algunas de las grandes aportaciones de Newton a la humanidad y a la Ciencia.

https://www.youtube.com/watch?v=IzqLs_k-OBg

Verás en el vídeo que la influencia de Newton en la Ciencia abarca asuntos muy diversos: Movimiento de cuerpos celestes en el Universo, diseño de telescopios, estudio de la composición de la luz, fórmulas matemáticas para comprender el comportamiento de la naturaleza, etc.



36. Las tres leyes de Newton sobre el movimiento

Al estudiar el movimiento de los objetos y la influencia de las fuerzas sobre el movimiento, llegamos a las conocidas tres leyes de Newton.

1. Todo cuerpo sobre el que no actúa ninguna fuerza, mantiene su estado de movimiento, ya sea en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme. Esta ley también se conoce como principio de Galileo (en recuerdo al científico italiano Galileo Galilei, pionero en el estudio del movimiento de los objetos, y que murió en 1642, el mismo año en que nació Newton). Si un objeto está en reposo y no aplicamos ninguna nueva fuerza sobre él, seguirá estando en reposo. Y si un objeto se mueve con velocidad constante y no aplicamos ninguna nueva fuerza sobre él, mantendrá la misma velocidad constante.

2. Todo cuerpo sobre el que actúa una fuerza se mueve de una forma proporcional a su masa, según la fórmula: $Fuerza = masa \times aceleración$

De manera más compacta, esta fórmula suele escribirse como $F = m \times a$. Recuerda que la unidad de Fuerza es el Newton y la unidad de masa es el kilogramo. Si tienes dos objetos de distinta masa sobre los que aplicas la misma fuerza, adquirirá mayor aceleración el cuerpo que sea más ligero.

3. Siempre que un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, este segundo cuerpo ejerce una fuerza igual y de sentido contrario sobre el primero (principio de acción-reacción). Por ejemplo: Tienes patines y empujas una pared con tus brazos. Saldrás disparado en sentido contrario, porque la pared “te devuelve” la fuerza con que has empujado.

En el siguiente vídeo, en inglés, estudiaremos las tres leyes de Newton aplicadas al movimiento de una bicicleta.

https://www.youtube.com/watch?v=JGO_zDWmkvk

El vídeo afirma que es más costoso poner en movimiento la bicicleta que mantener luego el pedaleo. Si arrastramos un objeto pesado por el suelo, ¿ocurre lo mismo? ¿Significa que el rozamiento del suelo cambia según el objeto esté en reposo o está ya en movimiento? ¿O la fuerza de rozamiento es siempre la misma?



37. La fuerza Peso

Ya hemos estudiado que la aceleración gravitatoria en la superficie del planeta Tierra, al nivel del mar, es de aproximadamente $9,8 m/s^2$. Si aplicamos la segunda ley de Newton con esta aceleración, obtenemos una fuerza que se conoce como fuerza Peso. La fuerza Peso es la fuerza que actúa sobre los objetos que se encuentran en la superficie del planeta por el simple hecho de tener masa.

$$F_{\text{peso}} = m \times g_{\text{Tierra}}$$

No confundir la fuerza Peso con la palabra coloquial “peso” que utilizamos en el día a día. La fuerza Peso en física se mide en Newtons. Mientras que la palabra coloquial “peso” se refiere a la masa en física, que se mide en kilogramos. Si colocamos en la Tierra y en la Luna dos objetos idénticos de 60 kg de masa, podemos afirmar que la masa no cambia. Pero la fuerza Peso sí cambia, porque depende de la aceleración gravitatoria del cuerpo celeste.

Imagina que tienes dos objetos en caída libre. Uno más pesado que el otro. Por ejemplo, una pluma y una esfera sólida como las que se usan en el juego de los bolos. Claramente, son dos objetos con masas distintas. Si dejamos caer ambos objetos desde la misma altura, cada uno sufre una fuerza peso diferente porque poseen masas distintas. ¿Eso significa también que el objeto más pesado llegará antes al suelo?

El siguiente vídeo del canal británico BBC resolverá nuestras dudas sobre la caída libre de objetos. A veces la intuición nos juega una mala pasada, y no coincide con lo que ocurre realmente en la naturaleza. Por eso es tan importante el método científico: nuestras hipótesis solo serán válidas si hay un experimento objetivo que verifique nuestro planteamiento inicial.



<https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs>

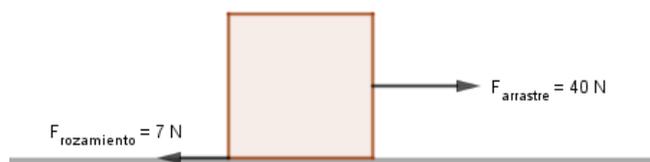
38. La fuerza de rozamiento

Como has podido comprobar en el vídeo anterior de la BBC, la fuerza de rozamiento no es algo que podamos olvidar fácilmente. En las asignaturas de ciencias de Secundaria es frecuente decir “despreciamos la fuerza de rozamiento” para no complicar demasiado las ecuaciones matemáticas que describen el movimiento. Pero en la Universidad, o en el mundo laboral donde se diseñan coches y aviones, no se puede despreciar la fuerza de rozamiento si queremos que los vehículos funcionen correctamente.

La fuerza de rozamiento aparece siempre que un objeto se desplaza sobre otro. Por ejemplo: los neumáticos de un coche rodando sobre una carretera, o un avión atravesando el aire de la atmósfera. Cuando dos objetos entran en contacto físico, siempre hay rozamiento.

El rozamiento se opone al movimiento. Es decir, si un coche viaja hacia la derecha, la fuerza de rozamiento apuntará hacia la izquierda. Por lo tanto, la fuerza de rozamiento es una fuerza de frenado porque tiende a frenar a los objetos. Además, el rozamiento siempre genera calor en la superficie de los objetos. Solo tienes que frotar tus dos manos entre sí para comprobarlo.

Nosotros, en 2ºESO, vamos a estudiar solo el rozamiento de objetos deslizando por una superficie horizontal. Por ejemplo, una caja que se arrastra por el suelo. Analicemos la siguiente imagen. Un objeto descansa sobre una superficie horizontal. Hacia la derecha sufre una fuerza de arrastre. La fuerza de rozamiento surge hacia la izquierda, oponiéndose al movimiento que genera la fuerza de arrastre.



$$F_{Rozamiento} = \square \times \square \times \square \times \square$$

Parece lógico pensar que, a mayor masa, mayor resistencia presenta el objeto a ser desplazado por la superficie.

$$F_{Rozamiento} = \text{masa} \times \square \times \square \times \square$$

Además, a mayor aceleración de gravedad, mayor tendencia del objeto a ser atraído hacia el centro del planeta. Y mayor dificultad a ser desplazado horizontalmente.

$$F_{Rozamiento} = \text{masa} \times g \times \square \times \square$$

Hay superficies que deslizan mejor entre sí. Por lo tanto, el material del que está formado tanto la superficie como el objeto influirán en la fuerza de rozamiento. Esta dependencia de los materiales es un número, sin unidades, que se conoce como coeficiente de rozamiento.

$$F_{Rozamiento} = \text{masa} \times g \times \text{coeficienteRozamiento} \times \square$$

Por último, no es lo mismo arrastrar el objeto sobre una superficie horizontal que hacerlo cuesta abajo, por un plano inclinado. Por lo tanto, el ángulo de inclinación influye en la fuerza de rozamiento.

$$F_{Rozamiento} = \text{masa} \times g \times \text{coeficienteRozamiento} \times \text{ángulo}$$

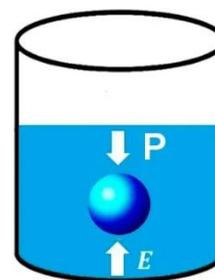
Aquí dejamos el estudio cualitativo de la fuerza de rozamiento. Aún nos faltan algunos conocimientos matemáticos para poder avanzar más en la fórmula. Lo importante es que comprendamos que la fuerza de rozamiento de un objeto deslizando sobre una superficie depende de la masa del objeto, de la aceleración gravitatoria del planeta, de los materiales que forman el objeto y la superficie y del ángulo de inclinación de la superficie respecto de la horizontal.

39. Principio de Arquímedes

Cuando entras en el mar o en una piscina, habrás tenido sensación de ligereza. Parece que “pesas menos” nadando en el agua que caminando por la superficie del planeta. ¿Cómo es esto posible, si nuestra masa no cambia y si la aceleración gravitatoria es la misma en la arena de la playa que en el interior del mar?

La respuesta a este fenómeno físico nos la da el conocido principio de Arquímedes (científico de Siracusa, en la isla de Sicilia, que vivió en el s. III a.C.). Este principio es un modelo creado por Arquímedes para comprender las fuerzas que actúan sobre un cuerpo introducido en el interior de un fluido (líquido o gas).

La fuerza Peso ya la hemos estudiado. Depende de la masa m del objeto y de la aceleración gravitatoria g del planeta. Esta fuerza Peso apunta siempre hacia el centro del planeta.



$$F_{\text{Peso}} = m \times g$$

El líquido “se opone” a la entrada del objeto. Las partículas que forman el líquido “quieren echar fuera” al objeto (explicado de forma coloquial). Esta fuerza de repulsión se opone a la fuerza peso. Por lo tanto, apunta en sentido contrario a la fuerza Peso. Esta fuerza de repulsión la llamaremos fuerza de Empuje.

Si restamos la fuerza Peso menos la fuerza de Empuje, tendremos el resultado del Peso Aparente. Este Peso Aparente es el causante de la sensación de ligereza que sentimos dentro del mar.

$$\text{Peso Aparente} = \text{Fuerza Peso} - \text{Fuerza Empuje}$$

$$P_{\text{Aparente}} = F_{\text{Peso}} - E$$

Si introducimos por completo un objeto dentro del fluido, pueden pasar tres cosas:

- Si la fuerza peso es mayor que el empuje, el objeto seguirá bajando dentro del fluido.
- Si la fuerza peso es igual al empuje, el objeto quedará en equilibrio dentro del fluido.
- Si la fuerza peso es menor que el empuje, el objeto subirá y quedará flotando en la superficie.

Arquímedes afirmó lo siguiente: “Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una fuerza de empuje vertical hacia arriba llamada E, equivalente al peso del fluido que desaloja”.

40. La ley de gravitación universal

Supongamos dos cuerpos celestes (da igual que sean estrellas, planetas o satélites naturales). El primero tiene masa M y el segundo masa m . La distancia de separación entre ambos cuerpos es igual a d . Esta distancia hace referencia a la distancia entre los núcleos de los cuerpos celestes.

Por el simple hecho de poseer masa, los cuerpos celestes se atraen. La fuerza con que se atraen se llama fuerza de atracción gravitatoria. Y según la tercera ley de Newton, la fuerza con que el primer cuerpo atrae al segundo es igual a la fuerza con el segundo cuerpo atrae al primero, pero en sentido opuesto (ley de acción y reacción).

El valor de la fuerza es mayor cuanto más grande son las masas de los cuerpos. Y es menor cuánto más lejos están situados los cuerpos entre sí. Por lo tanto, es lógico pensar que la fuerza de atracción gravitatoria depende del producto de las masas y de la división de la distancia.

$$F_{\text{gravitatoria}} = \square \times \frac{M \times m}{\text{distancia}}$$

La gran aportación de Newton fue la de proponer una fórmula exacta para calcular esta fuerza. Esa fórmula fue una auténtica revolución en el pensamiento de la humanidad, ya que los científicos del s. XVII creyeron que podían describir cualquier tipo de movimiento aplicando una única y sencilla fórmula. Con la fórmula de Newton se puede predecir con exactitud los movimientos de los planetas, la periodicidad de los eclipses o el periodo de paso de los cometas.

$$F_{\text{gravitatoria}} = G \times \frac{M \times m}{d^2}$$

En la fórmula ofrecida por Newton, la distancia que aparece en el denominador está elevada al cuadrado. Y la fracción va multiplicado por una constante G , llamada constante de gravitación universal. El valor de la constante G no es algo trivial. Ha sido objeto de obsesión de científicos de todo el mundo. Y los experimentos para determinar su valor se encuentran entre los más famosos de la historia de la Ciencia.

Nosotros, en 2ºESO, nos vamos a quedar en conocer simplemente su valor (número y unidad).

$$\text{Constante de gravitación universal: } G = 6,67 \times 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$$

¡Ojo! La expresión de la constante no es una fórmula. Es un número seguido de unidades. Las unidades son Newton, metro al cuadrado y kilogramo al cuadrado.

La fórmula de la fuerza de gravitación universal se aplica a cuerpos celestes (grandes masas y grandes distancias). Pero ¿qué pasaría si aplicamos esa fórmula a un objeto de masa m situado en la superficie de la Tierra?

El valor M sería la masa de la Tierra ($5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$). El valor de la distancia d sería el radio de la Tierra (6.371 km). Sustituamos estos valores en la fórmula, recordando pasar la distancia de kilómetros a metros.

$$6.371 \text{ km} \times \frac{1.000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 6.371.000 \text{ m} = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$$

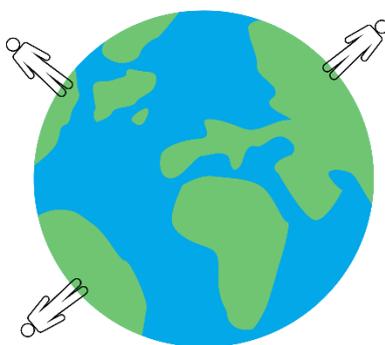
$$F_{\text{gravitatoria}} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{5,97 \times 10^{24} \times m}{(6,37 \times 10^6)^2}$$

Operemos, nuevamente, poco a poco.

$$F_{\text{gravitatoria}} = \frac{6,67 \times 5,97 \times 10^{-11} \times 10^{24} \times m}{(6,37)^2 \times (10^6)^2} \rightarrow F_{\text{gravitatoria}} = \frac{39,82 \times 10^{13} \times m}{40,58 \times 10^{12}}$$

$$F_{\text{gravitatoria}} = 0,98 \times 10 \times m \rightarrow F_{\text{gravitatoria}} = 9,8 \times m$$

¿Te suena de algo el resultado que hemos obtenido? ¿Se parece a la fuerza peso que sienten los objetos situados en la superficie del planeta? ¿Qué conclusión podemos sacar al aplicar la fórmula de la atracción gravitatoria $F_{\text{gravitatoria}} = G \times \frac{M \times m}{d^2}$ a un objeto de masa m situado en la superficie del planeta? ¿Qué valor se obtiene al operar únicamente los términos $G \times \frac{M}{d^2}$, si la masa M es la masa de la Tierra y si distancia d es igual al radio de la Tierra?



41. Resolver ecuaciones de segundo grado en ecuaciones donde el tiempo es la incógnita

Una ecuación de segundo grado, de manera general, se puede expresar como un número a multiplicado por x^2 , más otro número b multiplicado por x , más otro número c que hace las veces de término independiente. Es decir:

$$a x^2 + b x + c = 0$$

Esta forma de escribir la ecuación de segundo grado se llama forma general. Y podemos razonar un método para resolver la ecuación. Vayamos paso a paso. En primer lugar, multiplicamos toda la ecuación por el factor $4 a$.

$$4 a \cdot (a x^2 + b x + c) = 0$$

Desarrollamos el producto del paréntesis y llevamos a la derecha el término independiente.

$$4 a^2 x^2 + 4 a b x + 4 a c = 0 \rightarrow 4 a^2 x^2 + 4 a b x = -4 a c$$

Sumamos en ambos miembros la cantidad b^2 .

$$4 a^2 x^2 + 4 a b x + b^2 = b^2 - 4 a c$$

Aquí viene el paso más difícil. Darnos cuenta de que el término de la izquierda es igual a un binomio al cuadrado.

$$(2 a x + b)^2 = b^2 - 4 a c$$

Para quitar el cuadrado, aplicamos raíz cuadrada. Sin olvidar el doble signo \pm antes de la raíz.

$$2 a x + b = \pm \sqrt{b^2 - 4 a c}$$

Pasamos a la derecha el factor b y dividimos todo por la cantidad $2 a$.

$$2 a x = -b \pm \sqrt{b^2 - 4 a c} \rightarrow x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 a c}}{2 a}$$

Y ya lo tenemos. Los valores x de la solución se pueden obtener con la fórmula que acabamos de demostrar. Si la ecuación tiene dos soluciones, obtendremos dos valores con la fórmula anterior. Si la ecuación tiene una única solución, significará que el contenido de la raíz queda igual a 0. Y si la ecuación no tiene solución, será porque el contenido de la raíz resulta negativo (y no existe solución real de raíces cuadradas de números negativos).

Esta fórmula es muy potente, ya que permite obtener las soluciones de cualquier ecuación de segundo grado. Apliquémosla para un ejemplo.

$$2x^2 - 3x + 1 = 0$$

En este ejemplo, tendremos: $a = 2, b = -3, c = 1$. Apliquemos la fórmula.

$$x = \frac{-(-3) \pm \sqrt{(-3)^2 - 4(2)(1)}}{2(2)}$$

Operemos con paciencia.

$$x = \frac{3 \pm \sqrt{9 - 8}}{4} \rightarrow x = \frac{3 \pm \sqrt{1}}{4} \rightarrow x = \frac{3 \pm 1}{4}$$

Tendremos dos soluciones, según cojamos el signo positivo o negativo de delante de la raíz cuadrada.

$$x_1 = \frac{3 + 1}{4} \rightarrow x_1 = \frac{4}{4} \rightarrow x_1 = 1$$

$$x_2 = \frac{3 - 1}{4} \rightarrow x_2 = \frac{2}{4} \rightarrow x_2 = \frac{1}{2}$$

Las soluciones de nuestra ecuación de segundo grado son los valores 1 y 1/2.

¿Cuándo aplicaremos este tipo de ecuaciones en M.R.U.A.? Cuando utilicemos la ecuación de la posición final, donde la variable tiempo es la incógnita y aparece elevada al cuadrado. Las soluciones de la ecuación serán los valores de tiempo que cumplen la condición marcada por la fórmula: $s_f = s_0 + v_0 \times (t_f - t_0) + \frac{1}{2} \times a \times (t_f - t_0)^2$.

42. Translation and rotation in the ISS (International Space Station)

La Estación Espacial Internacional (ISS por sus iniciales en inglés) rota alrededor de la Tierra. La nave se encuentra a una altura donde, aproximadamente, la aceleración gravitatoria de la Tierra es algo superior a los 9 m/s². Sin embargo, los astronautas viven en una situación de ausencia de gravedad. ¿Cómo es posible esto?

El movimiento de rotación de la nave alrededor de la Tierra es el responsable de esta sensación de ausencia de gravedad. Si no hay gravedad, el lanzamiento de objetos por el aire no genera trayectorias parabólicas. En el siguiente vídeo de la Agencia Espacial Europea puedes ver cómo son los movimientos de traslación y rotación en el interior de la ISS.



https://www.esa.int/kids/es/Multimedia/Videos/Paxi_en_la_ISS/Moving_in_space

43. ¿Qué es la Energía?

La energía es una magnitud que mide la capacidad que tiene un cuerpo o sistema material para producir cambios o transformaciones en sí mismo o en otro cuerpo o sistema material.

Por ejemplo: cuando chutamos una pelota, el balón que estaba en reposo sale disparado. Este cambio se debe a la energía que le ha comunicado el jugador al balón. A mayor energía comunicada por parte del jugador, mayor velocidad alcanzará el balón. Cuando el viento sopla, mueve los veleros empujando sus velas. El viento transmite energía a las velas. La madera posee energía calorífica, ya que es capaz de prender y ofrecer calor (a costa de transformarse en sí misma, y pasar a ser carbón).

No confundamos energía con fuerza. La fuerza es una acción que provoca un cambio en el estado de movimiento de un objeto. La energía no es una acción, es una capacidad (posibilidad para hacer algo). La energía no tiene por qué generar movimiento alguno.

La energía es una magnitud derivada y necesita de una unidad. Su unidad en el Sistema Internacional es el Julio (J), en honor al científico inglés, del siglo XIX, James Prescott Joule, quien dedicó parte de su trabajo al estudio de la energía térmica.

44. Tipos de Energía

Hay diferentes formas de energía.

Energía electrostática: La poseen las cargas eléctricas en reposo (frota tu bolígrafo de plástico con el jersey, e intenta atraer trocitos de papel).

Energía electromagnética: La poseen las cargas eléctricas en movimiento (la usamos cada día al encender las luces de una habitación). Enrolla un cable a un tornillo de hierro y conecta una pila: tendrás un electroimán.

Energía cinética: La poseen los cuerpos con masa por el hecho de estar en movimiento (como un coche en movimiento).

Energía potencial gravitatoria: La poseen los cuerpos con masa por el hecho de estar a cierta altura sobre la superficie terrestre y ser atraídos por la fuerza de la gravedad (cuando dejamos caer una tiza al suelo, por ejemplo).

Energía potencial elástica: Propiedad de los cuerpos elásticos cuando se encuentran estirados o comprimidos, fuera de su posición de equilibrio (al usar una goma elástica).

Energía química: La poseen las sustancias debido a los enlaces químicos entre los átomos y moléculas (cuando unimos bicarbonato sódico con vinagre).

Energía térmica: Forma de energía que depende de la temperatura del cuerpo y de la naturaleza de las sustancias que lo componen. Microscópicamente viene dada por la agitación y vibración “térmica” de las partículas que forman la materia (cuando frotamos, entre sí, las palmas de las manos).

Energía nuclear: Debido a las interacciones de las partículas en el núcleo del átomo. Se manifiesta cuando los núcleos se dividen (fisión) o se unen (fusión).

Energía radiante: La que poseen las radiaciones electromagnéticas (por ejemplo, la luz del Sol que llega a nuestros ojos).

No debemos confundir las fuentes de energía con los tipos de energía. Los tipos de energía son los que hemos mencionado anteriormente y una fuente de energía es cualquier sistema natural o artificial de donde obtenemos la energía. Fuentes de energía son el sol, el viento, el petróleo, el carbón, las corrientes de agua, los restos de vegetales, etc.

45. Características de la Energía

Todos los cuerpos o sistemas materiales poseen energía y esto es el motor que hace que se produzcan los cambios en estos cuerpos o en los de su entorno. La energía tiene las siguientes características:

- La energía se transforma: Por ejemplo, cuando nosotros enchufamos un radiador, la energía eléctrica se transforma en energía térmica.
- La energía se transfiere (pasa de un cuerpo a otro cuerpo): Por ejemplo cuando jugamos al billar, al golpear nosotros una bola y ésta chocar con otra que está en reposo, le transfiere parte de su movimiento. Y la bola que estaba en reposo empieza a moverse. Si ésta vuelve a chocar con otra, este fenómeno se repite. La energía va pasando de una bola a otra.
- La energía se conserva (principio de conservación de la energía): En cualquier cambio físico o químico, la energía ni se crea ni se destruye, solo se transfiere y se transforma. Es decir, la energía al inicio del proceso es igual a la energía del final del proceso (aunque a veces no toda la energía del final del proceso es aprovechable por el ser humano, porque se ha disipado en forma de calor o rozamiento durante su transformación).

46. Energía mecánica

La energía mecánica de un cuerpo es la suma de su energía cinética y su energía potencial.

La energía cinética, como ya hemos comentado, es la que poseen los cuerpos con masa por el hecho de estar en movimiento.

La energía potencial puede ser potencial gravitatoria o potencial elástica. La energía potencial gravitatoria la posee cualquier cuerpo con masa situado dentro de un campo gravitatorio. Y la energía potencial elástica la tienen los cuerpos elásticos que se deforman y que tienen la capacidad de volver a su posición de equilibrio.

47. Fórmula de la energía cinética

La energía es la capacidad para provocar cambios. Si te dan un pelotazo, no es lo mismo que impacte una pelota de ping-pong (que pesa poco) que una pelota de baloncesto (que pesa mucho más). Por lo tanto, parece lógico pensar que la energía cinética dependerá del valor de la masa.

$$E_{\text{cinética}} = \text{masa} \times \square$$

Además, no es lo mismo que la pelota golpee con poca velocidad a que lo haga con mucha velocidad. Es decir, la velocidad aparecerá multiplicando a la masa.

$$E_{\text{cinética}} = \text{masa} \times \text{velocidad}$$

Conclusión: a mayor masa, mayor energía cinética. A mayor velocidad, mayor energía cinética. Con esta visión cualitativa, es suficiente.

La fórmula definitiva incluye un factor 1/2 y un cuadrado en la velocidad.

$$E_{\text{cinética}} = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

48. Fórmula de la energía potencial gravitatoria

Imagina una pelota en caída libre. Si te golpea en la cabeza, la masa de la pelota es clave para saber el daño que puede producirte. Ese daño es una medida de la energía de la pelota.

Por lo tanto, la masa del objeto influirá en su energía potencial gravitatoria.

$$E_{\text{potencial-gravitatoria}} = \text{masa} \times \square \times \square$$

Además, la gravedad influye en el daño provocado por la pelota. En la Tierra, por ejemplo, caerá más rápido que en la Luna, donde la aceleración gravitatoria es menor. Es decir, la aceleración de la gravedad multiplica a la masa en la fórmula de la energía potencial gravitatoria.

$$E_{\text{potencial-gravitatoria}} = \text{masa} \times g \times h$$

Por último, la altura. No es lo mismo que la pelota caiga desde un metro de altura, a que lo haga desde 20 metros. La altura también multiplica en la fórmula.

$$E_{\text{potencial-gravitatoria}} = m \times g \times h$$

49. Conservación de la energía mecánica

Si no hay fuerzas de rozamiento, la energía mecánica de un sistema permanece constante. La energía mecánica inicial es igual a la energía mecánica final del sistema. Esto quiere decir que la suma de la energía cinética y de la energía potencial siempre toma el mismo valor. Por simplicidad, cuando hagamos problemas en 2ºESO, dentro de la energía potencial solo vamos a considerar a la potencial gravitatoria.

$$E_{\text{mecánica}} = E_{\text{cinética}} + E_{\text{potencial-gravitatoria}} + E_{\text{potencial-elástica}}$$

$$\text{Si no hay rozamiento: } E_{\text{mecánica}} = \text{constante}$$

¿Cuándo podemos aplicar este principio de conservación? Si suponemos que no hay rozamiento con la atmósfera en la caída libre de objetos, o no hay rozamiento en el desplazamiento sobre una superficie, el principio de conservación de la energía mecánica nos ayuda a resolver problemas de temas anteriores de manera muy rápida. Suponer que no hay rozamiento no es real, pero es una “buena mentirijilla” para obtener resultados que se aproximan a la realidad, sin necesitar operaciones muy complicadas.

50. ¿Qué es una onda?

Si dejamos caer una piedra en un estanque, el agua donde ha caído la piedra sube y baja. El agua transmite este movimiento al resto del estanque. Pero el agua del estanque, en su conjunto, sigue en el mismo sitio.

Cuando un coche se mueve, sí cambia de sitio. El mar no cambia de sitio, aunque las olas provoquen que un barco se desplace guiado por el movimiento de las olas.

Una onda es la propagación de una vibración o perturbación originada en un foco emisor. La onda se transmite a través del espacio o de un medio material capaz de propagarla. Una onda transporta energía sin transportar materia.

51. Clasificación de ondas según el sentido de vibración

Si la onda se propaga en el mismo sentido en que vibran las partículas que sufren la perturbación, hablamos de ondas longitudinales. Ejemplos: el sonido o un muelle.

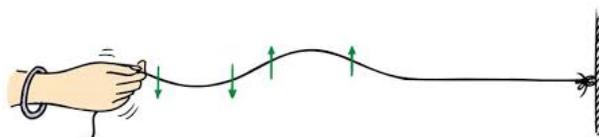


El muelle de la imagen vibra de manera horizontal. El bloque de madera situado al final del muelle sale disparado de manera horizontal. Tanto la vibración del muelle como el movimiento del bloque de madera son horizontales. La oscilación del muelle es un ejemplo de onda longitudinal.



El sonido es otro ejemplo de onda longitudinal. La vibración del sonido se propaga por las moléculas de aire. Las moléculas de la imagen superior chocan unas con otra, en el mismo sentido en que avanza la vibración.

La imagen superior muestra un modelo de moléculas de aire, más o menos comprimidas en función de la vibración provocada por la onda sonora. Donde las moléculas están más juntas coinciden con las zonas donde el sonido es más fuerte. Donde las moléculas están más separadas tendremos las zonas donde el sonido es más débil. Este choque entre moléculas se va propagando por el aire. Si llega a nuestro oído, generamos la sensación de sonido.



Esta imagen muestra una cuerda atada a la pared. La mano se desplaza arriba y abajo. Las partículas de la cuerda también se mueven arriba y abajo. Pero la onda se propaga horizontalmente (de izquierda a derecha). Si la onda se propaga de manera perpendicular a la vibración de las partículas que sufren la perturbación, hablamos de ondas transversales. La palabra transversal significa perpendicular.

52. Clasificación de ondas según el medio por donde se transmite la vibración

Si la onda necesita de un medio material para propagarse, hablamos de ondas mecánicas. Ejemplos: el sonido o la vibración de un terremoto.

El sonido se transmite por el aire. Si no hubiera aire, no existiría el sonido. El aire es el medio material por el que se propaga la onda mecánica del sonido. El terremoto se transmite por la superficie de la corteza terrestre. Si no hubiera corteza, no habría terremotos. La corteza es el medio material por el que se propaga la onda mecánica del terremoto. Cuando hablamos de maremoto (terremoto que se transmite por el mar), el foco original siempre se produce en un punto de la corteza sólida del planeta.

¿Piensas que todos los materiales transmiten igual el sonido? ¿Tiene algo que ver la composición del material? ¿Es lo mismo el estado sólido que el estado gaseoso para la transmisión de vibraciones?

Si la onda puede viajar por el vacío, y no necesita de un medio material, hablamos de ondas electromagnéticas. Ejemplos: la luz, la señal WIFI, la señal GPS o las ondas térmicas. En el vacío no hay partículas. A pesar de eso, la luz que sale del Sol llega a la Tierra. Incluso podemos enviar desde la Tierra una señal a una nave del espacio. Esto se debe a que estas señales son de tipo electromagnético.

El siguiente vídeo del programa científico "Órbita Laika" de La 2 repasa los conceptos que acabamos de definir, con ejemplos bastante visuales. En concreto, desde el minuto 4:15 hasta el minuto 6:20.

<https://www.rtve.es/television/20211117/orbita-laika-sonido-resumen/2225411.shtml>



53. El sonido

El sonido es una onda longitudinal mecánica. Es longitudinal porque la vibración se desplaza en el mismo sentido que lo hacen las partículas que transmiten el sonido. Y es mecánica porque necesita de un medio material para propagarse.

¿Qué es lo que transmite el sonido? Cambios de presión. Sin entrar en mucho detalle sobre el concepto de presión, podemos definirlo como una medida de la fuerza con que las partículas chocan sobre una superficie. Si el sonido viaja por el aire, tendremos partículas de aire chocando unas con otras.

Cuando las ondas de presión viajan por el aire, pueden llegar a nuestro oído. El oído las convierte en impulsos eléctricos. Esta señal eléctrica viaja a nuestro cerebro. Y es el cerebro el que genera la sensación que conocemos como sonido.



Dependiendo del medio, el sonido se transmitirá a más o menos velocidad (con mayor velocidad en los sólidos y menor velocidad en líquidos y gases). A la presión normal de 1 atm y 20 grados centígrados, en un ambiente seco, la velocidad del sonido es de 5600 m/s en el acero, 1460 m/s en el agua y 340 m/s en el aire.

El número de oscilaciones de la onda por unidad de tiempo se llama frecuencia y se mide en Hertzios (Hz). El oído humano es capaz de detectar sonidos entre 20 Hz (sonidos graves) y 20.000 Hz (sonidos agudos).

De esta manera, las siete notas musicales (DO – RE – MI – FA – SOL – LA – SI) tienen asociadas una frecuencia concreta del espectro audible. Y se organizan en octavas, donde la primera octava corresponde a las notas más graves y la última octava indica las notas más agudas.

Por ejemplo, la nota LA de la tercera octava tiene una frecuencia de 440 Hz, y es la frecuencia de referencia que se emplea para la afinación de muchos instrumentos. Entre dos notas consecutivas se habla de un tono de diferencia, salvo entre MI – FA y SI – DO, donde hay medio tono.

La energía sonora que recibe nuestro oído se mide como intensidad sonora. Esta intensidad sonora es una magnitud que se define a partir de un nivel de referencia creado tras el estudio de la sensibilidad acústica de muchas personas.

La intensidad sonora se expresa como I y se mide en **decibelios (dB)**. A mayor decibelios, mayor intensidad recogen nuestros oídos. Esta intensidad depende de la frecuencia. No todas las frecuencias son escuchadas por igual por nuestro oído, por lo que dos frecuencias distintas con la misma energía pueden generar intensidades relativas diferentes en nuestro oído. Es común hablar de los siguientes niveles de intensidad como referencia:

- Umbral de dolor: 140 dB
- Avión despegando: 130 dB
- Tráfico de coches: 80-90 dB
- Aglomeración de personas: 60-70 dB
- Conversación entre dos personas: 40-50 dB
- Ruido del campo: 10 dB

54. Propiedades del sonido

Los sonidos se diferencian unos de otros según tres cualidades fundamentales:

- **Intensidad sonora:** Cuando se tocan suavemente las cuerdas de una guitarra, y le comunicamos poca energía, el sonido será débil. Si tocamos con más fuerza, se oír el mismo sonido, pero con mayor intensidad. Por lo tanto, la intensidad de sonido depende de la energía con que vibran las cuerdas de la guitarra. Esta intensidad está relacionada con la amplitud de la onda sonora (a mayor amplitud, mayor intensidad).
- **Tono o frecuencia:** Si tocamos una tras otra las cuerdas de una guitarra, oímos sonidos distintos. Es decir, cada cuerda posee un tono o frecuencia diferente. Ya hemos comentado que la frecuencia es el número de oscilaciones por segundo de una onda. Los sonidos agudos tienen una alta frecuencia (muchas vibraciones por segundo) y los graves una frecuencia baja (pocas vibraciones por segundo).
- **Timbre:** es la cualidad que nos permite diferenciar dos sonidos con la misma intensidad y frecuencia, pero procedente de fuentes distintas. Los sonidos de un mismo tono dependen de la forma y naturaleza de los elementos que entran en vibración. No suena igual un LA de la tercera octava en una guitarra que un LA de la tercera octava en un piano, por ejemplo.

55. La luz

La luz es una onda electromagnética transversal. Es decir, no requiere medio material para su propagación (la luz del Sol llega a la Tierra después de recorrer una gran distancia en el vacío) y se propaga de manera perpendicular a la perturbación del campo electromagnético. La luz que procede de un objeto visible avanza en línea recta, mediante un movimiento ondulatorio, hasta llegar a nuestros ojos. Desde allí se envía un estímulo al cerebro que lo interpreta como una imagen.

A diferencia del sonido, la luz se puede propagar tanto en el vacío como en medios materiales. Estos medios materiales ofrecen resistencia al paso de la luz, y ralentizan su tránsito. Por ejemplo:

- La velocidad de la luz en el vacío es prácticamente 300.000 km/s.
- La velocidad de la luz en el agua es 225.564 km/s.
- La velocidad de la luz en el diamante es 123.967 km/s.

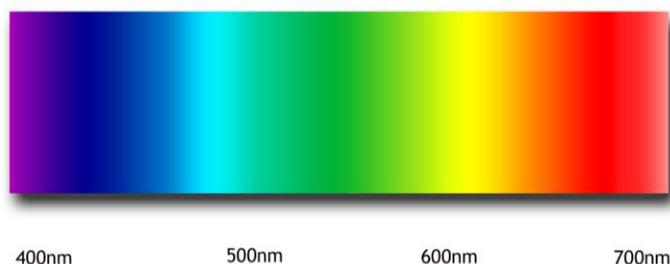
56. Reflexión y refracción de la luz

Cuando la luz choca con la superficie de separación de dos medios, pueden ocurrir dos cosas:

- Se refleja (es decir, "rebota"). Vuelve al primer medio con las mismas características, pero cambiando la dirección. El ángulo con el que incide es el mismo que con el que sale reflejada.
- Se refracta (traspasa la superficie, si no es opaca). La refracción de la luz consiste en el cambio de dirección que experimenta el rayo luminoso al pasar de un medio a otro.

57. El espectro visible

Conocemos como luz blanca a la que proviene del Sol. En algunas circunstancias, esa luz se descompone en varias franjas de colores que forman el llamado arco iris (también se puede escribir arcoiris). La dispersión de la luz consiste en la separación de la luz en sus colores componentes por efecto de la refracción al atravesar un medio.



El siguiente vídeo muestra una construcción casera del disco de Newton, que nos permite comprobar visualmente cómo la luz blanca es una composición de los colores del espectro visible (hasta el minuto 2:40):

https://www.youtube.com/watch?v=Nh4O_0bzhB4

Cada color tiene asociado una longitud de onda (que se mide en metros). Y cada color, según el medio de propagación, tiene asociado una frecuencia (que se mide en Hertzios). Ambas magnitudes están relacionadas por la siguiente ecuación:

$$\text{velocidad} = \text{longitudOnda} \times \text{frecuencia}$$

$$v = \lambda \times f$$

La velocidad de la luz se obtiene como el producto de la longitud de la onda por la frecuencia. Ya sabemos que la velocidad de la luz depende del medio donde se propaga. De esta manera, podemos definir el índice de refracción de un medio (n) como el cociente entre la velocidad de la luz en el vacío (c) y la velocidad de la luz en ese medio (v).

$$n = \frac{c}{v}$$

Algunos ejemplos de índice de refracción son:

- Vacío: $n = 1$
- Aire: $n = 1,00029$
- Agua destilada: $n = 1,33$
- Agua con azúcar al 30%: $n = 1,38$
- Hielo: $n = 1,31$
- Diamante: $n = 2,41$

Nuestro ojo es sensible a diferentes longitudes de onda, distinguiendo desde el rojo hasta el violeta. Esto lo consigue gracias a unas células receptoras en nuestro ojo llamadas conos. Existen tres tipos de conos: los más sensibles al rojo (R), los más sensibles al verde (G) y los más sensibles al azul (B). Cualquier color que vemos, en el fondo, es combinación de la acción de estos tres conos.

Por la noche, en situaciones de poca luminosidad, funcionan mejor los receptores llamados bastones, especialmente preparados para detectar variaciones en la cantidad de luz.

Las radiaciones con frecuencia inferior a la frecuencia de los colores rojos se denominan infrarrojos. Las radiaciones que tienen frecuencia por encima del violeta se llaman ultravioleta.

Puedes ampliar tu conocimiento sobre la luz con el programa de RTVE La 2 "Órbita Laika", sobre la ciencia de la luz:

<https://www.rtve.es/play/videos/orbita-laika/luz/6744809>

58. ¿Qué es materia?

La materia es todo aquello que ocupa una masa y un volumen, es decir, lo que constituye a todos los cuerpos del universo. La materia presenta una serie de propiedades, las cuales pueden clasificarse en:

- Generales (las cuales son comunes a todos los cuerpos): masa y volumen.
- Características (permiten identificar sustancias): densidad, punto de ebullición, punto de fusión, estado de agregación, conductividad eléctrica, conductividad térmica, magnetismo, etc.

59. ¿Qué es la densidad?

Si colocamos una esfera de hierro y otra de madera del mismo tamaño sobre cada uno de los platillos de una balanza, se observa que, aunque las esferas tengan igual volumen, la esfera de hierro tiene mayor masa que la de la madera. Esto se debe a que el hierro es más denso que la madera, es decir, posee mayor cantidad de materia por unidad de volumen. La magnitud que relaciona la masa y el volumen se denomina densidad.

La densidad (d) de un cuerpo es la masa que contiene cada unidad de volumen.

$$\text{densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$$

Su unidad en el Sistema Internacional es el $\frac{kg}{m^3}$. Aunque también es bastante común expresar la densidad como $\frac{g}{cm^3}$.

La siguiente tabla muestra algunos ejemplos de densidades.

Sustancia	densidad $\frac{kg}{m^3}$	densidad $\frac{g}{cm^3}$
Agua	1000	1
Hielo (agua sólida)	920	0,92
Gasolina	680	0,68
Alcohol	780	0,78
Mercurio	13600	13,6
Dióxido de carbono	1,97	0,00197
Aceite de oliva	920	0,92

Siempre hemos escuchado que las sustancias, al calentarse, se dilatan (ocupan más espacio). Y que al enfriarse, se contraen (ocupan menos espacio). Por lo tanto, una sustancia más caliente tiene menos densidad que la misma sustancia más fría. ¿Cómo explicar, entonces, que la densidad del agua líquida sea mayor que la densidad del agua sólida (hielo)?

60. La influencia de la temperatura y la presión en el estado de agregación de la materia

Los estados de la materia son sólido, líquido, gaseoso y plasma. En el estado sólido, la materia ocupa un volumen fijo. En el líquido, la materia ocupa la forma del recipiente que lo contiene. En el gaseoso, la materia tiende a ocupar el máximo espacio del recipiente contenedor. Mientras que el estado de plasma es un estado "parecido" al gaseoso, pero donde la materia está tremendamente cargada eléctrica y magnéticamente (se dice que está ionizada).

Un cambio de estado es un proceso físico por el que una sustancia pasa de un estado de agregación a otro, sin que se altere la naturaleza de la sustancia. Es decir, podemos tener agua en estado sólido (hielo), líquido, gaseoso o plasma sin que deje de ser agua.

En los cambios de estado influyen la presión y la temperatura.

Por ejemplo, si metemos una botella de agua líquida en el congelador, al cabo de un tiempo se habrá convertido en hielo. Si sacamos el hielo del congelador, al cabo de un tiempo pasará a estado líquido. Y si calentamos agua líquida en una cocina, hervirá y pasará a estado gaseoso. Cambiando la temperatura de una sustancia, puede cambiarse su estado de agregación.

Si ponemos agua a hervir, la temperatura irá aumentando conforme el calor pasa de la llama al recipiente que el agua líquida. Y llegará un momento que el termómetro estabilizará su valor bastante tiempo, durante el cambio de fase (de líquido a gaseoso). ¿Cuál es tu hipótesis que explique que la temperatura no siga subiendo durante el cambio de estado?

El cambio de estado también puede provocarse por la presión, que es la fuerza por unidad de superficie que siente un objeto. Es una magnitud derivada y su unidad es el Pascal (Pa). Un pascal equivale a un Newton dividido por un metro cuadrado [$Pa = \frac{N}{m^2}$]. Nosotros vivimos dentro de un fluido llamado atmósfera, que ejerce una fuerza sobre nuestro cuerpo. Esta fuerza por unidad de superficie, al nivel del mar, y en condiciones normales de día despejado y sin viento es de 101.325 Pa.

Un aumento en la presión provoca que las sustancias se contraigan. Así, un gas contraído puede convertirse en líquido. Por ejemplo: una bombona de gas contiene en su interior, gracias a la presión, el gas en estado líquido. Cuando el gas sale por el orificio de la bombona, lo hace en forma de gas (ya que en el exterior hay menos presión que dentro de la bombona).

61. Composición atómica de la materia y teoría cinético-molecular

La teoría cinética o cinético-molecular de la materia establece lo siguiente: La materia está formada por pequeñas partículas. Estas partículas se llaman átomos, que cuando se juntan entre sí forman estructuras de mayor tamaño llamadas moléculas. Además, si estos átomos se cargan eléctricamente se conocen como iones.

Los elementos de la conocida tabla periódica están formados por átomos. La unión de varios elementos entre sí da lugar a compuestos, formados por moléculas. Estos átomos y moléculas son características de cada sustancia, y no de su estado de agregación. Es decir, si pensamos en el agua, las moléculas de agua que componen el agua líquida son las mismas a las que forman el hielo o el vapor de agua (una molécula de agua tiene dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno, y su fórmula química se escribe H_2O).

La palabra partícula no significa “bolita”. Para representar un átomo usamos el símil de figuras esféricas, pero un átomo no es una estructura redonda, con un recubrimiento exterior que lo aísla del resto de átomos. Un átomo es una partícula (es materia, con masa y volumen). Un átomo está formado a su vez por partículas más elementales aún (protones, neutrones y electrones). Los átomos interactúan entre sí gracias a la fuerza electrostática.

Las partículas que forman la materia están en continuo movimiento. El movimiento de las partículas en estado sólido, líquido o gaseoso es diferente. En un gas las partículas se mueven más libremente que en un líquido. En un líquido hay más movimiento que en un sólido. A mayor temperatura, mayor energía cinética de los átomos. Y esta mayor energía cinética facilita la liberación de la unión provocada por la fuerza electrostática de las partículas. El aumento de la presión facilita la unión entre las partículas, y hace que las sustancias puedan solidificarse sin aumentar la temperatura. Según esta teoría, ¿cuál es la diferencia entre un sólido, un líquido o un gas?

En un sólido las fuerzas entre las partículas que lo forman son muy grandes, por eso están muy juntas formando estructuras ordenadas. En los sólidos las partículas no están quietas. Siempre tienen un movimiento de vibración sobre sus posiciones de equilibrio debido a la temperatura del cuerpo. Solo a la temperatura de 0 K (-273 °C) se ha observado que esta vibración desaparece por completo. Esta temperatura se conoce como “cero absoluto” y es la menor temperatura posible en el universo.

En un gas las fuerzas de atracción entre las partículas, aunque existen, son muy débiles. La alta temperatura en el gas provoca que las partículas se muevan en todas las direcciones, chocando continuamente unas con otras y contra las paredes del recipiente que las contiene (formando lo que se conoce como presión del gas). Existe una gran separación entre las partículas gaseosas, con grandes espacios vacíos, por lo que la densidad de un gas será mucho menor que la densidad en un sólido.

En un líquido la situación es intermedia. Las fuerzas entre partículas no son tan grandes como en los sólidos, ni tan débiles como en los gases. En un líquido las partículas están más separadas que en los sólidos, pero mucho menos que en los gases. Las partículas se deslizan unas sobre otras sin llegar a perder el contacto entre ellas; esto permite que los líquidos puedan fluir fácilmente (tanto a los líquidos como a los gases se les conoce como fluidos, por su propiedad para fluir o desplazarse a lo largo de un recipiente).

62. Tipos de cambios de estado

Para que se produzca un cambio de estado de una sustancia, ha de variar la energía de sus partículas. Y esta variación de energía puede equivaler a un cambio en su temperatura o en su presión. Los cambios de estado podemos clasificarlos en:

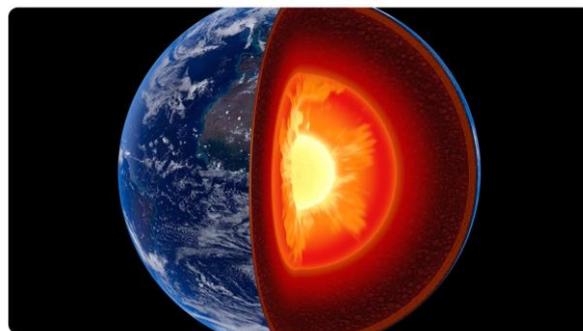
- Vaporización: Proceso mediante el cual una sustancia en estado líquido pasa a estado gaseoso. En función de lo rápido que ocurra el proceso, podemos distinguir dos formas de vaporización: Evaporación (el cambio de fase se produce lentamente en la superficie del líquido y a cualquier temperatura) y Ebullición (el cambio de fase se produce rápidamente a la temperatura de ebullición y en toda la masa del líquido). En el punto de ebullición la materia no aumenta su temperatura, sino que dedica el calor a realizar el cambio de estado).
- Condensación: Proceso contrario a la vaporización, de modo que una sustancia en estado gaseoso pasa a líquido. Esto ocurre, por ejemplo, cuando el vapor del ambiente se condensa en las ventanas porque son las superficies más frías de toda la casa, o cuando tapamos una olla de agua hirviendo.

- Fusión: Proceso mediante el cual una sustancia en estado sólido pasa a estado líquido (el sólido se funde). En el punto de fusión la materia no aumenta su temperatura, sino que dedica el calor a realizar el cambio de estado.
- Solidificación: Proceso contrario a la fusión. La sustancia pasa de estado líquido a sólido.
- Sublimación: Proceso mediante el cual una sustancia que se encuentra en estado sólido pasa a estado gaseoso, sin pasar por el estado líquido.
- Sublimación inversa: Proceso mediante el cual, una sustancia en estado gaseoso pasa a estado sólido sin pasar por el estado líquido. En la naturaleza, este fenómeno se da en la formación de escarcha.

En el siguiente vídeo del canal de YouTube “CienciaDeSofa” aprenderemos como los cambios de presión y de temperatura afectan a la composición interna del planeta Tierra:

<https://www.youtube.com/watch?v=nWUB7aS2OgM>

¿Por qué las rocas del interior de la Tierra emergen al exterior, en las erupciones volcánicas, en forma de lava líquida? ¿Cómo se explica el paso de núcleo líquido a núcleo sólido conforme nos acercamos al interior del planeta Tierra?



63. Propiedades de los átomos

En la Grecia antigua, siglo V a. C., la palabra átomo se empleaba para definir la partícula indivisible más pequeña que se podía concebir (a = sin, tomos = división). El conocimiento sobre el tamaño y la estructura del átomo ha aumentado a lo largo de la historia, gracias al avance de la ciencia.

Cuatro científicos contribuyeron (s. XIX y s. XX) especialmente al auge del conocimiento de la estructura del átomo que poseemos hoy en día: John Dalton (1808), J.J. Thomson (1904), Ernest Rutherford (1911) y Bohr (1913). Sus tesis se complementan, y nos han mostrado que todos los átomos presentan una misma estructura interna, formada por:

- El núcleo. Situado en el centro. Tiene un tamaño muy pequeño comparado con el átomo en su conjunto. Contiene casi toda la masa del átomo y su carga eléctrica es positiva. Está formado por dos tipos de partículas: Los protones, con carga positiva y los neutrones, sin carga. Ambas partículas presentan una masa muy parecida.
- La corteza. Es la zona externa del átomo, mucho mayor que el núcleo. En la corteza se desplazan los electrones, partículas de masa mucho más pequeña que la de los protones y neutrones. La carga eléctrica de los electrones es igual a la de los protones, pero de signo contrario. Es decir, la carga de los electrones es negativa.

Aunque Dalton pensaba que cada átomo se distinguía de otros por su masa, en realidad los átomos de un elemento químico se identifican por el número de partículas subatómicas que contienen. Un átomo se caracteriza por:

- Su número atómico (Z), que es igual al número de protones de su núcleo.
- Su número másico (A), que es igual a la suma del número de protones y del número de neutrones de su núcleo.

Si número atómico coincide con el número de electrones de la corteza, se dice que el átomo es neutro. Hay elementos de la tabla periódica con más facilidad que otros para añadir/perder electrones y cargarse eléctricamente formando iones.

Spongamos que el símbolo X representa un elemento cualquiera. A es su número másico y Z su número atómico. El elemento quedaría expresado de la siguiente forma: A_ZX .

Por ejemplo, existe el Carbono-12 que posee 6 protones y 6 neutrones: ${}^{12}_6X$. También existe el Carbono-13 que posee 6 protones y 7 neutrones: ${}^{13}_6X$. Y existe el Carbono-14 que posee 6 protones y 8 neutrones: ${}^{14}_6X$. Todos estos carbonos poseen el mismo número de protones (6), que es lo que identifica al elemento Carbono. Las variaciones en el número de neutrones dan lugar a los isótopos de un elemento. Por lo tanto, en nuestro ejemplo, el Carbono tiene tres isótopos distintos.

64. La tabla periódica de los elementos

A principios del siglo XIX se conocían 55 elementos químicos que se ordenaron en metales y no metales, pero esta lista no ha dejado de aumentar y en la actualidad se han caracterizado 118 elementos químicos de forma oficial.

Cuando se establece la existencia de un elemento químico, se le asigna un símbolo, formado por una o dos letras, la primera siempre en mayúscula, y se lleva a cabo un estudio que permita conocer su número atómico, másico y su comportamiento químico. Los símbolos son designados por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC). La tabla periódica es la disposición de los elementos químicos conocidos en filas (periodos) y columnas (grupos), ordenados en forma creciente de sus números atómicos y agruparlos verticalmente de acuerdo con sus propiedades químicas.

Para conocer el origen de la tabla periódica y su evolución a lo largo de la historia, cuentas con este vídeo rodado por alumnos del colegio en 2019:

<https://www.youtube.com/watch?v=J3JyWDnsOL0>

¿Cómo complementó el matrimonio Curie los estudios de Mendeléyev? ¿Qué elementos de la tabla periódica recuerdan a estos grandes científicos del s. XIX y del s. XX?

Puedes consultar la tabla periódica en el enlace:

<https://ptable.com>

Debes memorizar el nombre, el símbolo, el número atómico y la posición dentro de la tabla de los 118 elementos que se conocen actualmente.

Los átomos se unen entre sí para formar combinaciones diversas más estables que cuando están separados. Las uniones entre átomos se llaman enlaces químicos. Estas uniones pueden tener lugar entre átomos iguales formando sustancias simples (como el oxígeno molecular O_2); o entre átomos distintos formando compuestos químicos (como el agua H_2O).

Una molécula es una agrupación independiente y estable de varios átomos, ya sean iguales o distintos. Los elementos y compuestos se representan mediante una fórmula química que indican la clase de átomos que componen la sustancia y la proporción en la que intervienen (mediante subíndices). Por ejemplo, la molécula de agua H_2O indica que dicha molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.

65. Sustancias puras: Elementos y Compuestos.

Una sustancia pura es aquella cuya composición no varía, aunque cambien las condiciones físicas en que se encuentre. Por ejemplo, el agua tiene una fórmula química que es H_2O y es siempre la misma, lo que indica que está formada por moléculas en las que hay 2 átomos de hidrógeno y 1 átomo de oxígeno. Si cambiara esa fórmula, sería otra sustancia diferente.

Una sustancia pura no se puede descomponer en otras sustancias más simples utilizando métodos físicos. Una sustancia pura tiene características propias y definidas. Dentro de las sustancias puras se distinguen dos tipos: elementos y compuestos.

Los elementos son sustancias puras que no se pueden descomponer en otras más simples por ningún procedimiento ni físico ni químico. Están formadas por un único tipo de átomo. Los elementos forman la tabla periódica. En su fórmula química solo aparece el símbolo de un elemento. Por ejemplo: hierro (Fe), hidrógeno (H_2), oxígeno (O_2), Oro (Au), etc.

Los compuestos son sustancias puras que sí se pueden descomponer en otras sustancias más simples (elementos) por medio de métodos químicos. Corresponden a un solo tipo de moléculas y en su fórmula química aparecen los símbolos de dos o más elementos. Un ejemplo: Agua (H_2O), formada por los elementos hidrógeno y oxígeno. Otro ejemplo: Sal común (NaCl), formada por los elementos sodio y cloro. Otro ejemplo: Amoniaco (NH_3), formado por los elementos nitrógeno e hidrógeno.

66. Mezclas: Heterogéneas y Homogéneas.

Una mezcla es la combinación de dos o más sustancias puras que se pueden separar mediante métodos físicos. No tiene propiedades características fijas pues el porcentaje de cada sustancia en la mezcla puede variar. Podemos diferenciar dos tipos de mezclas: heterogéneas y homogéneas.

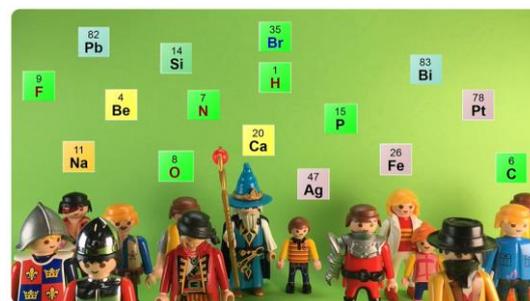
Una mezcla heterogénea es una mezcla en la que es posible distinguir sus componentes a simple vista o mediante procedimientos ópticos. Ejemplo: Agua y aceite, granito (cuarzo, feldespato y mica), etc. En una mezcla heterogénea formada por aceite y agua pueden distinguirse sus componentes, perfectamente, a simple vista. Puede verse la capa de agua en la parte inferior (tiene mayor densidad) y la capa de aceite en la parte superior (tiene menor densidad). En este caso, ambos componentes (aceite y agua) son inmiscibles entre sí y por ello se observa que están perfectamente separados.

Una mezcla homogénea es una mezcla en la que no es posible distinguir sus componentes ni a simple vista ni a través de ningún procedimiento óptico. Este tipo de mezcla también se llama disolución. Ejemplo: agua con sal (si no llega al punto de saturación, que no acepta más sal para disolver). El componente de la disolución que se encuentra en mayor cantidad o proporción se llama disolvente y los que aparecen en menor cantidad o proporción se llaman solutos. Ejemplo: En una disolución de sal en agua, la sal es el soluto y el agua es el disolvente. En una cristalización de sulfato de cobre, por ejemplo, mezclamos el disolvente agua con el soluto sulfato de cobre.

Cuando en una disolución hay muy poco soluto, la disolución es diluida. Cuando la proporción de soluto es considerable se dice que es concentrada. Si ya hemos alcanzado la máxima cantidad de soluto que se puede disolver, la disolución está saturada.

67. Técnicas de separación de mezclas

La cristalización es un procedimiento que se emplea para separar mezclas homogéneas de un sólido disuelto en un líquido. Esta técnica consiste en hacer que cristalice un soluto sólido, con objeto de separarlo del disolvente en el que está disuelto. Para ello es conveniente evaporar parte del disolvente o dejar que el proceso ocurra a temperatura ambiente.



Un móvil, tres chicos y 150 años de Tabla Periódica. Colegio Marista "La Inmaculada" de Granada

Colegio Maristas L... 816 suscriptores

La destilación es un procedimiento que se emplea para separar mezclas homogéneas de dos líquidos miscibles que hierven a temperaturas muy diferentes o también un sólido que tiene un líquido disuelto. Ejemplo: Esta técnica se emplea para separar mezclas de agua y alcohol. El alcohol es más volátil que el agua y es la primera sustancia en hervir, enfriándose después y separándose así del agua.

El tamizado es un procedimiento que se emplea para separar mezclas heterogéneas sólidas donde uno de los componentes tiene un tamaño muy distinto al otro. Por ejemplo: Separar arena de piedras.

La filtración es un procedimiento que se emplea para separar mezclas heterogéneas sólido-líquido donde el sólido es insoluble en el líquido (por ejemplo: arena y agua). Se basa en que las partículas del sólido son mucho más grandes que las partículas del líquido; con lo cual, éste atravesará sin problemas los poros del filtro, mientras que las partículas del sólido quedarán retenidas.

La separación magnética es un procedimiento que se emplea cuando uno de los componentes de la mezcla heterogénea es ferromagnético (Fe, Ni, Co), el cual se separa del resto empleando un imán.

La decantación es un procedimiento que se emplea para separar mezclas heterogéneas de líquidos inmiscibles con diferente densidad. Para este procedimiento se usa un embudo llamado embudo de decantación, que tiene una válvula en la parte inferior. Cuando los dos líquidos están claramente separados, la válvula se abre y sale primero el líquido de mayor densidad (como ocurre, por ejemplo, en la mezcla de agua con aceite, donde el agua queda depositada en el fondo por su mayor densidad).

68. El litro como unidad de volumen

Ya hemos estudiado que la unidad del S.I. de volumen es el metro cúbico. Esta unidad es muy grande para medir volúmenes pequeños, como el contenido de un vaso de agua. En estos casos es bastante usual emplear la escala del litro, que se relaciona con la escala del metro cúbico con cualquiera de las siguientes relaciones:

- $1 \text{ m}^3 = 1.000 \text{ L}$
- $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L}$
- $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL}$

69. Concentración de una disolución

Para relacionar la cantidad de soluto con la cantidad de disolvente, se emplea una magnitud llamada concentración:

$$\text{Concentración en masa } \left(\frac{\text{g}}{\text{L}}\right) = \frac{\text{Masa de soluto (g)}}{\text{Volumen de disolución (L)}}$$

Por ejemplo, una concentración de 10 g/L contiene 10 gramos de soluto disueltos en un volumen de 1 Litro de disolución. Cuando el volumen que ocupa el soluto es muy pequeño comparado con el volumen del disolvente, suele aproximarse el volumen de la disolución al volumen del disolvente.

También es común utilizar porcentajes al hablar de disolución. Por ejemplo: una disolución al 10% significa que contiene 10 gramos de soluto por cada 100 gramos de disolución.

70. Cambios químicos: Reacciones químicas

Un cambio químico es un proceso o fenómeno en los que sí se modifica la naturaleza o composición de las sustancias de partida, obteniéndose otras sustancias nuevas. Cuando se produce un cambio químico tiene lugar una reacción química. En una reacción química distinguimos:

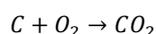
- Reactivos: Son las sustancias que intervienen en una reacción química.
- Productos: Son las sustancias que se obtienen al final de la reacción química.

Es decir, en una reacción química los reactivos se transforman en los productos.

Las reacciones químicas se representan mediante ecuaciones químicas: *Reactivos* → *Productos*. Por ejemplo, el carbono reacciona con el oxígeno para formar dióxido de carbono y se representa: $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$.

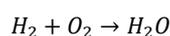
71. Ajuste de reacciones químicas

Las ecuaciones químicas deben estar ajustadas, es decir, el número de átomos de cada elemento ha de coincidir en ambos miembros de la reacción. En el ejemplo anterior:

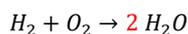


En los reactivos aparece un átomo de carbono y en los productos un átomo de carbono. Y en los reactivos aparecen dos átomos de oxígeno y en los productos también encontramos dos átomos de oxígeno.

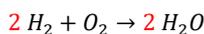
¿Cómo ajustar las reacciones? Primero, escribimos todos los elementos y compuestos que aparecen en la reacción. Por ejemplo, para formar agua, partimos de hidrógeno molecular (dos átomos de hidrógeno forman la molécula de hidrógeno) y de oxígeno molecular (dos átomos de oxígeno forman la molécula de oxígeno):



Delante de las fórmulas químicas escribimos números (coeficientes estequiométricos) para ajustar el número de átomos de cada elemento en ambos miembros de la ecuación. Si en nuestro ejemplo ajustamos el oxígeno, vemos que necesitamos un factor 2 en los productos.



El oxígeno ya está ajustado. Pero el hidrógeno no. ¿Cómo arreglarlo? Añadiendo otro factor 2 delante del hidrógeno de los reactivos:



Y ya tenemos la reacción química ajustada: dos moléculas de hidrógeno molecular se unen con una molécula de oxígeno molecular para formar dos moléculas de agua.

72. Ley de conservación de la masa

El científico francés Antoine Lavoisier (1743-1798) estableció la ley de conservación de la masa, que afirma que en toda reacción química la masa de los reactivos es igual a la masa de los productos.

$$\text{masa reactivos} = \text{masa productos}$$

Esta ley está muy relacionada con las propiedades de la Energía que estudiamos en su momento. La Energía ni se crea ni se destruye, solo se transforma. De igual manera, la masa de los reactivos ni se crea ni se destruye, solo se transforma en la masa de los productos.

73. Ley de las proporciones definidas

El también científico francés Louis Proust (1754-1826), tras mucho experimentar, enunció una ley que establece una relación constante entre las masas de los elementos que forman un compuesto. La ley de las proporciones definidas establece que cuando dos o más elementos se combinan para formar un compuesto, las relaciones entre sus masas es constante:

Si tenemos un compuesto formado por un elemento A y por un elemento B, se cumple:

$$\frac{\text{masa del elemento A}}{\text{masa del elemento B}} = \text{constante}$$

Por ejemplo, si combinamos 4 g de azufre (S) con 7 g de hierro (Fe), la reacción química produce 11 g de sulfuro de hierro (FeS). Y si combinamos 8 g de S con 14 g de Fe, tendremos 22 g de FeS.

Esto implica, por ejemplo, que si unimos 8 g de S con 15 g de Fe, tendremos 22 g de FeS y sobrará 1 g de Fe, que habrá quedado sin reaccionar.

74. El número de oxidación de los elementos de la tabla periódica

Cada elemento de la tabla periódica posee, como mínimo, un número de oxidación.

Un número de oxidación positivo indica los electrones que cede ese elemento para alcanzar la estructura de gas noble (grupo 18 de la tabla periódica). Un número de oxidación negativo indica los electrones que necesita ese elemento para alcanzar la estructura de gas noble.

Cuando se forma un compuesto con carga neutra, la suma de los números de oxidación de todos los elementos que forman el compuesto debe ser cero.

En 2ºESO no vamos a memorizar los números de oxidación de los elementos. En los problemas que resolvamos en clase, este dato siempre aparecerá en el enunciado. Algunos ejemplos son:

- Todos los elementos del grupo 1 poseen número de oxidación +1, salvo el hidrógeno que también puede tener -1.
- Todos los elementos del grupo 2 poseen número de oxidación +2.
- Hierro, Cobalto y Níquel poseen números de oxidación +2 y +3.
- Aluminio posee +3.
- Carbono tiene -4, +2 y +4.
- Oxígeno presenta -2 y -1.
- Flúor tiene -1.

Este curso sólo vamos a estudiar compuestos formados por dos elementos. A la izquierda siempre se escribe el símbolo del elemento más metálico (elemento que cede electrones y tiene número de oxidación positivo). Y a la derecha, el símbolo del elemento menos metálico (elemento que capta electrones y tiene número de oxidación negativo).

A continuación se intercambian los números de oxidación y, sin el signo, se colocan como subíndice para conseguir una carga total nula.

¡No te preocupes si al principio te cuesta formular correctamente y nombrar los compuestos! Vamos a trabajar con ejemplo sencillos, que repetiremos varias veces, y que son una preparación para cursos posteriores (donde sí estudiarás formulación en profundidad).

75. Combinaciones binarias del oxígeno: Óxidos, Haluros del oxígeno y Peróxidos

El oxígeno se combina con todos los elementos químicos, salvo con los gases nobles.

Un óxido es la combinación del oxígeno con un metal o un no metal, excepto flúor, cloro, bromo, yodo, astato y teneso.

En los óxidos el oxígeno actúa con número de oxidación -2. Se nombran con la palabra “óxido” seguido del nombre del elemento que combina con el oxígeno, indicando la proporción de los constituyentes mediante los prefijos multiplicadores. Cuando los subíndices de ambos elementos son pares, se pueden simplificar.

- di- 2
- tri- 3
- tetra- 4
- penta- 5
- hexa- 6
- hepta- 7

Algunos ejemplos de óxidos:

- Ga_2O_3 Trióxido de galio
- $Ba_2O_3 \rightarrow simplificar \rightarrow BaO$ Óxido de Bario
- SnO Óxido de Estaño
- Fe_2O_3 Trióxido de dihierro

Los halógenos son los elementos del grupo 17 de la tabla periódica: Flúor, Cloro, Bromo, Yodo, Astatino y Teneso. Se combinan con el oxígeno formando haluros. Siguiendo la norma de escribir primero el elemento más metálico, en los haluros se escribe primero el oxígeno. Se nombran con el prefijo di- seguido de la raíz del nombre del halógeno terminada en -uro; luego la preposición “de” y, a continuación, el término “oxígeno” con el prefijo multiplicador correspondiente.

- O_3Br_2 Dibromuro de trioxígeno
- OCl_2 Dicloruro de oxígeno
- O_7Cl_2 Dicloruro de heptaoxígeno

En algunas reacciones químicas, el oxígeno no aparece como elemento aislado sino como la unión de dos átomos de oxígeno, donde cada átomo funciona con número de oxidación -1. Esto se conoce como ion peróxido O_2^{-2} , que en su conjunto funciona con número de oxidación -2.

Un peróxido es la unión de un metal con el ion peróxido. En su fórmula química, los peróxidos solo se pueden simplificar cuando el oxígeno tenga un subíndice par mayor que 2 (ya que el 2 del oxígeno forma parte del ion peróxido):

- Au_2O_2 Dióxido de oro
- ZnO_2 Dióxido de zinc
- PtO_4 Tetraóxido de platino

76. Combinaciones binarias del hidrógeno: Hidruros

Un hidruro metálico es la combinación de un metal con hidrógeno.

En los hidruros metálicos, el hidrógeno actúa con número de oxidación -1 y el metal siempre actúa con alguno de sus números de oxidación positivos. Se nombran con la palabra “hidruro” seguido del nombre del metal que se combina con el hidrógeno:

- CoH_3 Trihidruro de cobalto
- NiH_2 Dihidruro de níquel

Un hidruro progenitor es la combinación de un elemento de los grupos 13 a 17 con hidrógeno. En estos casos:

- Los elementos de los grupos 13, 14 y 15 actúan con número de oxidación positivo, mientras que el hidrógeno lo hace con número de oxidación -1. El hidrógeno se escribe a la derecha.
- Los elementos de los grupos 16 y 17 actúan con número de oxidación -2 o -1, mientras que el hidrógeno actúa con número de oxidación -1. El hidrógeno se escribe a la izquierda.

Veamos algunos ejemplos de hidruros progenitores:

- SbH_3 Trihidruro de antimonio
- H_2S Sulfuro de dihidrógeno

77. Nomenclatura de las Sales

Una sal binaria es la combinación de dos elementos químicos, uno de ellos, al menos, no metal. Las sales binarias pueden ser neutras o volátiles.

Una sal neutra es la combinación de un metal y un no metal. El metal actúa como número de oxidación positivo y el no metal con número de oxidación negativo. Se nombran con la raíz del nombre del no metal acabada en -uro, seguido de la preposición “de” y del nombre del metal:

- Cr_2S_3 Trisulfuro de dicromo
- $NaCl$ Cloruro de sodio
- $FeCl_2$ Dicloruro de hierro
- Li_2S Sulfuro de litio

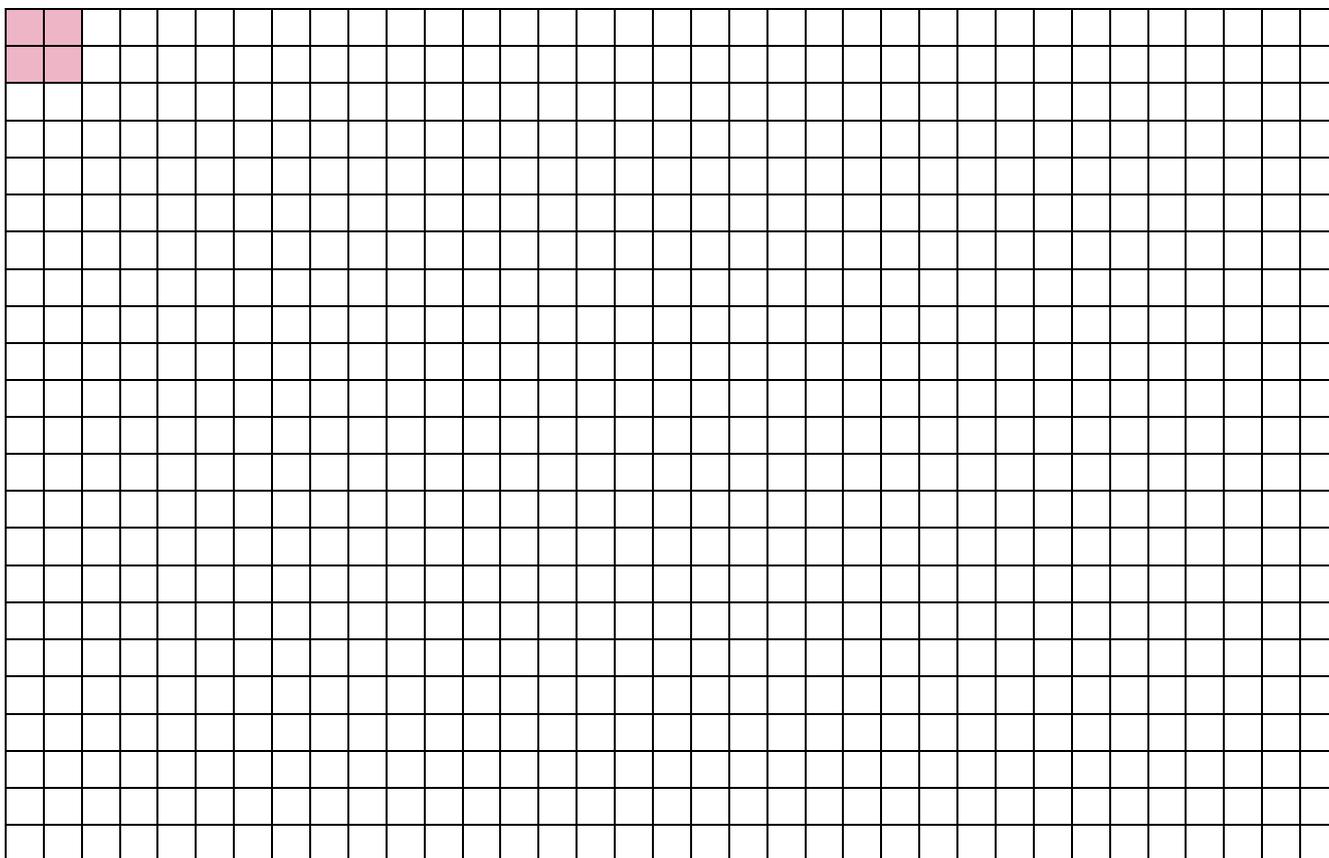
Una sal volátil es la combinación de un no metal y un no metal. El elemento más metálico actúa con número de oxidación positivo, y el menos metálico con número de oxidación negativo. Se escribe primero el símbolo del elemento más metálico. Se nombran con la raíz del nombre del elemento situado a la derecha acabada en -uro, seguido de la preposición "de" y el nombre del otro elemento:

- CS_2 Disulfuro de carbono
- BP Fosfuro de boro
- CCl_4 Tetracloruro de carbono

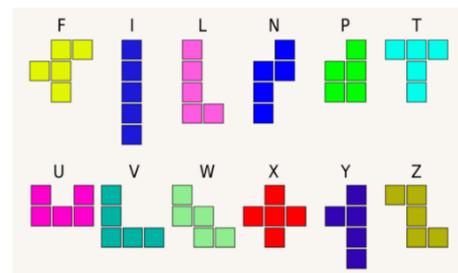
Problemas (los ejercicios están resueltos en la web de la asignatura)

Ejercicios esenciales del Tema 1: Magnitudes y unidades. Aprender a medir

1.1. La siguiente rejilla está formada por cuadraditos. La longitud del lado de cada cuadradito es de 0,5 cm. La operación matemática del producto $b \times a$ es equivalente al cálculo del área de un rectángulo de base b y altura a . Por lo tanto, cada cuadradito posee un área igual a $0,5 \text{ cm} \times 0,5 \text{ cm} = 0,25 \text{ cm}^2$. ¿Cómo es posible que el número asociado al área (0,25) haya resultado más pequeño que el número asociado al lado del cuadradito (0,5)? ¿Podemos comparar longitud con área? ¿Eres capaz de dibujar en la rejilla otras figuras distintas al cuadrado y que posean el mismo área de 1 cm^2 ? ¿Existen infinitas figuras distintas de área 1 cm^2 ? ¿Existen figuras simétricas o relacionadas mediante giros?

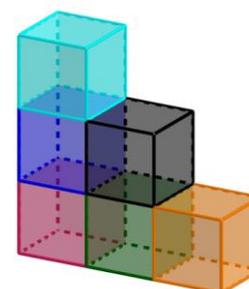


1.2. Un pentominó es una figura plana formada por 5 cuadrados unidos por sus lados. Hay 12 pentominós posibles. Si la longitud de cada lado es 1 unidad, ¿cuál es el área de cada pentominó? ¿Y el perímetro? ¿Puedes crear rectángulos con los pentominós?



1.3. Un cubo es una figura geométrica de 6 caras, donde cada cara es un cuadrado. El lado de cada uno de los cuadrados se llama arista. Los policubos son “muchos cubos” que pueden engancharse por sus caras laterales. La longitud de las aristas de los policubos es de 2 cm. ¿Cuánto valdrá el volumen de un policubo en centímetros cúbicos? ¿Cuánto valdrá el volumen, en centímetros cúbicos, de un cubo formado por 2 policubos de arista? ¿Y si el cubo está formado por 3 policubos de arista? ¿Y si está formado por “n” policubos?

Calcula el volumen total de la figura en forma de escalera de la derecha y el área total de todas sus caras externas. Expresa los resultados finales en notación científica y en las unidades de referencia del S.I.



1.4. Expresa las siguientes magnitudes en la unidad indicada entre paréntesis, siguiendo el convenio de notación científica:

- | | | |
|-------------------------|---|--|
| a) 421 hm (m) | b) 56,3 cm (m) | c) 1.324 g (kg) |
| d) 3,25 h (s) | e) 234,56 km ² (m ²) | f) 0,37 hm ³ (m ³) |
| g) 0,00000006239 mm (m) | h) 5782 cm ² (m ²) | i) 67,989 dam ³ (m ³) |

1.5. Colocamos 1 grano de arroz en la primera casilla del tablero de ajedrez, luego 2 granos de arroz en la segunda casilla, luego 4 granos de arroz en la tercera casilla, etc. Y vamos doblando, sucesivamente, la cantidad de granos de arroz al pasar a la siguiente casilla. ¿En qué casilla habremos sobrepasado los 1.000 millones de granos de arroz?

1.6. Expresa los siguientes resultados en notación científica y con potencias de exponente negativo:

- a) $\frac{245,68911}{10^5}$ b) $\frac{0,101012}{10^7}$

1.7. Simplifica las siguientes operaciones con potencias:

a) $\frac{10^4 \cdot 10^6}{10^2 \cdot 10^3}$

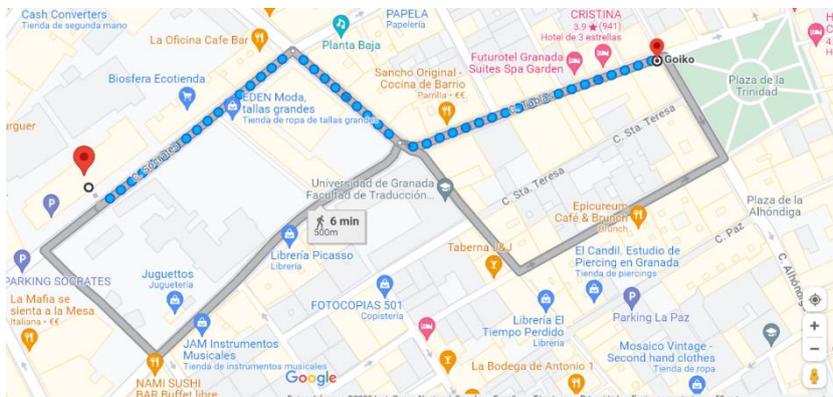
b) $\frac{10^{-3} \cdot 10^7 \cdot 10}{10^5 \cdot 10^2 \cdot 10^{-1}}$

c) $\frac{5^2 \cdot 10^3 \cdot 3^3}{5 \cdot 10^2 \cdot 3^2}$

d) $(100^2 \cdot 1000^3 \cdot 10)^4 : [(1000)^3]^4$

e) $[(9 \cdot 4)^3 \cdot 81^2 \cdot 16^3 \cdot 24] : (54^2 \cdot 12^3 \cdot 36^5)$

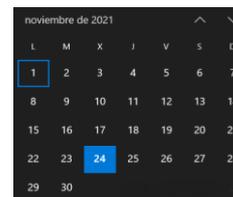
1.8. El siguiente mapa de Google Maps muestra, con puntitos azules, el camino más corto que conecta a pie dos puntos de la ciudad de Granada: Desde el Colegio Marista a la Plaza de la Trinidad (destacados con sendos iconos rojos). La escala situada en la esquina inferior derecha de la imagen indica un segmento del mapa que se corresponde con 50 metros de la realidad. ¿Eres capaz de estimar la distancia real entre los dos puntos señalados en rojo en el mapa?



1.9. La siguiente imagen muestra, resaltado por un rectángulo, un campo de fútbol sala del Colegio Marista “La Inmaculada” de Granada. Con ayuda de la escala indicada en la imagen, calcula el área del campo de fútbol sala en metros cuadrados y en kilómetros cuadrados. Utiliza notación científica.



1.10. María trabaja en 2021, de lunes a viernes, 8 horas diarias. El día 1 de noviembre fue festivo y no trabajó. Por cada 90 minutos de trabajo recibe 40€ de sueldo. ¿Cuánto dinero habrá obtenido por su trabajo desde el 1 de noviembre hasta el 24 de noviembre de 2021? Tienes, como ayuda, una imagen a la derecha con el calendario del mes de noviembre de 2021.

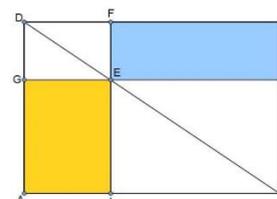


1.11. Tenemos un cuaderno de dimensiones $3,00 \pm 0,01 \text{ dm} \times 20,3 \pm 0,1 \text{ cm} \times 11 \pm 1 \text{ mm}$ y una caja de volumen 10^{-2} m^3 . ¿Cuántos cuadernos, como máximo, cabrían en la caja?

1.12. La imagen de la derecha está tomada de la web:

<https://maticascercanas.com/2017/10/11/rectangulo-mayor-area>

¿Qué rectángulo tiene mayor área? ¿El azul o el amarillo? ¿Cómo podemos cuantificar de manera objetiva lo que nos propone la intuición a simple vista? ¿Es la aproximación un método válido en ciencias y en matemáticas? ¿Existe el conocimiento científico sin error?



1.13. La web <https://estimation180.com> es una creación de Andrew Stadel para trabajar la intuición, la estimación y la aproximación numérica.

About how many cheeseballs will fit on the plate?

Posee diversos desafíos ilustrados por una imagen o por un vídeo. En la siguiente actividad la pregunta es: ¿Cuántos “cheetos” entran en el plato?



<https://estimation180.com/day-207>

Ejercicios esenciales del Tema 2: Método científico. Plantear hipótesis

2.1. Watch the video below and fill in the blanks with the lyrics of the song “Think like a scientist”. The song describes the scientific method phases: <https://www.youtube.com/watch?v=DChofjUH488>

THINK LIKE A SCIENTIST, THINK LIKE A SCIENTIST

PUT THE PROCESS IN “YA” _____

LET’S GET _____ **TRYING THIS!**

THINK LIKE A SCIENTIST, THINK LIKE A _____

RULE THAT LAB LIKE A FIERCE SCIENCE LIONESS!!!

Observe: Ask a _____!

Hypothesize: Propose an answer.

Experiment: _____ the question!

Analyze: Look at the _____!

Report: (There it is!) Tell em what you learned!

BRING THAT LAB HEAT Y’ALL!

It’s Bunson burned!

Wait!? Isn’t that the SCIENTIFIC _____?

Yeah, that’s another way of saying it! Got it!

To OBSERVE, you ask a question. And then start to theorize.

Make an _____ guess about the question.

In order to _____

When you EXPERIMENT, test the question.

Then ANALYZE or study what happened.

Finally, you can REPORT the results.

_____ it in writing and then start rapping.

Let’s rap now!

... *CHORUS* ...

Alright, here’s my _____:

What can I use to stop an _____ from breaking when it’s dropped?

_____ : What’s the question?

Could bread protect an egg if I drop it?

_____ : make an educated guess.

I bet three slices would nicely stop it.

_____ : try it out!

I had to _____ a lot of eggs.

_____ : I can keep the egg safe.

with _____ slices of bread!

_____ : Share the data, don’t keep it in your head.

Graphs, pictures, and writing EARN YOU REAL SCIENTIST CRED.

I’m a scientist!

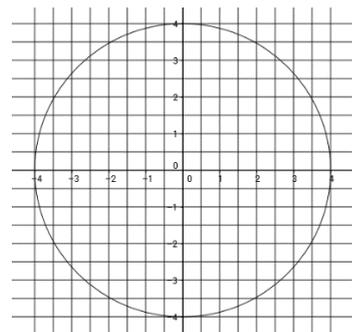
... *CHORUS* ...

2.2. El área de un círculo es igual a: $\text{Área del círculo} = \pi \cdot \text{radio}^2$. El área de un cuadrado es igual a: $\text{Área del cuadrado} = \text{lado}^2$. Imagina un círculo de radio 4 unidades y con el centro en el origen de coordenadas. Trazamos líneas verticales y horizontales separadas 0,5 unidades. Imagina un cuadrado de lado 8 unidades, que contiene en su interior al círculo anterior.

$$\frac{\text{Área del cuadrado}}{\text{Área del círculo}} = \frac{4 \cdot \text{radio}^2}{\pi \cdot \text{radio}^2} \rightarrow \text{simplificar} \rightarrow \frac{\text{Área del cuadrado}}{\text{Área del círculo}} = \frac{4}{\pi} \approx 1,27 \dots$$

Donde hemos aproximado el número pi al valor 3,1416.

Colorea en rojo todos los cuadraditos que estén contenidos por completo dentro del círculo. Colorea en verde aquellos cuadraditos que tienen partes dentro y fuera del círculo, pero que la mayor parte queda dentro del círculo. Con ayuda de estos cuadraditos rojos y verdes, haz una estimación del número anterior 1,27 que relaciona el área del cuadrado con el área del círculo. Explica paso a paso tu razonamiento.



2.3. Con ayuda de la siguiente tabla de equivalencia entre los colores de los policubos y los primeros números primos, expresa con colores el Máximo Común Divisor de los números 8, 16 y 20, y el mínimo común múltiplo de los números 12, 25 y 70.

Blanco	Rosa	Rojo	Naranja	Amarillo	Verde claro	Verde oscuro	Azul	Marrón	Negro
2	3	5	7	11	13	17	19	23	29

2.4. En la calle Camino de Ronda de Granada existen multitud de semáforos para los coches. Todos los días, a las 4 a.m., se reinicia el sistema informático que controla los semáforos y los pone a la vez todos en rojo. A esa hora hay poco tráfico y el reinicio del sistema no genera atascos de vehículos. En un tramo de 400 metros de la calle hay cuatro semáforos prácticamente consecutivos. El ayuntamiento desea que la coincidencia de pasar a rojo todos a la vez no vuelva a repetirse antes de las 4 a.m. del día siguiente (hora del reinicio del sistema), para evitar atascos en momentos de mayor tráfico.

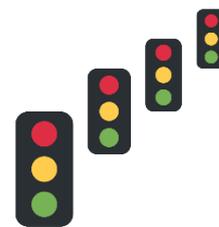
El semáforo 1 está 10 segundos en rojo, 43 segundos en verde y 3 segundos en ámbar.

El semáforo 2 está 12 segundos en rojo, 50 segundos en verde y 3 segundos en ámbar.

El semáforo 3 está 14 segundos en rojo y 63 segundos en verde y 3 segundos en ámbar.

El semáforo 4 está 16 segundos en rojo y 71 segundos en verde y 3 segundos en ámbar.

¿Con estos tiempos de funcionamiento en rojo, verde y ámbar se consigue el objetivo del ayuntamiento?

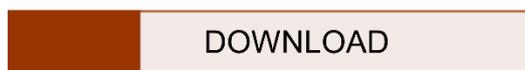


2.5. Un pastelero posee 38 pasteles y cajas de 3 y 7 unidades. Todos los pasteles deben quedar empaquetados, y no pueden quedar cajas con espacios vacíos. ¿De cuántas formas distintas pueden empaquetarse los pasteles?

2.6. Tenemos 50€ en monedas. Solo contamos con monedas de 50 céntimos, 1 euro y 2 euros. ¿Podemos tener esa cantidad utilizando monedas de 50 céntimos, 1 euro y 2 euro, sabiendo que el número de monedas de 50 céntimos son impares? ¿Podemos tener esa cantidad contando con el mismo número de monedas de cada tipo (mismo número de monedas de 50 céntimos, que de 1 euro y que de 2 euros)?

Ejercicios esenciales del Tema 3: Espacio, tiempo y velocidad en MRU. Factores de conversión

3.1. La siguiente imagen muestra una barra de descarga de un archivo por internet, tras 20 segundos desde el inicio de la descarga.



¿Se te ocurre alguna forma de poder aproximar el tiempo que debemos esperar a que se descargue todo el archivo? ¿Qué hipótesis debemos asumir para poder hacer esta aproximación? ¿Qué significa el término “velocidad de descarga”?

3.2. La siguiente tabla muestra la distancia caminada, en una etapa, por distintos peregrinos del Camino de Santiago y el tiempo empleado.

Peregrino	Distancia	Tiempo
Antonio	20 km	4 horas
María	25 km	5 horas
Clara	23 km	4 horas y 15 minutos
Pepe	30 km	6 horas y 30 minutos

¿Quién ha caminado más distancia? ¿Quién ha tardado más tiempo? ¿Es lo mismo 4 horas y 15 minutos que 4,15 horas? ¿Es lo mismo 6 horas y 30 minutos que 6,30 horas? ¿Quién ha sido más rápido caminando? ¿Qué hipótesis debemos plantear para saber quién es más rápido?

3.3. El récord del mundo de los 100 metros lisos masculinos es de 9,58 segundos. Logrado por el atleta jamaicano Usain Bolt en Berlín, en 2009. Algunas calles de Granada tienen radares para controlar la velocidad máxima a la que circulan los vehículos. En muchas calles del centro, la velocidad máxima permitida es de 30 km/h. ¿Podría multar un radar a Usain Bolt si hubiese corrido, por el centro de Granada, al ritmo de su récord del mundo? Asumimos velocidad constante en el movimiento de Bolt.



3.4. Mira las imágenes de la siguiente tabla. ¿Crees que la segunda imagen mantiene la misma proporción ancho/alto que la primera? ¿Cuál es la razón numérica de proporción? ¿Qué le pasa a la tercera imagen respecto de las dos primeras?

2 cm de ancho 1,5 cm de alto	3 cm de ancho 2,25 cm de alto	6 cm de ancho 2 cm de alto
		

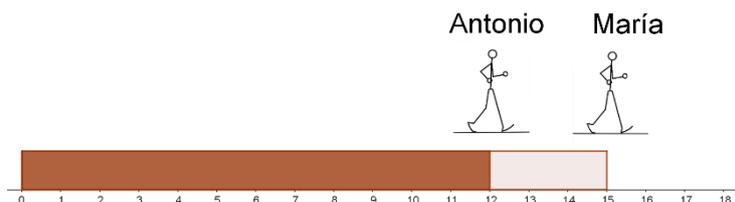
3.5. Los atletas profesionales de maratón poseen gran facilidad para correr a un ritmo constante durante muchos kilómetros. La siguiente tabla muestra los datos de entrenamiento de un día de la atleta española Marta Galimany, que en 2022 fue récord de España de Maratón.

Distancia	Tiempo de paso (minutos : segundos)
0 km	00:00
5 km	17:30
10 km	35:00
15 km	¿?¿?

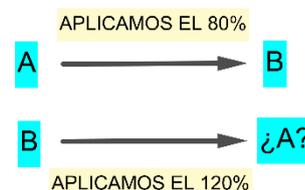
Si admitimos la hipótesis de que Marta Galimany corre a la misma velocidad durante todo su entrenamiento, ¿cuál será su tiempo de paso a los 15 km? ¿Cuál es la razón numérica entre el tiempo de paso y la distancia recorrida? ¿Tiene esa razón numérica las unidades de una velocidad? ¿Por qué crees que los “runners” de todo el mundo hablan de ritmo y no de velocidad?

3.6. La distancia del Sol a la Tierra es de aproximadamente 150 millones de kilómetros. La luz que sale del Sol tarda, aproximadamente, 500 segundos en llegar a la Tierra. Calcula la velocidad a la que viaja la luz por el espacio, asumiendo que estamos en un caso de M.R.U.

3.7. María camina 15 km en un día. Esa cantidad es la unidad de referencia. Antonio camina 12 km ese mismo día, y queremos saber qué relación hay entre la distancia caminada por Antonio y la distancia caminada por María. ¿Cambian los cálculos y la interpretación de los resultados si tomamos a Antonio como unidad de referencia?



3.8. Si a una cantidad A le aplicamos el 80%, obtenemos una cantidad B. Si ahora a esa cantidad B le aplicamos el 120%, ¿volveríamos a obtener el valor de A?



3.9. Un coche recorre la distancia entre Málaga y Granada en 74 minutos. Ambas ciudades están separadas por 125 km. ¿Cuál ha sido su velocidad media durante el trayecto? Expresar el resultado en m/s.

3.10. En el laboratorio hemos realizado la experiencia de una canica cayendo por un tubo lleno de gel con glicerina. Y hemos supuesto que el movimiento de caída se aproxima a un M.R.U. Imagina que un grupo de trabajo realiza tres medidas temporales de $21,23 \pm 0,01$ s, $22,34 \pm 0,01$ s y $21,74 \pm 0,01$ s. Y que la distancia recorrida por las canicas en el vaso calibrado fue de 185 ± 1 mm. ¿Cuánto vale la velocidad media de caída, en unidades de cm/s?

3.11. A los 2 s de comenzar a medir, un objeto se encuentra a 5 m del origen de coordenadas. Y a los 3 s de comenzar a medir, se encuentra a 1 m del origen de coordenadas. Suponiendo M.R.U., ¿cuál es la velocidad del movimiento?

3.12. En un plano de una ciudad, una calle de 350 metros de longitud mide 2,8 cm. ¿Cuánto medirá sobre ese mismo plano otra calle de 200 metros?

3.13. Un automóvil ha tardado en hacer el recorrido entre dos pueblos una hora y treinta minutos, a una media de 100 km/h. ¿Cuánto tardará un autobús a una media de 90 km/h?

3.14. Un robot, en una cadena de montaje de automóviles, es capaz de poner 13 puntos de soldadura en 20 segundos. ¿Cuántos puntos de soldadura puede poner en una hora?

3.15. Un padre reparte entre sus tres hijos 180 € de forma directamente proporcional a sus edades, que son 12, 9 y 3 años respectivamente. ¿Qué cantidad le corresponde a cada uno de ellos?

3.16. Antonio, Alba y Alberto son tres camareros que siempre se reparten las propinas del mes en función de las horas diarias que trabaja cada uno. Antonio trabaja 8 horas al día y este mes le han correspondido 124 €. Si Alba trabaja 6 horas al día y Alberto 4 horas al día, ¿cuánto les corresponde a ellos? ¿A cuánto han ascendido las propinas este mes?

3.17. Cuando un mecanismo posee dos ruedas conectadas por una correa de transmisión, el número de giros de cada rueda es inversamente proporcional al radio de la rueda. Es decir, a mayor radio menor número de vueltas. Si tenemos dos ruedas conectadas, de radios 25 cm y 75 cm respectivamente, ¿cuántas vueltas da la segunda rueda si la primera da 300 vueltas en un tiempo determinado?

3.18. Diego tenía que resolver 20 problemas de matemáticas. Si resolvió bien el 30% de los problemas, ¿cuántos hizo correctamente? ¿Cuántos tendría que haber resuelto correctamente para que el porcentaje de problemas bien hechos hubiera sido del 85%?

3.19. La siguiente tabla muestra la población de un grupo de países y el número de teléfonos móviles en uso.

Datos 2021 – Fuente: https://www.gapminder.org		
País	Población (número de habitantes)	Número de teléfonos móviles con línea operativa
China	$1,43 \times 10^9$	$1,73 \times 10^9$
India	$1,41 \times 10^9$	$1,15 \times 10^9$
Estados Unidos	$3,37 \times 10^8$	$3,62 \times 10^8$
Brasil	$2,14 \times 10^8$	$2,2 \times 10^8$
Nigeria	$2,13 \times 10^8$	$1,95 \times 10^8$
México	$1,27 \times 10^8$	$1,24 \times 10^8$
Etiopía	$1,20 \times 10^8$	$4,45 \times 10^7$
Alemania	$8,34 \times 10^7$	$1,06 \times 10^8$
España	$4,75 \times 10^7$	$5,65 \times 10^7$
Australia	$2,59 \times 10^7$	$2,71 \times 10^7$
Portugal	$1,03 \times 10^7$	$1,25 \times 10^7$
Suiza	$8,69 \times 10^6$	$1,11 \times 10^7$
Qatar	$2,69 \times 10^6$	$3,88 \times 10^6$
Andorra	$7,9 \times 10^4$	$9,4 \times 10^4$

¿En qué país hay más teléfonos móviles? ¿Qué diferencia habrá entre las comparaciones absolutas y las comparaciones relativas? ¿Si en un país hay más teléfonos que persona, significa seguro que todos los habitantes de ese país tienen al menos un teléfono móvil?

3.20. Completa la siguiente tabla haciendo uso de los datos de 2019 publicados en:

[https://www.gapminder.org/tools/#\\$chart-type=bubbles&url=v1](https://www.gapminder.org/tools/#$chart-type=bubbles&url=v1)

Los datos de asesinatos totales en 2019 los puedes obtener directamente de la web. Para completar las dos últimas columnas, es necesaria operar matemáticamente con fracciones.

Datos 2019 – Fuente: https://www.gapminder.org				
País	Población (número de habitantes)	Murders (asesinatos: muertes por violencia entre personas)	Número de asesinatos por habitante	Número de asesinatos cada cien mil habitantes
China	$1,43 \times 10^9$			
India	$1,41 \times 10^9$			
Estados Unidos	$3,37 \times 10^8$			
Brasil	$2,14 \times 10^8$			
Nigeria	$2,13 \times 10^8$			
México	$1,27 \times 10^8$			
Etiopía	$1,20 \times 10^8$			
Alemania	$8,34 \times 10^7$			
España	$4,75 \times 10^7$			

¿El país con mayor número de asesinatos será siempre el país con mayor índice de mortalidad por acciones violentas? ¿Por qué crees que es más práctico hablar de asesinatos cada cien mil habitantes en vez de asesinatos por unidad de habitante, para valorar la seguridad de un país?

3.21. Practica los factores de conversión con los siguientes cambios de unidades. Pasa a las unidades de referencia del S.I.

- a) $1,23 \text{ hm/min}$ (m/s) b) $6,02 \text{ cg/mm}^2$ (kg/m^2) c) $7,01 \cdot 10^2 \text{ kg/h}$ (kg/s)

3.22. Sonia avanza en línea recta en un patinete eléctrico. No va por la acera (que está prohibido y es un riesgo para los peatones). Viaja por la calzada. A los 30 segundos de comenzar su movimiento, se encuentra a 80 metros en línea recta del punto de salida. En ese instante, Sonia fija la velocidad del patinete a 20 km/h. ¿A qué distancia del punto de salida se encontrará cuando haya pasado 1 minuto desde que comenzó su movimiento a 20 km/h?



3.23. Lucas también tiene un patinete eléctrico. Está parado en un semáforo en rojo en la Calle Camino de Ronda (Granada), que es una gran recta. Cuando el semáforo pasa a verde son exactamente las 11.00 en punto de la mañana. Suponiendo que avanza todo el tiempo con una velocidad constante de 5 m/s y que se detiene pasados 300 metros por otro semáforo que se pone rojo, ¿cuánto tiempo ha estado circulando entre semáforo y semáforo?

3.24. En un país de 150 millones de habitantes hay 400 televisores por cada 1.000 habitantes. Asumiendo este dato promedio, ¿puede estimar el número de televisores totales en el país?

3.25. María y Paco trabajan en un quiosco. Ella en el turno de mañana y él en el turno de tarde. Venden el periódico local “Viva nuestra ciudad”. María, por la mañana, siempre los organiza en tres montones idénticos. Y coloca dos pequeñas piedras sobre dos de los montones para garantizar que las personas cojan los periódicos del primer montón. Y, si se acaba, quita una de las piedras de uno de los otros montones para que se venda.

Cuando Paco llega por la tarde, ve que solo queda uno de los tres montones sin vender, con la piedra colocada encima. Paco coge ese montón y lo divide en dos partes iguales. Coloca nuevamente una piedra sobre uno de los dos montones.

Cuando Paco cierra el quiosco, comprueba que solo quedan periódicos de un montón, que sigue teniendo la piedra encima. Han quedado sin vender 20 periódicos. ¿Cuántos periódicos había inicialmente por la mañana? ¿Qué proporción de periódicos no se ha vendido? ¿Qué porcentaje de periódicos si se ha vendido?

3.26. El ciclista danés Jonas Vingegaard realizó el 18 de julio de 2023 una contrarreloj para la historia en el Tour de Francia. En apenas 22,4 km sacó prácticamente más de dos minutos de diferencia a todos sus rivales. Vingegaard reconoció al finalizar que había realizado la mejor contrarreloj de su vida.

La organización de la carrera tomó tiempos intermedios a los 7,1 km, a los 16,1 km, a los 18,9 km y en los definitivos 22,4 km. Los tiempos de paso de Vingegaard en cada uno de esos puntos fueron 10:13 min, 19:05 min, 25:52 min y 32:36 min respectivamente.



Calcula la velocidad media entre cada uno de los pasos intermedios. Con esa información, ¿podemos decidir qué tramos de la contrarreloj tenían un perfil más suave y qué tramos fueron más duros, suponiendo (hipótesis) que el cansancio no hizo mella en el ciclista con el paso del tiempo?

3.27. Tres hermanos deben repartirse 120 €. Ana se lleva 7/15 del total. María 5/12 del total. Y Luis el resto.

¿Cuánto dinero se lleva Luis? ¿Qué fracción del total se lleva Luis?

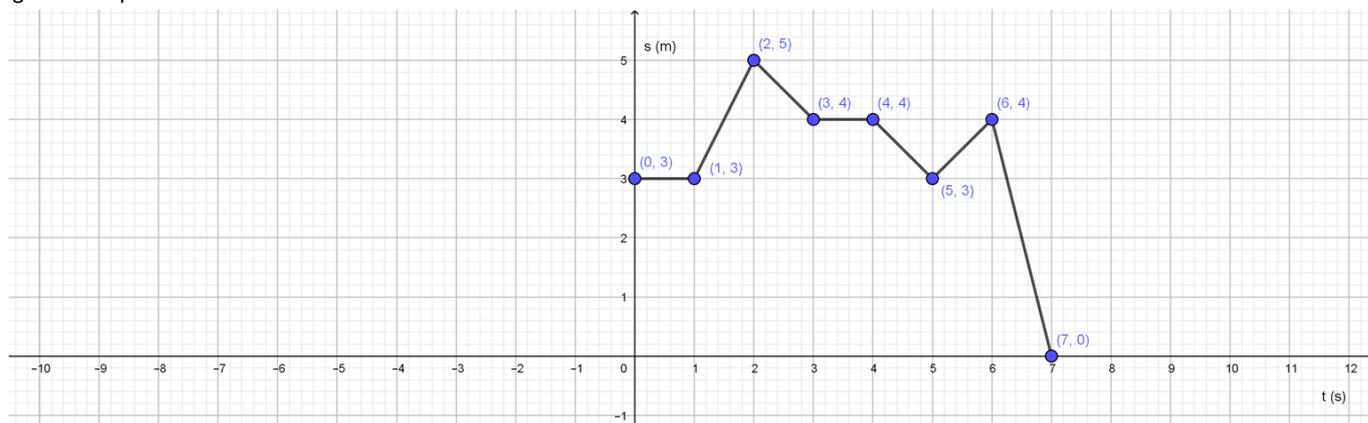
3.28. Juan cuida del mantenimiento de su acuario. Cada semana extrae del acuario dos garrafas de 5 litros, que luego utiliza para regar las plantas. Cuando rellena el acuario con agua limpia, debe aplicar 4 centímetros cúbicos de anticloro y 12 centímetros cúbicos de líquido bacteriano para que los peces vivan en buenas condiciones higiénicas. Una vez al mes, Juan extrae tres garrafas de 5 litros en vez de dos garrafas. ¿Qué cantidad de anticloro y de líquido bacteriano debe aplicar cuando repone el agua de esas tres garrafas?

3.29. Realiza los siguientes factores de conversión, expresando las soluciones en notación científica.

- a) 4,672 mm (dam) b) 3,67 mg (hg) c) 16,87 km² (dm²)
- d) 200 m/s (km/h) e) 36 Km/h (m/s) f) 1,7 g/cm³ (kg/m³)

3.30. Dos personas están separadas por 100 metros a lo largo de una pista de atletismo. Los dos corren al encuentro del otro a la misma vez. El primero con una velocidad 4 m/s y el segundo a 5 m/s. ¿Cuánto tiempo transcurre desde el inicio hasta que se cruzan? ¿Qué distancia recorre cada persona?

3.31. Dada la siguiente gráfica, calcula la velocidad media en los siguientes intervalos: Entre 0 y 1 segundo; entre 2 y 3 segundos; entre 5 y 6 segundos. Suponemos M.R.U. en cada intervalo.



3.32. El sonido es un fenómeno físico que estudiaremos en unidades posteriores. Cuando el sonido se propaga por el aire, lo hace a una velocidad aproximada de 340 m/s. Esta velocidad depende de la temperatura ambiente, del viento y de la presión atmosférica. Cuando el sonido viaja por el agua, su velocidad es aún mayor: 1,46 km/s. ¿Cuánto tiempo tarda el sonido en recorrer 100 metros en aire y en agua, asumiendo M.R.U.? ¿Por qué piensas que el sonido se propaga más rápido por el agua que por el aire?

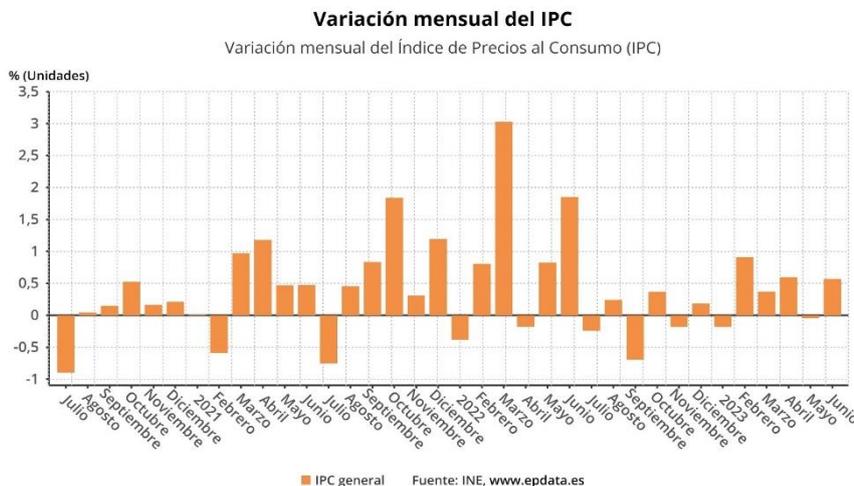
3.33. La sonda Voyager, lanzada por la NASA en 1977, lleva casi 50 años viajando a velocidad constante por el espacio. Se encuentra a más de 24.000 millones de kilómetros de distancia de la Tierra. Ya ha salido de nuestro sistema solar y es el objeto humano que más lejos ha viajado hasta la fecha. Incluso en 2022, de manera remota desde la Tierra, se consiguió corregir un error de inclinación de la antena de transmisión. En el siguiente enlace, tienes más información al respecto:

<https://www.nasa.gov/feature/jpl/engineers-solve-data-glitch-on-nasa-s-voyager-1>

¿Llega la señal de inmediato desde la Tierra a la sonda? ¿Puedes aproximar su velocidad de viaje con los datos del párrafo anterior?

3.34. Eliud Kipchoge (nacido el 1984 en Kenia) es uno de los grandes maratonianos de la historia. Su marca el 25 de septiembre de 2022 en Berlín fue de 2 horas, 1 minuto y 9 segundos para superar los 42,195 km de la maratón. Eso es un ritmo de 2:52 min/km. ¿Cuál fue su velocidad media en km/h?

3.35. La siguiente imagen (web de datos de Europa Press <https://www.epdata.es>) muestra la evolución del IPC mensual desde julio 2020 hasta junio 2023.



¿En qué mes de la gráfica el IPC tiene el valor más alto? ¿Pasó algo en el mundo justo antes de ese mes que expliquen un valor tan alto del IPC? ¿Significa que en ese mes los artículos alcanzaron su precio más alto en la serie que va de julio 2020 a junio 2023? Imagina que durante cinco meses consecutivos el IPC mensual es del 1% ¿Significa que un artículo, en esos cinco meses, ha visto incrementado su precio en un 5% (cinco veces 1%)?

3.36. Imagina un ser vivo que, en un día, pasa de estado cría a estado adulto. Una pieza Lego 1x1 blanca simboliza a la cría. Y la unión de dos piezas Lego 1x1 negras representan al adulto.

Cría	Adulto
	

Cuando un ser vivo se convierte en adulto, al día siguiente genera una nueva cría. Los adultos nunca mueren. Y siguen generando nuevas crías cada día de vida. Con estas sencillas reglas, ¿cómo crece la población de seres vivos?

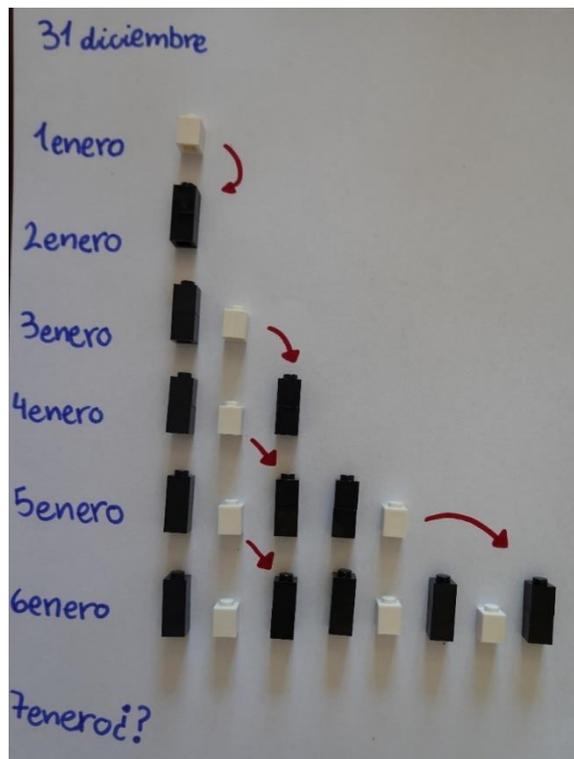
La imagen de la derecha muestra los primeros días de crecimiento, suponiendo que el 31 de diciembre no hay ningún ser vivo y que el 1 de enero colocamos a la primera cría.

El 2 de enero la cría se convierte en adulto.

El 3 de enero, el adulto genera una cría.

El 4 de enero, el adulto sigue generando una nueva cría, mientras que la cría del 3 de enero se convierte en adulto.

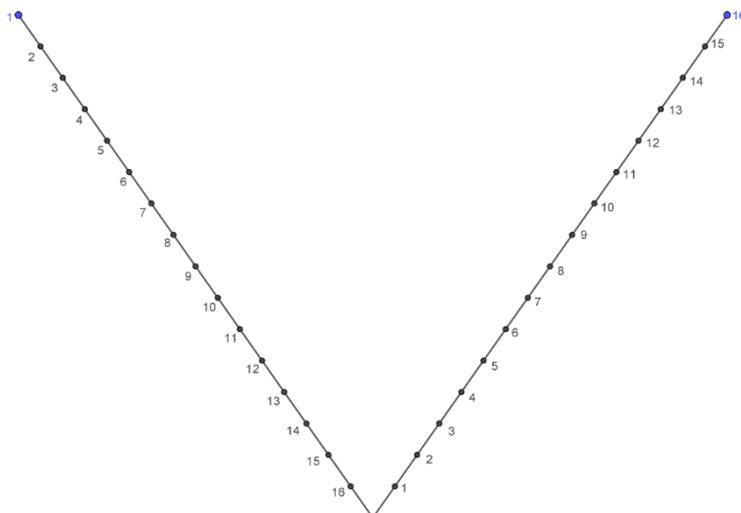
Las flechas rojas de la imagen relacionan la cría con el adulto en que se convierte cuando pasa un día. La siguiente tabla muestra el número de seres vivos cada día. ¿Cuántos seres vivos habrá el 7 de enero? ¿Eres capaz de deducir una fórmula que dé el número de seres vivos de un día, sabiendo cuántos seres vivos hay en días anteriores?



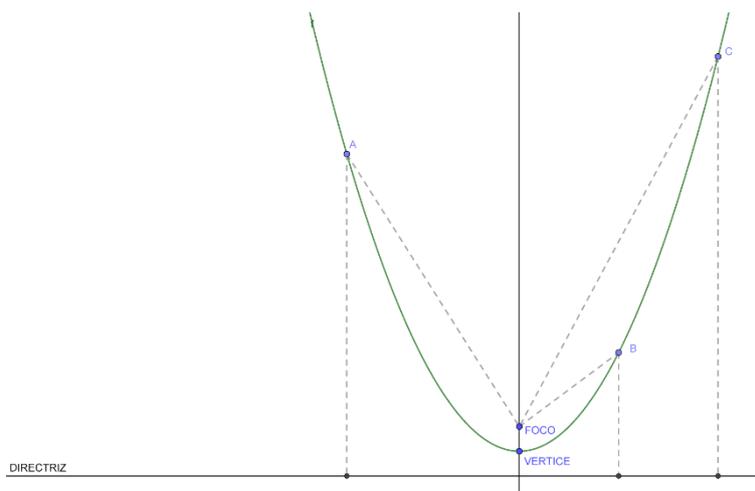
Fecha	Número de seres vivos
día 0	0
día 1	1
día 2	1
día 3	2
día 4	3
día 5	5
día 6	8
día 7	¿?

Ejercicios esenciales del Tema 4: Cambio en la velocidad. Aceleración

- 4.1.** Hemos medido la velocidad de un objeto en dos instantes de tiempo. A los 4 s de iniciar el movimiento la velocidad es de 15 m/s. A los 10 s la velocidad es de 33 m/s. Calcula su aceleración en el intervalo de tiempo en que se han tomado medidas, suponiendo aceleración constante.
- 4.2.** Un coche viaja a 90 km/h. De repente frena y reduce en 2 s la velocidad a 50 km/h. Calcula la aceleración en el S.I.
- 4.3.** Un patinete eléctrico parte del reposo. Acelera durante 5 s, con una aceleración constante de 0,5 m/s². ¿Qué distancia recorre en esos 5 s?
- 4.4.** Cada segmento de la imagen inferior se divide en el mismo número de partes iguales y se numeran en sentido opuesto en cada lado. Une los puntos con la misma numeración para obtener el contorno de una parábola.



4.5. En el contorno de la parábola de la siguiente imagen aparecen señalados tres puntos: A, B y C. Estos puntos están unidos por un segmento al Foco. Además, los tres puntos están unidos a la recta directriz por segmentos perpendiculares a dicha recta. ¿Cómo son las longitudes de estos segmentos medidos desde un mismo punto? ¿Cómo es la distancia del Vértice al Foco y del vértice a la recta directriz? Usa una regla para medir. ¿Se te ocurre una frase para definir una parábola donde aparezcan las palabras “Foco”, “recta directriz” y “distancia”?



4.6. Una canica se lanza por el suelo con una velocidad inicial de $v_0 = 4 \text{ m/s}$. El rozamiento del suelo va frenando a la canica con una aceleración de $a = -0,5 \text{ m/s}^2$. ¿Cuánto tiempo transcurre hasta que la canica se frena por completo? ¿Qué distancia recorre la canica hasta que se frena?

4.7. Una pelota rueda, partiendo del reposo, por un plano inclinado debido a la fuerza gravitatoria. Recorre 3 metros en 0,12 minutos. Calcula la aceleración de caída y el tiempo que tarda en recorrer 6 metros.

4.8. Una piedra cae verticalmente en caída libre desde lo alto de un acantilado y tarda 10 s en llegar al mar. Si la aceleración de la gravedad es de $9,8 \text{ m/s}^2$, ¿cuál es la altura del acantilado desde el nivel del mar? Asumimos la hipótesis de rozamiento nulo con el aire.

4.9. Lanzamos verticalmente desde el suelo, hacia arriba, una pelota con una velocidad de salida de 15 m/s . ¿Cuánto tiempo tarda en frenarse debido a la aceleración gravitatoria terrestre? ¿Qué altura máxima alcanza? ¿Cuánto tiempo crees que tardará la pelota en llegar desde el punto de máxima altura hasta el suelo? Durante el movimiento de bajada, ¿consideramos la aceleración gravitatoria como positiva o como negativa? Asumimos la hipótesis de rozamiento nulo con el aire.

4.10. Un objeto se lanza verticalmente, hacia arriba, con una velocidad inicial de 10 m/s . Se encuentra en la superficie de un satélite natural cuya aceleración gravitatoria es de 4 m/s^2 . ¿Cuánto tiempo tarda el objeto en alcanzar un altura de 8 metros sobre la superficie del satélite? ¿Tiene el ejercicio una solución única? Suponemos que no hay rozamiento con la atmósfera del satélite.

4.11. Completa la siguiente tabla de valores con la información de la web https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/asi-son-8-planetas-sistema-solar_18432.

Planeta	Masa (kg)	Radio (m)	Aceleración gravitatoria en la superficie (m/s^2)
Mercurio			
Venus			
Tierra			
Marte			
Júpiter			
Saturno			
Urano			
Neptuno			

¿Cómo es posible que Saturno, que posee una masa muchísimo mayor que la Tierra, tenga en su superficie una aceleración gravitatoria tan parecida a la de la Tierra?

Ejercicios esenciales del Tema 5: Leyes de Newton. Ejemplos de Fuerza

5.1. Un coche de 1.000 kg acelera a razón de $2,5 \text{ m/s}^2$. Suponiendo que podemos despreciar la fuerza de rozamiento del suelo, ¿qué fuerza aplica el motor para que el vehículo pueda avanzar con esa aceleración?



5.2. Sobre un objeto en reposo comienzan a actuar fuerzas en la misma dirección y diferente sentido, tal y como muestra la imagen de la derecha. Obtener la fuerza final resultante. Si el objeto tiene 10 kg de masa, obtener la aceleración del movimiento.



5.3. En la Tierra, la aceleración gravitatoria es de $9,8 \text{ m/s}^2$. Y en la Luna, la aceleración gravitatoria es de $1,6 \text{ m/s}^2$. Calcula la fuerza Peso de un objeto de 60 kg situado en la superficie de la Tierra y situado en la superficie de la Luna.

5.4. La masa de la Tierra es $5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$, la masa de la Luna es $7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$, y la distancia que separa sus centros de gravedad es 384.400 km . Obtener la fuerza gravitatoria con que se atraen mutuamente la Tierra y la Luna.

5.5. Sabemos que la masa de Marte es $6,39 \cdot 10^{26} \text{ g}$ y su radio $3.389,5 \text{ km}$. Utiliza la expresión matemática $G \cdot \frac{M}{d^2}$ para obtener la aceleración gravitatoria en Marte. Siendo G la constante de gravitación universal.

5.6. Obtener los cortes de las siguientes parábolas con el eje horizontal de un sistema de referencia cartesiano:

a) $y = x^2 - 4x$ b) $y = x^2 - 36$

5.7. Obtener las soluciones de las siguientes ecuaciones de segundo grado:

a) $x^2 - 6x + 5 = 0$ b) $2x^2 - 3x + 1 = 0$

5.8. Imagina un vehículo que, con sus ocupantes dentro, pesa alrededor de 1.300 kg . Viaja a 120 km/h y, en un momento dado, el conductor debe realizar una frenada de emergencia por un obstáculo que ha surgido en la carretera. Desde que acciona el freno hasta que el coche se detiene, el vehículo avanza 90 metros . Suponiendo que la aceleración de frenado ha sido constante, ¿cuánto tiempo ha tardado el vehículo en detenerse, cuál ha sido su aceleración de frenado y cuál ha sido la fuerza que los frenos han aplicado sobre el vehículo?

5.9. En la siguiente animación de Geogebra puedes ver, durante 10 segundos , la evolución de la posición y de la velocidad en un MRUA, donde puedes manipular el valor de la aceleración: <https://www.geogebra.org/m/gjswje4t>. La animación también permite visualizar la gráfica de la velocidad respecto al tiempo. Los deslizadores posibilitan cambiar el valor de la aceleración y el valor de la posición inicial. Verás como el objeto va ganando velocidad con el paso del tiempo. ¿Por qué la gráfica de la velocidad respecto del tiempo no tiene forma de parábola? ¿Por qué aparece una línea recta?

5.10. Hemos estudiado que la fuerza de rozamiento viene dada por la expresión:

$$F_{\text{Rozamiento}} = \text{masa} \times g \times \text{coeficienteRozamiento} \times \text{ángulo}$$

Si la superficie es horizontal, el factor que depende del ángulo vale 1 , por lo que la fórmula queda simplificada a:

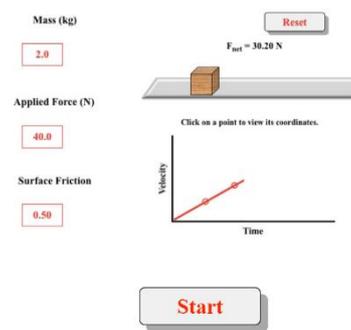
$$F_{\text{Rozamiento}} = \text{masa} \times g \times \text{coeficienteRozamiento}$$

La siguiente animación web permite practicar con la fuerza de rozamiento en movimientos horizontales, variando tanto el valor de la fuerza que se aplica, como la masa del objeto que se desplaza como el coeficiente de rozamiento:

<https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Newtons-Laws/Force/Force-Interactive>

Elige una masa de 1 kg , aplica una fuerza de 10 N y selecciona un coeficiente de rozamiento igual a 0.2 . Pulsa el botón de PLAY y anota el valor de la fuerza resultante que aparece en pantalla. Justifica ese valor a partir de la fórmula de la fuerza de rozamiento que hemos indicado anteriormente.

Push It!



5.11. Aterrizar es un verbo aplicado a una nave que se posa sobre la Tierra. Si lo hace sobre la Luna, se dice alunizaje. Si es sobre Marte, amartizaje. Si la gravedad es pequeña y los motores de la nave aplican un gran impulso, la nave puede salir despedida hacia el espacio exterior. Si la gravedad es grande, es necesario utilizar los motores de manera adecuada para reducir la velocidad de impacto sobre la superficie. El siguiente juego online de la Agencia Espacial Europea te permite probar bajo diferentes situaciones. Verás que no es sencillo situar la nave en el punto correcto de la superficie.



https://www.esa.int/kids/es/Juegos/Explorador_del_Sistema_Solar

Ejercicios esenciales del Tema 6: Energía mecánica

- 6.1. Calcular la energía potencial gravitatoria de un cuerpo de 30 kg que se encuentra a una altura de 20 m .
- 6.2. Determinar el valor de la velocidad que lleva un cuerpo de 3 kg si su energía cinética es de 600 J .
- 6.3. Calcular la energía mecánica que tiene un coche de 1500 kg de masa que circula a 108 km/h por un puente a 20 m sobre el suelo. Obtener los valores tomando el suelo como nivel de referencia de la altura.
- 6.4. Se lanza desde el suelo, verticalmente hacia arriba, un objeto de masa 10 kg con una velocidad inicial de 30 m/s . Calcular la energía mecánica inicial y la altura máxima que alcanza el objeto. Asumimos ausencia de rozamiento.
- 6.5. Se deja caer un objeto de masa 5 kg desde una altura de 20 m . Calcular la energía mecánica inicial y la velocidad del objeto al llegar al suelo. Asumimos ausencia de rozamiento.
- 6.6. ¿Con qué energía cinética llega un objeto de 4.000 g que dejamos caer desde una altura de 0.1 hm ? ¿Qué velocidad posee en ese instante? Asumimos ausencia de rozamiento.

6.7. Lanzo un balón de 300 g verticalmente hacia arriba con una velocidad de 6 m/s. ¿Qué altura máxima alcanzará? ¿Qué velocidad llevará a 1 m del suelo? ¿Será la misma velocidad a 1 m del suelo cuando está subiendo que cuando está bajando? Asumimos que la energía mecánica se conserva.

6.8. Un vehículo viaja con una energía cinética de 500.000 J cuando su velocidad es de 25 m/s. Calcula la masa del vehículo.

Ejercicios esenciales del Tema 7: Ondas: Sonido y Luz

7.1. Si me encuentro a 1,2 km de una cantera, donde utilizan explosivos, ¿cuánto tiempo tardará el sonido de las explosiones a llegar a mí, suponiendo una velocidad de propagación de 340 m/s?

7.2. ¿Cuánto tiempo tarda el sonido en recorrer 100 metros en acero? La velocidad del sonido en el acero es $20,16 \cdot 10^6$ m/h .

7.3. Un montañista se encuentra a 75 metros de una pared. Dice "Hola" y escucha su eco. ¿Cuánto tiempo tarda en escuchar el eco, asumiendo una velocidad del sonido de 340 m/s?

7.4. La luz roja, en el vacío, presenta una longitud de onda de 700 nm. ¿Cuánto vale la frecuencia de esa luz roja?

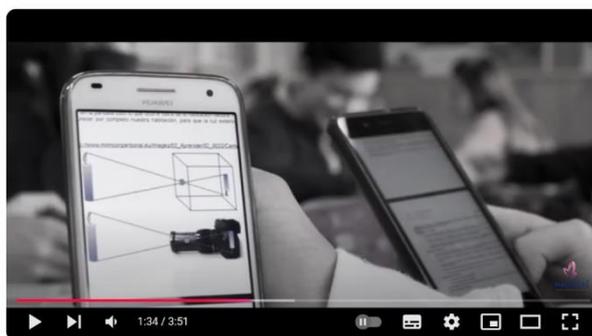
7.5. ¿Cuánto vale el índice de refracción de un material transparente donde la luz viaja a una velocidad de 250.000 km/s?

7.6. El siguiente vídeo documental, creado por alumnos del colegio en 2017, explica el montaje de una cámara oscura:

<https://www.youtube.com/watch?v=laiRaqIXfkl> (hasta minuto 2:15)

Responde a las siguientes cuestiones, tras ver el vídeo y tras atender a la explicación del profesor:

- ¿Para qué se utiliza una lente convergente?
- ¿Qué es la dioptría de una lente y en qué unidades se mide?
- ¿Por qué la imagen que genera la cámara oscura es invertida?
- ¿Cómo afecta el diámetro de apertura de la cámara oscura a la nitidez de la imagen?



Documental Científico Cámara Oscura y Estenopeica. Colegio Marista "La Inmaculada" de Granada 2017

Colegio Maristas L... 823 suscriptores

Ejercicios esenciales del Tema 8: Composición atómica de la materia

8.1. Disponemos de un material en forma de cilindro cuyo diámetro mide 1,2 dm y cuya altura es de 150,3 milímetros. La masa del objeto es 0,0931 kilogramos. Calcula su densidad en g/ml y en kg/m^3 .

8.2. Contamos con un objeto sólido irregular, de masa $52,3 \pm 0,1$ gramos. Llenamos con agua un vaso calibrado hasta un nivel de 50 mL. Introducimos el sólido, y el nivel de agua sube hasta los 68 mL. ¿Cuál es la densidad del objeto? Expresa el resultado final en g/ml y en kg/m^3 .

8.3. La madera de paulownia es utilizada para fabricar tablas de surf. Su densidad es de $270 kg/m^3$. ¿Qué volumen tendrá la tabla si pesa 5,6 kg? ¿Por qué esta madera flota sobre el agua y no se hunde?

8.4. Dibuja en un folio A3 una tabla periódica con todas sus filas, con todas sus columnas y con los 118 elementos. En cada elemento debe aparecer, en color negro, su nombre, su símbolo y su número atómico. Usa como referencia la web <https://ptable.com> y mantén (aproximadamente) la misma tonalidad de fondo que aparece en esa web para las celdas de cada elemento.

8.5. Tenemos hielo a $-7,0 \pm 0,1$ °C. Aplicamos calor y al cabo de 20 segundos aparece la fusión, a una temperatura de $-0,5 \pm 0,1$ °C. El cambio de estado dura 30 segundos. El agua líquida aumenta su temperatura gradualmente, alcanzado la ebullición a los 2 minutos de haber comenzado las medidas. Realiza una gráfica de la evolución de la temperatura con el tiempo. Indicando en el eje horizontal el tiempo y en el eje vertical la temperatura del agua. Usa una escala adecuada para que los puntos se puedan visualizar bien. Desde el instante que termina la fusión hasta el instante que comienza la ebullición, ¿cuál ha sido el valor medio del incremento de temperatura entre el incremento de tiempo?

8.6. El siguiente vídeo, creado por alumnos del colegio en 2019, muestra la variación de la temperatura de ebullición del agua con la altura sobre el nivel del mar.

Los cambios de altura implican cambios en la presión atmosférica, y los cambios en la presión implican cambios en la temperatura de ebullición.

<https://www.youtube.com/watch?v=scqEZOjtOlg>

Toma nota de todas las medidas (altura, temperatura de ebullición) que aparecen en el vídeo. Y represéntalas en una gráfica donde el eje horizontal muestre la altura y el eje vertical la temperatura de ebullición. Usa una escala adecuada para que los puntos se puedan visualizar bien. ¿Es posible unir todos los puntos por una misma línea recta?



Presión y Temperatura de Ebullición del Agua. Física y Química. Colegio Maristas de Granada

Colegio Maristas L... 823 suscriptores

Ejercicios esenciales del Tema 9: Mezclas y disoluciones. Reacciones químicas

9.1. Calcula la concentración en masa, expresada en g/L, de una disolución de 250 mL con 5 g de NaCl (cloruro de sodio) en agua.

9.2. ¿Qué masa de soluto, en gramos, posee 0,75 L de disolución de concentración 12 g/L?

9.3. Formula los siguientes óxidos:

a) Óxido de calcio b) Óxido de disodio c) Trióxido de difósforo

9.4. Formula los siguientes haluros:

a) Difluoruro de oxígeno b) Dicloruro de pentaóxígeno c) Diyoduro de trióxígeno.

9.5. Nombra los siguientes haluros:

a) OI_2 b) OBr_2 c) O_7Cl_2

9.6. Formula los siguientes peróxidos:

a) Tetraóxido de platino b) Dióxido de manganeso c) Dióxido de mercurio

9.7. Formula los siguientes hidruros progenitores:

a) Seluro de dihidrógeno b) Bismuro de trihidrógeno c) Siluro de tetrahidrógeno

9.8. Formula las siguientes sales volátiles:

a) Triteluro de diboro b) Pentabromuro de yodo c) Pentacloruro de fósforo

Proyectos y Experimentos

Project 1. Sightseeing in Granada city

SMITH FAMILY (UNITED STATES)

2 adults and 2 children (9 and 11 years old).

They speak just English. They are looking for a hotel in the city centre, next to the cathedral.

They love walking and don't want to spend more than \$200 per night on accommodation.

They would like to visit Granada's most famous monument and a museum related to science and technology.

They don't know how get to the airport from Granada city.



LI FAMILY (CHINA)

2 adults and 1 child (2 years old).

They speak Chinese and a bit of French. They want to stay in a 3-Star hotel in a quiet zone, away from the city centre but next to a bus stop or an underground stop.

They are vegetarians and never go to a restaurant where there are people eating meat or fish.

They don't like catholic churches and are interested in muslim culture.

After visiting Granada, they will return to Beijing.

Siguiendo las indicaciones de la imagen superior, sobre los turistas que visitan Granada, realiza en tu cuaderno las siguientes tareas.

Familia Smith

1. Pega en tu cuaderno una captura de pantalla de una oferta de alojamiento en hotel para 3 noches para la familia Smith en algún periodo del mes de noviembre de este año. Indica en tu cuaderno la conversión de euros a dólares americanos del total del alojamiento. Puedes consultar esta web para conocer el cambio de divisa actual: <https://www.xe.com/currencyconverter>

2. Pega en tu cuaderno una captura de pantalla de Google Maps y señala sobre el mapa el hotel donde se alojan y los lugares que van a visitar. Estima la distancia total que van a recorrer andando si salen del hotel y, en un día, visitan todos los lugares que has seleccionado, suponiendo que no cogen ningún medio de transporte durante su visita y que no regresan al hotel hasta el final del recorrido. Puedes hacer la ruta a ordenador en Google Maps para que te de automáticamente la distancia total recorrida. Indica en tu cuaderno la conversión de metros a millas. Expresa el resultado en kilómetros y en millas. Procura que el camino recorrido a pie sea el más corto o de los más cortos posible.

3. Indica dos alternativas (precios y horario) de transporte público para ir desde Granada capital al aeropuerto. Escribe esa información en tu cuaderno.

Familia Li

1. Elige al menos 2 monumentos de Granada. Escribe el nombre de esos monumentos en tu cuaderno e indica el precio de la entrada en euros y en yuan chino, indicando las operaciones de conversión de divisas.
2. Diseña una ruta con autobuses y/o metro para que la familia Li pueda ir desde su alojamiento hasta las taquillas de la Alhambra, andando lo menos posible. Indica claramente el nombre de las distintas paradas donde deben coger el transporte público y el número de línea. Si compran billetes sencillos para viajar (no tienen bonos), ¿cuánto deberán pagar en euros para llegar en transporte público hasta la Alhambra? Ten en cuenta que viajan con un niño de 2 años, y los niños pequeños es posible que disfruten de precios distintos en el transporte público. Explica todas las operaciones con detalle.
3. Propón dos restaurantes de comida apta para las preferencias de la familia Li. Escribe en tu cuaderno los nombres de los restaurantes y su ubicación.

Project 2. Length of the football pitch

Measure the length of your foot with a ruler. Remember that the ruler's sensitivity is ± 1 millimetre.

Count, one by one and in a straight line, the number of feet from the start of the football pitch to the end. In those measurements, the instrumental sensitivity is ± 1 foot.

Repeat the measurement five times and complete the following table.

Measurement	Number of feet
1	
2	
3	
4	
5	

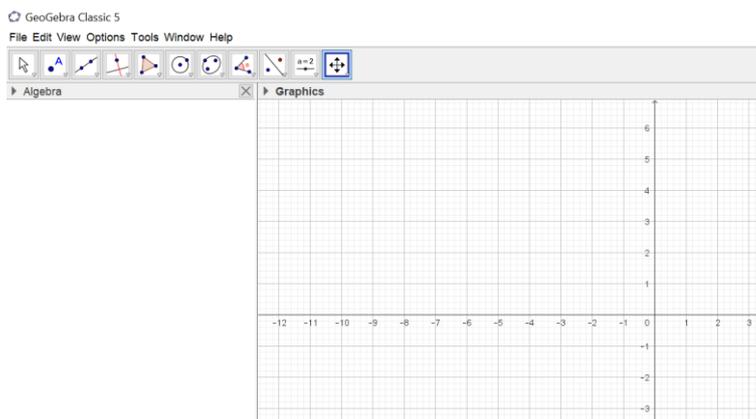
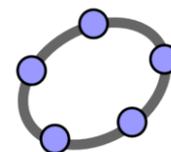
Calculate the average value of the number of feet and the football pitch length (the average value times your foot length gives the football pitch length).



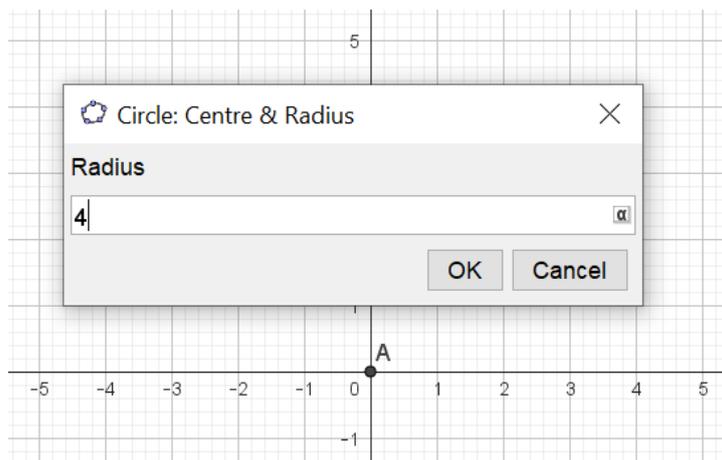
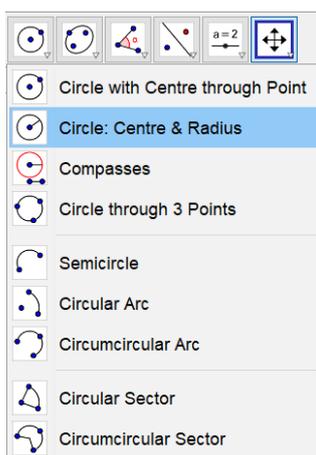
Project 3. Geogebra: Circle, vertical lines and horizontal lines

Geogebra is a dynamic mathematics software for all levels of education. Geogebra website: <https://www.geogebra.org>

You can download the app and install it on your computer (version 5 or 6). You can also work online.



Our first activity is to draw a circle. Select the option "Circle: Centre & Radius". Click on the coordinate origin (0,0). Type 4 as radius.



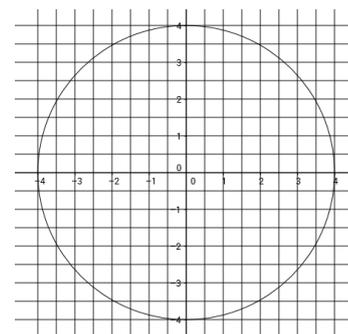
The centre of the circle is (0,0). And the coordinates (4,0), (0,4), (-4,0) and (0,-4) are some points on the perimeter of the circumference.

You can draw vertical and horizontal lines with the following input commands:

- Vertical lines: $x=0.5$, $x=1$, $x=1.5$, $x=2$, $x=2.5$, $x=3$, $x=3.5$, $x=4$.
- Horizontal lines: $y=0.5$, $y=1$, $y=1.5$, $y=2$, $y=2.5$, $y=3$, $y=3.5$, $y=4$.

Can you complete the input commands to get the right image with the lines and the circle?

Save your file! Don't lose your Geogebra activity!



Project 4. George's Secret Key to the Universe (book)

Summary:

George's Secret Key to the Universe is a 2007 children's book written by Lucy and Stephen Hawking.

Cosmos is the world's most powerful computer that can draw doors allowing people to travel into outer space.

George is a child who lives an amazing adventure with Cosmos and with his friend Annie.

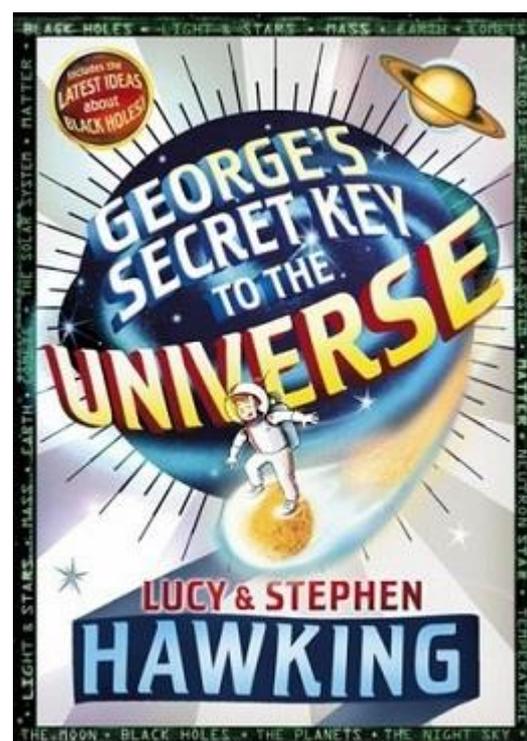
Book describes plenty of topics of the Universe and of the Physics laws.

Tips for understanding the book:

- Keep calm and read.
- Ask the teacher about anything you don't understand.
- Write some sentences with highlights about the book: who are the protagonists?, what is their relationship with Cosmos?, why are they interested in studying the Universe?, etc.

En clase leeremos el libro al completo. El profesor entregará un ejemplar a cada alumno para la lectura en el aula. Al terminar, por grupos, se evaluará la siguiente actividad:

- Crea un grupo de 4-5 alumnos.
- Debéis redactar el guion de una obra de teatro que resuma la historia completa del libro (presentación de los personajes, nudo de la historia y desenlace). La duración debe ser de 10 minutos.
- La actuación debe dejar bien claro quiénes son los protagonistas de la historia, cómo se relacionan entre ellos, quién es Cosmos, cuál es su principal cualidad como superordenador y cuál es el desenlace de la trama.
- El objetivo último de la actividad es animar a la lectura de obras y novelas de contenido científico.
- Es obligatorio una participación equilibrada, en tiempo y contenido, de todos los miembros del grupo durante la representación teatral.
- La actuación se realiza en el recreo que indique el profesor. No se pueden utilizar anotaciones durante la actuación. Se permite el atrezzo y la decoración.



Project 5. Falling vertical and uniform rectilinear motion (URM)

How can we get a vertical movement with a constant speed?

The force gravity increases the vertical speed of objects in falling vertical. So, we need something to balance the action of the force of gravity. Approximately, we can obtain an uniform falling speed with a shower gel. Let's watch the next video:

<https://www.youtube.com/watch?v=liix1ersoNg>

We need a ruler, a stopwatch, some marbles and a calibrated glass to reproduce this experiment.

Some questions to talk in small groups:

- Can we use any liquid for the experiment?
- What happens if we use, for example, water instead of shower gel? We need liquid with a high viscosity. Watch out! Viscosity is not the same than density. What do you think it is the difference between viscosity and density?
- What has more viscosity, the water or the olive oil?
- What is denser, the water or the olive oil?
- Do you think viscosity depends on temperature?

Density is the amount of matter in a given space. Each element has its own density value. We can calculate the density with this formula:

$$\text{density} = \frac{\text{mass}}{\text{volume}}$$

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

Viscosity is the difficulty in separating the molecules of the liquid. The formula to obtain the viscosity is not easy.

In the laboratory you have 5 marbles to reproduce the experiment that you watched in the video. You need to mark over the calibrated glass the initial position ($s_0 = 0 \text{ cm}$), the final position (s_f) and measure the time of the movement between both positions. You will have five measures of time (t_1, t_2, t_3, t_4, t_5) and you will be able to calculate the average time:

$$t_m = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5}$$

Don't forget the instrumental sensitivity of the rule and of the stopwatch! If $s_0 = 0 \text{ cm}$ and $t_0 = 0 \text{ s}$, we can estimate the average speed:

$$v_m = \frac{s_f - s_0}{t - t_0} = \frac{s_f}{t_f}$$

Express the speed in cm/s.

Project 6. Way of Saint James (Camino de Santiago)

Estrella, Jacobo and Concha live in Granada. They start their holidays on 30th June, at 14.00 p.m. They must be at work on 15th July, at 8.00 a.m. And they want to walk some stages of the Way of Saint James during their holidays.

The picture bellow shows a map of the Way of Saint James, from France to Fisterra. This path is known as "Camino Francés" and is the most popular path of the Way of Saint James.

All villages of the map have public and private hostels where pilgrims can sleep. You can get more information about hostels in this link:

<https://www.alberguescaminosantiago.com/albergues>

There are plenty of ancient monuments and churches along the way. And pilgrims enjoy visiting them during their way. This link describes the most important monuments:

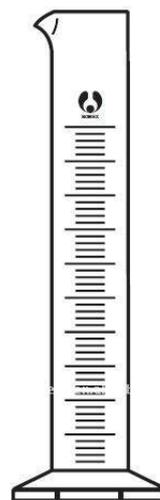
<https://caminodesantiago.consumer.es/monumentos/camino-frances>

Estrella, Jacobo and Concha want to start their way in Burgos. They would like to walk a minimum of seven days and a maximum of ten days. They can walk up 30 km per day.

Can you help them to organise the stages of their way?



Canicas en Movimiento Rectilíneo Uniforme. Colegio Marista "La Inmaculada" de Granada





Con la información presentada en la situación de aprendizaje, realiza un diseño de las etapas del Camino de Santiago que contenga al menos los siguientes apartados:

- Crea un grupo de 3-4 alumnos.
- El producto final debe ser presentado en formato A3. Puedes usar más de un A3. Cuida la estética y la calidad en la presentación visual de la información. Mejor poco contenido y bien presentado, que mucha información difícil de leer. Usa tus propias palabras. No emplees términos que no domines. No copies frases de internet.
- Número de etapas a realizar y fechas. Indicando claramente los puntos de inicio, los puntos de fin y la distancia recorrida. Los peregrinos no pueden pasar más de una noche en la misma población.
- Calcula el tiempo total caminado en cada jornada, asumiendo una velocidad media de 5,5 km/h.
- Elige 5 monumentos que se puedan visitar en las etapas diseñadas. Describe con una imagen, y con un mínimo de 40 palabras, cada uno de esos monumentos. Nuevamente, redacta con tus propias palabras y no copies literalmente de internet.

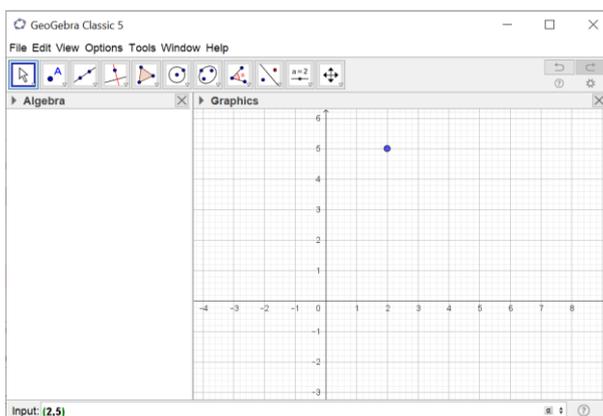
Project 7. Geogebra: Points, segments and graphics

A point in two dimensions has two coordinates.

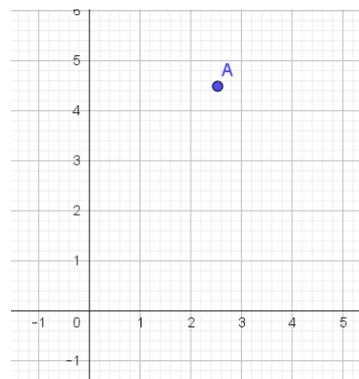
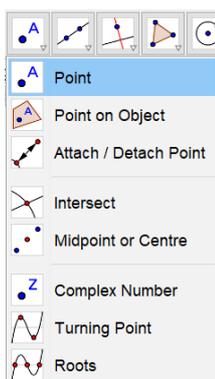
The first coordinate is the horizontal coordinate: x. The second coordinate is the vertical coordinate: y.

A point can be symbolised like this: (x, y).

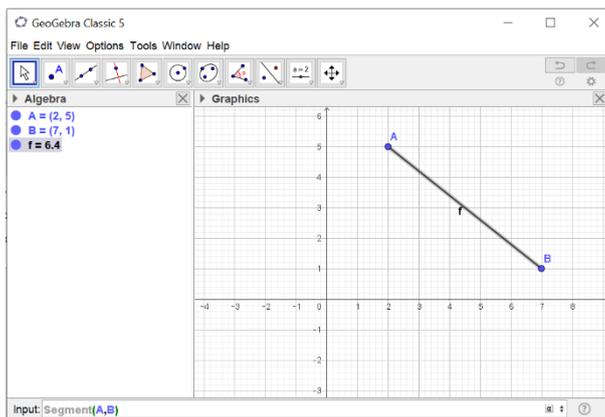
For example: write (2,5) in the input box. You will see a blue dot over the cartesian system: x=2 and y=5.



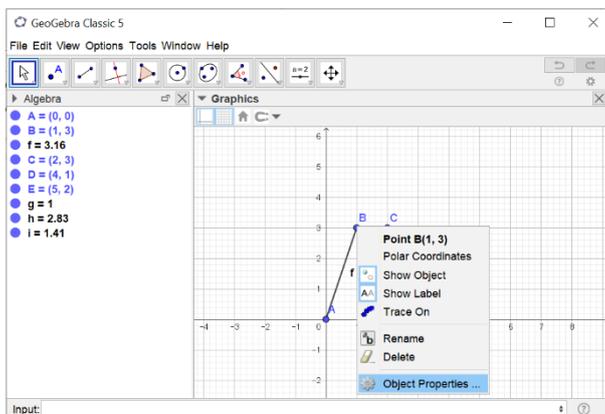
Furthermore, you can introduce a point using the toolbar. You can select the button “Point” and then you can click on the cartesian system.



A segment is a straight line between two points. You can link two points A and B in Geogebra writing Segment(A,B) in the input box. Or you can use the button “Segment” from the toolbar.



In the top left corner of the image above, you can see the Algebra Window. That window shows the points coordinates and the segments length. Finally, you can change the colour and the style of the points and of the segments with the Object Properties.



Project 8. Vida teatralizada sobre Galileo Galilei

Exposición grupal de 3-4 alumnos.

Debéis preparar una representación teatralizada de 10 minutos sobre la vida y las ideas científicas principales de Galileo Galilei (1564-1642).

Durante la exposición no podéis utilizar papeles ni anotaciones. Centraos en las ideas científicas y en su labor como investigador. Es un trabajo de ciencias, no de cotilleos. Controlad el tiempo máximo y practicad previamente tu actuación. Están permitidos atrezos y elementos decorativos.

La actuación se realizará en el recreo que te indique el profesor. No utilizéis términos ni palabras que no dominéis. Si algo no lo comprendéis, preguntad previamente al profesor para que os lo explique. Podéis utilizar los siguientes enlaces para buscar información:

- <https://www.kids.csic.es/cientificos/galileo.html>
- <https://www.astromia.com/biografias/galileo.htm>
- <https://experimentoscaseros.xyz/cientificos/galileo-galilei>
- <https://museovirtual.csic.es/salas/magnetismo/biografias/galileo.htm>



Project 9. Dinamómetro y Principio de Arquímedes

Un dinamómetro es un instrumento de medida que ofrece la masa de un objeto (como una balanza) y también ofrece la fuerza peso con que es atraído el objeto por el centro del planeta.

El dinamómetro está formado por un muelle del que se puede enganchar un objeto. El muelle se deforma de manera proporcional a la masa. Cuanto mayor es la masa del objeto, mayor es la deformación del muelle. Cuanto menor es la masa del objeto, menor es la deformación del muelle.

El muelle está calibrado para informarnos de la masa del objeto (por norma general, en gramos). Como está diseñado para ser utilizado en el planeta Tierra, junto a la escala de masa, aparece una escala de fuerza en Newtons que se obtiene como resultado de multiplicar la masa, en kilogramos, por el valor $9,8 \text{ m/s}^2$ de la aceleración gravitatoria terrestre. Si el dinamómetro se usara en La Luna, habría que calibrar de nuevo los valores de las escalas.

Pensemos en un ejemplo concreto:

$$m = 150 \text{ gramos} \rightarrow m = 0,15 \text{ kilogramos}$$

$$F_{PESO} = m \cdot g \rightarrow F_{PESO} = 0,15 \cdot 9,8 \rightarrow F_{PESO} = 1,47 \text{ N}$$

Es decir, al colocar el objeto en el gancho, veremos a un lado el valor de la masa (150 gramos) y al otro lado el valor de la Fuerza Peso (1,47 N). ¿Qué pasaría si usamos el dinamómetro en el interior de un fluido, como el agua? ¿Los valores que muestre el dinamómetro serían los mismos? Razona tu respuesta.

El principio de Arquímedes nos dice que un objeto, en el interior de un fluido como el agua, siente una fuerza de repulsión que depende del volumen del objeto. Esta fuerza de repulsión se llama Empuje, y apunta en sentido contrario a la Fuerza Peso.

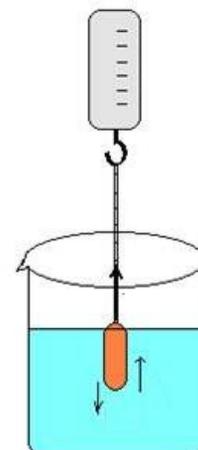
$$Peso \text{ Aparente} = Fuerza \text{ Peso} - Fuerza \text{ Empuje}$$

$$P_{Aparente} = F_{PESO} - E$$

En el laboratorio encontrarás tres dinamómetros del que cuelgan tres objetos distintos. Los objetos tienen el mismo volumen, pero no poseen la misma masa.

Completa la siguiente tabla. No olvides anotar la sensibilidad de las escalas de medida y las unidades correspondientes.

Objeto	Masa	Fuerza Peso
Objeto 1		
Objeto 2		
Objeto 3		



Llena un vaso con agua. Introduce por completo el objeto dentro del agua. Toma nota del nuevo valor que aparece en el dinamómetro en la escala de Newtons de fuerza. Este valor será igual al Peso Aparente. No olvides la sensibilidad y la unidad.

Objeto inmerso en agua	Peso Aparente
Objeto 1	
Objeto 2	
Objeto 3	

Con los datos de la primera y de la segunda tabla puedes obtener, para cada objeto, el valor de la Fuerza de Empuje.

$$Fuerza \text{ Empuje} = Fuerza \text{ Peso} - Peso \text{ Aparente}$$

Aplicando está fórmula para calcular la Fuerza Empuje, completa la siguiente tabla. No olvides la sensibilidad y la unidad. La Fuerza Empuje no lleva sensibilidad, por no ser un valor que se obtenga por observación directa en el dinamómetro.

Objeto	Fuerza Peso	Peso Aparente	Fuerza Empuje
Objeto 1			
Objeto 2			
Objeto 3			

¿Los valores de la Fuerza Empuje han sido iguales o distintos? ¿Por qué? Razona de manera clara y precisa tu respuesta.

Con los datos de las tablas, puedes obtener la aceleración aparente que siente cada objeto dentro del agua.

$$Peso \text{ Aparente} = masa \cdot a_{aparente} \rightarrow \frac{Peso \text{ Aparente}}{masa} = a_{aparente}$$

Completa la siguiente tabla, tras haber realizado los cálculos sobre la aceleración aparente. No olvides las sensibilidades y las unidades de cada magnitud. La aceleración aparente no lleva sensibilidad, por no ser un valor que se obtenga por observación directa en el dinamómetro.

Objeto	Peso Aparente	Masa	aceleración aparente
Objeto 1			
Objeto 2			
Objeto 3			

¿Los valores de la aceleración aparente han sido iguales o distintos? ¿Por qué? Razona de manera clara y precisa tu respuesta.

Project 10. Geogebra: Parabolas

We studied the parabolas in the previous unit. Now, we are going to draw parabolas with Geogebra.

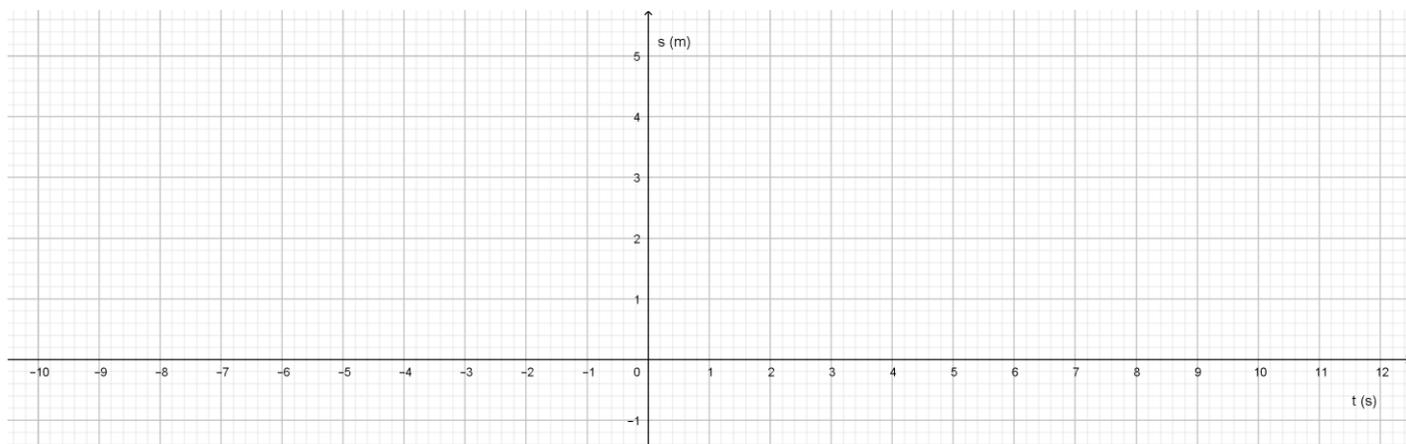
We start with the final position formula of the uniformly accelerated rectilinear motion (UARM):

$$s_f = s_0 + v_0 \times (t_f - t_0) + \frac{1}{2} \times a \times (t_f - t_0)^2$$

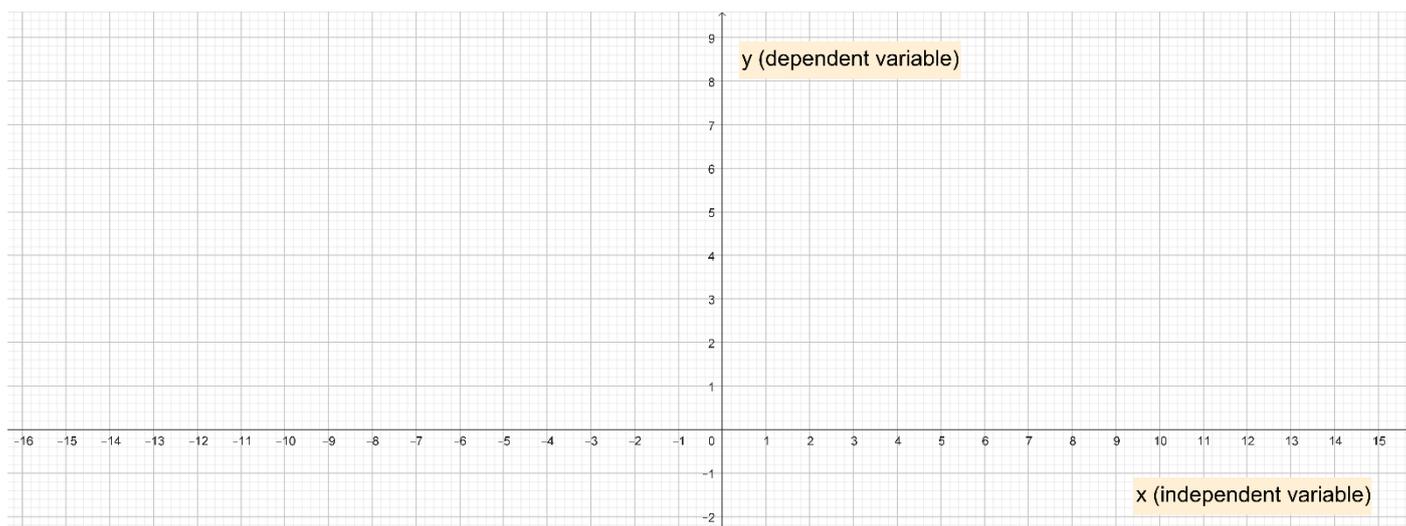
If we know the value of s_0 (initial position), t_0 (initial time) and a (acceleration), we can change the value of t_f (final time) to get the result of s_f (final position). We can say that s_f depends on t_f .

In Math and in Science is quite common that a variable depends on another variable. Also, these variables can be represented at a cartesian coordinates system.

The independent variable is situated over the horizontal axis and the dependent variable over the vertical axis. In the UARM examples, the final time t_f is the independent variable and the final position s_f is the dependent variable.



Can we express other variables at a cartesian coordinates system? Yes, of course. In fact, scientists use two special symbols to describe the variables. The symbol “x” indicates the independent variable and the symbol “y” expresses the dependent variable.



For instance, in UARM we can work with a formula like this:

$$s_f = 2 + 3 \cdot t_f - 5 \cdot (t_f)^2$$

The right image shows the graph of this rectilinear motion, in the interval $[0 \text{ s} , 1 \text{ s}]$.

The object starts at a distance of 2 metres from the origin.

At 0,3 seconds, the object gets the maximum distance from the origin.

At 1 second, the object returns to the origin.

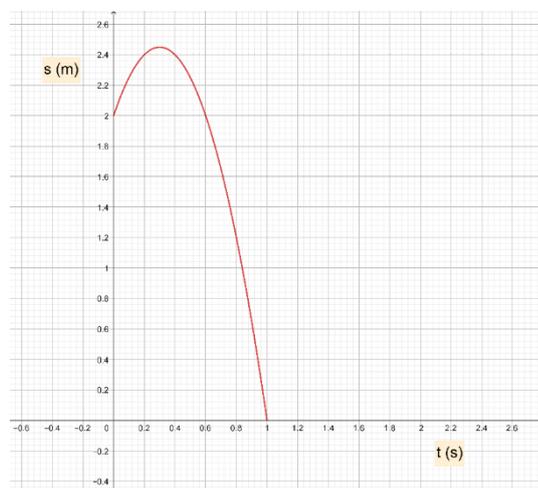
How can we draw this graph with Geogebra? In the “Input” line, we can write this expression:

$$y = 2 + 3x - 5x^2$$

If you don't write any math operator between a number and a variable, it means that there is a multiplication.

When the parabola crosses the horizontal axis, the dependent variable is equal to zero. In Math is quite importante to get the value of “x” that generate the result $y = 0$.

Parabolas always have an extreme or apex. If the parabola is concave, the extreme is called maximum. And if the parabola is convex, the extreme is called minimum.



Project 11. International Space Station (ISS)

The International Space Station (ISS) orbits the Earth 400 kilometres above our heads.

The ISS orbits so fast that it does not fall directly to the Earth. The ISS remains falling slowly around the blue planet. For this reason, the astronauts feel weightlessness and they can do experiments with this property.

Sometimes, astronauts start the spacecraft's engines to correct the ISS orbit. It is quite important to stay in the right orbit. Nowadays, there are more than 5.000 artificial satellites around the Earth. And no one wants a space accident!

The ISS travels at 28.000 km/h around the planet. This speed is necessary to achieve weightlessness. The orbital speed depends on the orbital height. With that speed, ISS makes a rotation around the Earth in one hour and thirty minutes.

In the bellow link, you can watch a one-minute-timelapse that passes from daytime to nighttime and back again.

<https://www.youtube.com/watch?v=yMgf1mMZLg4>

With gravity equal to 0 m/s², the astronauts body grow up given that they don't feel the weight of their muscles and bones. In fact, they must train hard in the ISS in order not to lose their strength.

You can learn fun facts about the life in the ISS with this video (activate automatic English subtitles):

<https://www.youtube.com/watch?v=tABc9ACrgtI>

The ISS was inaugurated in 1998. It has hosted more than 200 astronauts from more than 15 countries.

The ISS is an example that working together is better than working alone. This sentence can be applied to any scientific knowledge. So, It is essential to learn to work in a team in our subject of Pyshics and Quemistry!

Tras comprender la información sobre la vida en la Estación Espacial Internacional, responde a las siguientes cuestiones.

1. Calcula el valor de la expresión $G \times \frac{M}{d^2}$, donde G es la constante de gravitación universal, M es igual a la masa de la Tierra y d es la distancia desde el centro de la Tierra a la Estación Espacial Internacional (¡Ojo! La distancia no se mide desde la superficie del planeta sino desde el centro de la Tierra). ¿Qué valor obtienes? Viendo el valor que has obtenido, ¿cómo es posible que los astronautas vivan en gravedad cero?

2. ¿Cuántos kilómetros recorre la ISS en una hora y media?

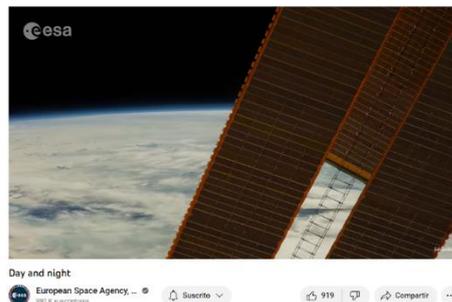
3. Razona las diferencias de los cuatro astronautas que aparecen en la imagen de la derecha. Relaciona cada imagen con el concepto de velocidad orbital.

4. ¿Cuál es el peso de la ISS? Expresa el resultado final en la unidad de referencia de masa del S.I.

5. ¿Cuál es tu opinión sobre el gasto económico que supone mantener la ISS? ¿Crees que es un esfuerzo necesario, o por el contrario opinas que sería deseable prescindir de la investigación espacial? Razona tus respuestas.



Paxi on the ISS: Fun facts about the ISS
European Space Agency... 992 K suscriptores



Day and night
European Space Agency... 919 likes



Project 12. Horizontal throw

Let's make a slide to simulate a horizontal throw. We need a marble, a plastic tube, a rectangular bracket, a plastic flange, an adhesive tape and a ruler.

If we put the slide over a table, the marble will go down the tube and it will come out the slide with a horizontal motion. The exit velocity depends on the vertical height of the tube. We assume that the friction force is null.

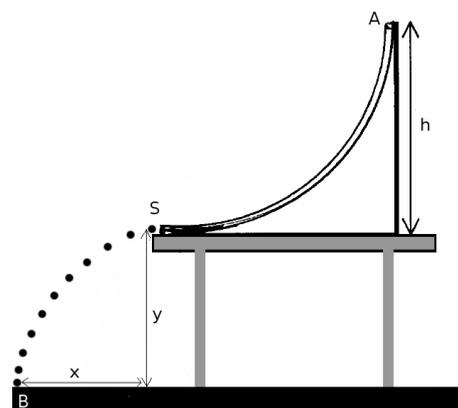
Look at the right picture! The marble starts its motion at the A position. And it leaves the slide behind at the S position.

If the friction force is zero, the mechanical energy is constant. So, we can use the formula:

$$E_{\text{mechanical}-A} = E_{\text{mechanical}-S}$$

The height of the tube is h. We measure the height from the surface of the table.

At the A point the initial speed is zero and its kinetic energy is null.



At the S point the height is zero and its gravitatonial potential energy is null.

$$m \times g \times h = \frac{1}{2} \times m \times (v_S)^2$$

$$\sqrt{2 \times g \times h} = v_S \rightarrow \text{theoretical value}$$

Acceleration gravitatonial g is equal to $9,8 \text{ m/s}^2$. We can measure the height h with a ruler. Remember expressing the lenght in metres.

In summary: v_S is the theoretical value of the exit speed when the friction force is equal to zero.

This link offers you a video that explains the experiment.

<https://www.youtube.com/watch?v=IXPOVBPOzzU>



Is the speed v_S equal to the real velocity of the marble? No, it isn't. The theoretical value v_S is greater than the real value given that the friction force slows down the marble. How we can estimate the real value? With the second section of the experiment.

The marble draws a half parabola from the slide final (S point in the picture) to the ground (B point in de picture). The half parabola is the composition of two motions in two dimensions: an U.R.M. on the horizontal axis and an U.A.R.M. on the vertical axis.

The maximum horizontal distance of the marble is the range. The range is x in the above picture. The horizontal initial position is zero.

$$\text{horizontal axis} \rightarrow \text{U.R.M.} \rightarrow x = v_0 \times t$$

The height of the table is y in the above picture. The vertical initial position is zero. The marble starts with a vertical speed equal to zero because the initial marble motion is just horizontal. And the vertical acceleration is the gravitational acceleration g .

$$\text{vertical axis} \rightarrow \text{U.A.R.M.} \rightarrow y = \frac{1}{2} \times g \times t^2$$

So, we have two equations. First equation describes an U.R.M. Second equation describes an U.A.R.M. The value of the time t has to be the same in both equations. In consequence, we can solve the time in each expression.

$$x = v_0 \times t \rightarrow \frac{x}{v_0} = t$$

$$y = \frac{1}{2} \times g \times t^2 \rightarrow \frac{2 \times y}{g} = t^2 \rightarrow \sqrt{\frac{2 \times y}{g}} = t$$

We equate both time expressions.

$$\frac{x}{v_0} = \sqrt{\frac{2 \times y}{g}}$$

The horizontal speed passes multiplying to the right side.

$$x = v_0 \times \sqrt{\frac{2 \times y}{g}}$$

Te square goes dividing to the left side.

$$\frac{x}{\sqrt{\frac{2 \times y}{g}}} = v_0$$

What does this formula mean? The speed v_0 is the horizontal initial velocity. We can calculate the value of v_0 if we measure the height of the table (y) and the range of the marble (x). The value of v_0 is the experimental speed of the marble. And we can comparate the theoretical value v_S with the experimental value v_0 .

It is easy measures the height of the table (y) with a tape measure. One measurement is enough. We need throw some marbles to calculate the mean value of the range. Repeating the experiment we reduce the random error of the different throws.

Watch the video to understand how you must situate a white paper and a carbon paper over the ground! When marble crashes on the carbon paper, it will draw a black signal on the surface of the white paper. If you reapeat ten times the experiment, you will get ten black signals. Using a tape measure to know the range of each marble. Adding the ten values and dividing by ten to get the mean value. Don't forget indicate the tape measure sensitivity ($\pm 1 \text{ mm}$).

Marble range	
Measurement	Range ($\pm 1\text{ mm}$)
1	$x_1 =$
2	$x_2 =$
3	$x_3 =$
4	$x_4 =$
5	$x_5 =$
6	$x_6 =$
7	$x_7 =$
8	$x_8 =$
9	$x_9 =$
10	$x_{10} =$

$$x_{\text{mean value}} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_{10}}{10}$$

Use the formula:

$$v_0 = \frac{x}{\sqrt{\frac{2 \times y}{g}}}$$

To calculate the experimental value of the exit speed.

Finally, you have to obtain the absolute error and the relative error of v_3 . Compare the theoretical value v_3 with the experimental value v_0 .

Project 13. Understanding the electricity bill

The next pictures show you information about the electricity consumption of a family home in Granada.

Please, read the information of the pictures and answer the next questions.

W means watt (watio, in Spanish). The watt is the SI unit of power (potencia, in Spanish), equivalent to one joule per second. So, power is equal to energy divided by time.

$$\text{power} = \frac{\text{energy}}{\text{time}}$$

$$\text{units} \rightarrow [W] = \left[\frac{J}{s} \right]$$

1 kW is equal to 1.000 W.

If you read 1 kWh means that you have consumed 1.000 W in one hour. You can connect kWh with J.

$$1\text{ kWh} = 1.000\text{ Wh} = 1.000 \frac{J}{s} h = 1.000 \frac{J}{s} \times 3.600s = 3.600.000\text{ J} = 3,6 \times 10^6\text{ J} = 3,6\text{ MJ}$$

endesa luz

Endesa Energía, S.A. Unipersonal.
CIF A81948077.
C/Ribera del Loira, nº 60 28042 - Madrid.

DATOS DE LA FACTURA

Nº factura: .
Referencia: .
Fecha emisión factura: 16/03/2024
Periodo de facturación: del 08/02/2024 a 11/03/2024 (32 días)
Fecha de cargo: 23 de marzo de 2024

GRANADA

RESUMEN DE LA FACTURA Y DATOS DE PAGO

Potencia	17,74 €	Forma de pago: Domiciliación bancaria
Energía	32,92 €	IBAN:
Otros	1,05 €	Cod.Mandato:
Impuestos	12,40 €	Versión:
Total	64,11 €	Su pago se justifica con el correspondiente apunte bancario

(Detalle de la factura en el reverso)

Folio 208, Madrid.

1. What is the daily price of the bill? Write the equations you need.

2. What actions can we take at home to save on our electricity bill?

Iperpersonal, inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 12.797, Libro C-205.381, CIF A81948077, Domicilio Social: C/ Ribera del Loira, nº60 28042 - I

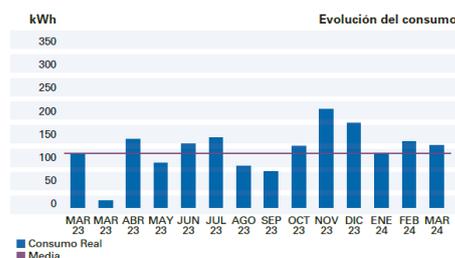
INFORMACIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO

De 08/02/2024 a 11/03/2024 (32 días)

Consumo horas Happy 46,567 kWh
 Consumo resto horas 90,028 kWh
 Consumo Total 136,595 kWh

Calculado utilizando el consumo horario real proporcionado por su distribuidora (Calidad del 100 %)

Con Tempo Happy el **34%** del consumo le ha costado **0 €**



Evolución del consumo

Coste en esta factura 2,00 €/día
 Coste últimos 14 meses 1,78 €/día
 Consumo último año 1.649 kWh
 Las potencias máximas demandadas en el último año han sido 3,890 kW en P1 (punta) y 3,780 kW en P3 (valle).
 Esta información está disponible desde 01/06/2021
 El consumo medio mensual de los consumidores que están en su mismo código postal y tienen potencias contratadas inferiores o iguales a 15 kW, para su periodo de facturación es de 123,570 kWh.

- How many joules of energy has consumed the family in this bill? Write the equations you need.
- This bill is above the average for households in the area. What percentage does it exceed? Write the equations you need.

DATOS DEL CONTRATO

Titular del contrato:
NIF:
Dirección de suministro:
 GRANADA
Contrato de mercado libre: Tempo Happy
Referencia de contrato de suministro:
Potencias contratadas: punta 4,600 kW; valle 4,600 kW
Fin de contrato de suministro:

CUPS:
Distribuidora:
Referencia del contrato de acceso:
Peaje de transporte y distribución:
Segmento de cargos:
Nº contador:

Permanencia:

DETALLE DE LA FACTURA

Potencia	17,74 €
Pot. Punta 4,600 kW x 0,094681 Eur/kW x 32 días	13,94 €
Pot. Valle 4,600 kW x 0,025807 Eur/kW x 32 días	3,80 €
Energía	32,92 €
Horas Happy de mayor consumo 46,567 kWh x 0,000000 Eur/kWh	0,00 €
Resto de horas 13,019 kWh x 0,365765 Eur/kWh	4,76 €
Resto de horas 77,009 kWh x 0,365716 Eur/kWh	28,16 €
Varios	1,05 €
Financiación Bono Social 32 días x 0,006282 Eur/día	0,20 €
Alquiler del contador (6 días x 0,026557 Eur/día)	0,16 €
Alquiler del contador (26 días x 0,026557 Eur/día)	0,69 €
Impuestos	12,40 €
Impuesto electricidad (50,86 Eur X 2,5 %)	1,27 €
IVA normal 21 % s/ 52,98	11,13 €
TOTAL	64,11 €

En virtud del Real Decreto-ley 8/2023, de 27 de diciembre, el impuesto especial de la electricidad aplicable a su factura se encuentra reducido del 5,11269632% al 2,5%.
 Incluido en el importe facturado está el coste del peaje de transporte y distribución, que ha sido de 11,23 € (9,32 € potencia, 1,91 € por energía activa), y de los cargos, que ha sido de 3,3 € (1,28 € potencia, 2,02 € por energía activa). Los precios de peajes de transporte y distribución han sido publicados en la Resolución de 21 de diciembre de 2023 de la CNMC (BOE 25-12-2023) y los de los cargos en la Orden TED/113/2024 de 9 de febrero (BOE 14-02-2024). El precio del

DESTINO DEL IMPORTE DE LA FACTURA

El importe total de su factura tiene este destino:

- 56,66% Energía. Incluye, entre otros, el coste de la energía en el mercado, los pagos por capacidad y la retribución al Operador del Sistema (REE) y al Operador de Mercado (OMIE).
- 1,33% Alquiler de contador
- 19,34% Impuestos
- 17,52% Peajes de transporte y distribución. Retribuyen las redes de transporte y distribución.
- 5,15% Cargos: Incluyen la retribución a las renovables, cogeneración y residuos (RECORE) 0,76%, las anualidades del déficit 71,00%, el sobrecoste de generación en TNP (territorios no peninsulares) 27,58% y otros 0,66%.

INFORMACIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO

A efectos de facturación de los peajes y cargos

Periodo	08/02/2024	11/03/2024	Multipl.	Ajuste	Consumo
	Lectura real	Lectura real			
Energía					kWh
Punta	5.661,29	5.696,89	1,00	0,00	35,60
Llano	4.444,14	4.480,20	1,00	0,00	36,06
Valle	2.190,80	2.255,73	1,00	0,00	64,93

Puede consultar el detalle del consumo horario (CCH) desde nuestra web o desde la web de la distribuidora (<https://zonaprivada.edistribucion.com/areprivada>)

- What is the percentage of the taxes in the total amount?

ORIGEN DE LA ELECTRICIDAD DE SU COMERCIALIZADORA. 2022.

Endesa Energía S.A.U

Origen	Endesa Energía S.A.U	Mix generación nacional
Renovable	33,0%	42,3%
Cogen. Alta Eficiencia	1,5%	2,1%
CC Gas Natural	30,3%	25,7%
Carbón	3,4%	2,9%
Fuel/Gas	1,3%	1,1%
Nuclear	24,4%	20,7%
Otras no renovables	6,1%	5,2%

IMPACTO AMBIENTAL DE SU COMERCIALIZADORA. 2022.

La letra 'A' corresponde al mínimo impacto ambiental, la 'D' a la media de generación nacional y la 'G' al máximo impacto ambiental.

Emisiones de CO₂ equivalente

Endesa Energía S.A.U

Emisiones CO₂ eq. (g/kWh) **188**
 Media nacional (g/kWh) **162**

Residuos Radioactivos Alta Actividad

Endesa Energía S.A.U

Residuos Radioactivos (µg/kWh) **533**
 Media nacional (µg/kWh) **452**

Más información sobre el origen de su electricidad en <https://gdo.cnmc.es/>

- How many kWh are generated by renewable sources?

Project 14. “Camera Obscura”

Los siguientes vídeos muestran una presentación clara y concisa del montaje de una cámara oscura (“camera obscura” en latín):

- <https://www.youtube.com/watch?v=gvpzpu0Q9RTU> (National Geographic)
- <https://www.youtube.com/watch?v=laiRaqlXfkl> (hasta el minuto 2:15)

La luz se propaga en línea recta. Una estrella, por ejemplo, emite su luz en todas las direcciones, generando una esfera luminosa a su alrededor. Igual hace una bombilla o la llama de una vela: parten “rayos” o “haces de luz”.

Esos rayos “llevan” información de la forma y del color del objeto luminoso. Si llegan a nuestros ojos, nuestro sentido de la vista genera una imagen de la vela. Si los rayos de la vela llegan a una pared y al “rebotar” en la pared llegan a nuestros ojos, podremos apreciar la forma y color de la pared.

Si toda esta “información” luminosa entra en una habitación únicamente por un pequeño orificio (ver imagen de la derecha) y conseguimos proyectarla en una pantalla, tendremos una sala de cine casera llamada “habitación oscura”. Podremos ver en la pantalla todo lo que ocurre fuera de la habitación oscura. Para ello necesitamos un día soleado y oscurecer por completo nuestra habitación, para que la luz exterior solo penetre por el pequeño orificio.

Este es el principio físico que usan las cámaras fotográficas. Y es el mismo que usan nuestros ojos. Fíjate en el trazado de rayos de la imagen anterior y responde a la siguiente preguntas: ¿Cómo es la imagen que se genera en la pantalla, derecha o invertida?

Nuestros ojos, y cualquier cámara de fotos, generan una imagen invertida de la realidad. Luego nuestro cerebro se encarga de “darle la vuelta” para que no veamos las cosas al revés. En las cámaras fotográficas modernas existe un sistema electrónico encargado de mostrarnos, en la pantalla de la cámara, la imagen del derecho.

El tamaño del orificio que debemos realizar es importante. Si hacemos el agujero muy grande, entrará mucha luz y no se apreciarán las formas del exterior. Y si hacemos el agujero muy pequeño, la cantidad de luz entrante será muy pequeña y la calidad de la imagen no será buena debido a un fenómeno óptico llamado difracción (que provocará zonas muy sombreadas en la imagen).

La siguiente fórmula (obtenida prácticamente por ensayo y error por los científicos durante años) nos dice cuánto debe valer el diámetro del orificio de entrada (d) según la distancia que haya de ese orificio a la pantalla de proyección (distancia focal f).

$$d = \sqrt{\frac{f}{625}}$$

En esta fórmula, la distancia focal viene expresada en milímetros.

En clase vamos a montar, entre todos una cámara oscura. Solo necesitamos papel continuo para oscurecer las zonas por donde entra la luz exterior. Y una lente convergente para situar en la apertura y así ganar en nitidez de la imagen.

Una vez hayamos terminado nuestro montaje, veremos en el techo del aula una proyección (invertida) del patio del colegio.

Project 15. Determinación de la densidad de objetos sólidos

En el laboratorio encontrarás cuatro cilindros metálicos. El objetivo de la práctica es determinar su composición con ayuda de la densidad.

El primer cilindro es muy alargado, el segundo es dorado, mientras que el tercero y el cuarto son de dimensiones parecidas pero de colores distintos (gris oscuro y gris plateado).

Cuentas con la siguiente lista de metales y densidades como punto de partida:

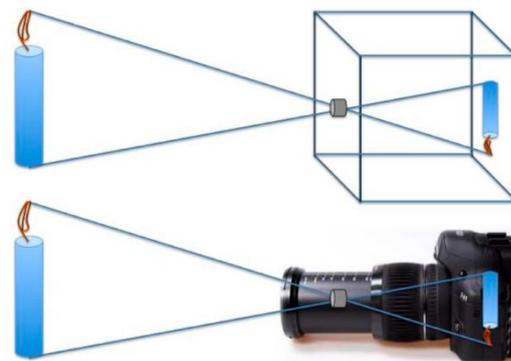
Estaño: 7,29 g/ml	Plomo: 11,30 g/ml	Cobre: 8,93 g/ml	Aluminio: 2,70 g/ml
Latón: 8,40-8,70 g/ml	Hierro: 7,87 g/ml	Acero: 7,80 g/ml	Zinc: 7,10 g/ml
Oro: 19,30 g/ml	Plata: 10,50 g/ml		

Hipótesis inicial. Antes de realizar cualquier medida, indica qué material crees que está vinculado con cada cilindro, tras observar su color y comprobar a mano su mayor o menor ligereza.

El profesor pasará grupo por grupo explicando el funcionamiento del calibre o pie de rey, que permite medir distancias con una sensibilidad más pequeña que una regla normal. Esto nos ayudará a obtener cálculos con menor margen de error.

Recuerda que el volumen de un cilindro es igual al área de la base por la altura. Y que la base es un círculo. Por lo tanto, necesitarás el dato del radio de la base y de la altura del cilindro. Estos datos los debes obtener con ayuda del calibre.

La sensibilidad del calibre es $\pm 0,05$ mm. Y la sensibilidad de la balanza del laboratorio es $\pm 0,1$ g. No olvides incluir las sensibilidades en las medidas.



Expresa claramente las dimensiones del radio y de la altura de cada cilindro, y el valor de su masa medida con la balanza.

Cuando uses la fórmula del volumen del cilindro, el resultado lo tendrás en mm cúbicos. Expresa los factores de conversión adecuados para pasar de mm cúbicos a ml. Recuerda que el volumen de un cilindro se obtiene con la expresión:

$$Volumen\ cilindro = \pi \times (radio)^2 \times altura$$

Calcula la densidad de cada cilindro en g/ml dividiendo masa entre volumen. Y compara los resultados obtenidos con los datos de la tabla inicial, para determinar el tipo de material.

Project 16. Separación de mezclas. Reciclado de papel

En un mundo donde la producción de papel genera una enorme cantidad de residuos y contribuye a la deforestación, el reciclaje es una solución crucial para reducir el impacto ambiental. El papel reciclado no solo reduce el uso de agua y energía, sino que también minimiza las emisiones de CO₂. Hoy en día, muchas empresas y ciudadanos intentan aplicar técnicas sostenibles en sus vidas cotidianas. Con este proyecto, te convertirás en parte de esta solución, aprendiendo a reciclar papel y reflexionando sobre su impacto ambiental.

Trabajaremos en grupos de 3-4 alumnos. Traed de casa papel usado (hojas de cuadernos, papel de impresora, periódicos, etc.).

Instrucciones para seguir en el laboratorio:

1. Fragmentad el papel en pequeños trozos y sumergidlo en agua durante unas horas hasta que se ablande. En el laboratorio habrá un barreño por grupo para hacer la mezcla.
2. Licuad la mezcla (con la batidora que tendrá cada grupo) hasta obtener una pulpa homogénea.
3. Con ayuda de la malla/tamiz que daremos en el laboratorio, filtrad la pulpa y dadle forma de láminas de papel.
4. Dejad secar las láminas en el laboratorio durante 24h antes de retirarlas.

Responde en el cuaderno a las siguientes cuestiones:

- Reflexiona sobre las propiedades de la mezcla en cada paso del proceso de reciclaje. Según el número de fases, ¿se trata de una mezcla heterogénea u homogénea? ¿En qué estado se encuentra cada fase? ¿Qué consistencia y color tiene?
- Comparación entre las hojas de papel reciclado y el no reciclado: analizad diferencias en textura, grosor, resistencia, etc. ¿Qué aspectos del papel reciclado que habéis creado no os convencen?

Project 17. Medición de pH

Imagina que estás en una piscina y quieres asegurarte de que el agua sea perfecta para nadar. ¿Cómo sabes si el agua está en el nivel adecuado? En la naturaleza encontramos sustancias ácidas, básicas o neutras. Para poder identificarlas y clasificarlas usamos una medida llamada pH. Este valor varía entre 1 y 14 según la concentración de protones.

¿Cómo podemos saber cuál es el pH de una sustancia? Cuantitativamente, decimos que las sustancias neutras tienen un pH = 7, los ácidos tienen un pH menor que 7 y las bases, mayor que 7.

Cualitativamente, podemos saber si una solución es ácida o básica utilizando un indicador que suele ser un líquido que cambia de color cuando reacciona. Hay muchos ejemplos de indicadores y cada uno de ellos nos genera una escala de colores, por ejemplo:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
+ ÁCIDO			NEUTRO				+ BÁSICO						

Vamos a trabajar por grupos de 3-4 alumnos para medir el pH de forma cualitativa.

Utilizaremos extracto de col lombarda como indicador y disoluciones de distintas sustancias. En concreto, este extracto adquiere un color rosa/rojo en un medio ácido y azul/verde/amarillo en un medio básico.

El siguiente vídeo explica con detalle todo el proceso a seguir:

<https://www.youtube.com/watch?v=94RILZdh2Rk>

Añade en cada recipiente un poco de cada solución problema, es decir, aquellas que queremos valorar. Después, añade un poco de indicador en cada una de ellas, y observa si cambia de color.

Apunta los resultados en la siguiente tabla.



Indicador de pH de Col Lombarda. Experimentos de Química.

Ciencia... 566 K...

 7,3 K

Solución problema	Color inicial	Color final	pH
Vinagre			
Agua			
Aguarrás			
Amoniaco			

En tu cuaderno debe aparecer la anterior tabla, completa. Además debes copiar en el cuaderno la escala de colores ácido-base que oscila entre el 1 y el 14.

Project 18. Estudio de la oxidación de la manzana

¿Alguna vez has notado que una manzana se pone marrón después de cortarla y dejarla al aire? Esto es un buen ejemplo de un proceso llamado oxidación. Es una reacción química que ocurre cuando una sustancia reacciona con el oxígeno del aire. En el caso de la manzana, cuando cortamos la fruta y la dejamos expuesta, las partes internas de la manzana se oxidan y cambian de color.

En este proyecto, vamos a observar cómo cambia el color de la manzana con el tiempo y probar diferentes métodos para evitar que se oxide tan rápido. Este experimento no solo nos ayudará a entender mejor la oxidación, sino también a aplicar algunos trucos prácticos para conservar mejor nuestros alimentos.

Cortad las manzanas en trozos y dejad uno al aire libre como control. Aplicad diferentes tratamientos a los otros trozos, como sumergirlos en jugo de limón o almacenarlos en bolsas de plástico. En el laboratorio os daremos todos los materiales necesario

Observad y documentad cómo cambia el color de los trozos de manzana con el tiempo rellenando la siguiente tabla:

Muestra	0 min	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min

Completa la tabla en tu cuaderno.

Project 19. Modelos tridimensionales de moléculas

Proyecto pendiente por desarrollar.... Este será el último proyecto de la asignatura.