

Unidad 5. El tiempo es relativo

“El tiempo es relativo” (Albert Einstein, 1915)

No es lo mismo estar en reposo que en movimiento

Ya sabemos que el Universo está en continuo movimiento. Por lo tanto, el reposo absoluto en nuestro planeta es imposible. Vamos a olvidarnos por unos instantes del movimiento de nuestro planeta y vamos a reflexionar únicamente sobre los movimientos de objetos que observamos a nuestro alrededor en la vida cotidiana.

Si impulsamos una pelota con nuestro pie, comenzará a rodar por el suelo hasta pararse. Su movimiento se inicia por la acción de la fuerza de nuestra pierna... pero pasado un tiempo se frena. ¿Por qué?

Porque aparece una fuerza que es la fuerza de rozamiento del suelo, que termina frenando la pelota. Cualquier objeto que se desliza sobre otro sufre la acción de una fuerza de rozamiento que tiende a frenarlo.

¿Y si la superficie sobre la que desliza la pelota fuese una capa de hielo super-super-super-resbaladiza, que no ofreciera ningún rozamiento? La pelota no se frenaría nunca y avanzaría siempre con la misma velocidad con que fue impulsada tras nuestra patada. Esto sería un caso “ideal” (no real), como afirmó Galileo a finales del S.XVI.

Algo muy parecido sucede a las sondas espaciales que el ser humano ha enviado más allá de los confines de nuestro Sistema Solar. Después de varios años viajando, algunas sondas espaciales están tan lejos que ya no sienten la atracción gravitatoria del Sol ni de los planetas, y pueden vagar por el espacio con velocidad constante sin necesidad de ser propulsadas por sus motores. En el espacio el rozamiento es prácticamente nulo.

Si la velocidad es constante, el espacio recorrido es proporcional al tiempo

Si el módulo de la velocidad es constante, ya sabemos que el espacio recorrido es igual al producto de la velocidad por el tiempo que dura el desplazamiento.

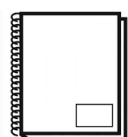
$$s = v \cdot t$$

¿Qué distancia recorre en 10 segundos una persona que avanza de manera constante a una velocidad de 5 km/h ?

Antes de utilizar nuestra fórmula, pasemos las unidades de la velocidad a m/s .

$$5 \frac{km}{h} \cdot \frac{1000 m}{1 km} \cdot \frac{1 h}{3600 s} = 1,388... m/s \rightarrow s = v \cdot t \rightarrow s \simeq 1,38 \cdot 10 \rightarrow s \simeq 13,8 m$$

Completa en tu cuaderno. Sistema de referencia para distancia y tiempo



1. Dibuja con regla un campo de fútbol en tu cuaderno. No tiene que ser muy grande; que se distingan las áreas y el centro del campo. Con un rectángulo de 10 cm × 6 cm es suficiente. Esfuérzate por hacer un dibujo limpio y claro.

Dibuja dos jugadores en el campo de fútbol. Uno cerca de una portería y otro cerca del centro del campo. Vamos a suponer que ambos jugadores son muy parecidos en fuerza y velocidad.

Si ambos jugadores corren en línea recta hacia la portería contraria, ¿quién crees que llegará antes?

¿Crees que influye el punto inicial de donde parten? ¿No sería más justo que los dos comenzaran del mismo punto de inicio, para poder comparar mejor quién es más rápido? ¿Te suena algo el concepto de sistema de referencia? ¿Y el concepto de origen del sistema de referencia?

Ahora imagina que los dos parten del mismo punto de inicio, pero uno de los jugadores sale corriendo 10 segundos antes que el otro. ¿Quién crees que llegará antes a la otra portería? ¿Crees que influye el tiempo en que se inicia el movimiento?

Movimiento rectilíneo uniforme (velocidad constante). Intervalos de tiempo y de distancia

Hablar de tiempo, a partir de ahora, siempre implicará “un intervalo de tiempo”. Es decir, debemos conocer el tiempo inicial t_0 y el tiempo final t_f para definir este intervalo de tiempo como la resta $t_f - t_0$.

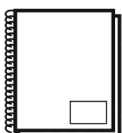
Del mismo modo hablar de distancia, a partir de ahora, siempre implicará “un intervalo de distancia”. Deberemos conocer una distancia inicial s_0 y una distancia final s_f . Y el intervalo de distancia se define como la diferencia $s_f - s_0$.

Así, la fórmula ya conocida de $s = v \cdot t$ se expresa de forma más completa de la siguiente manera:

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

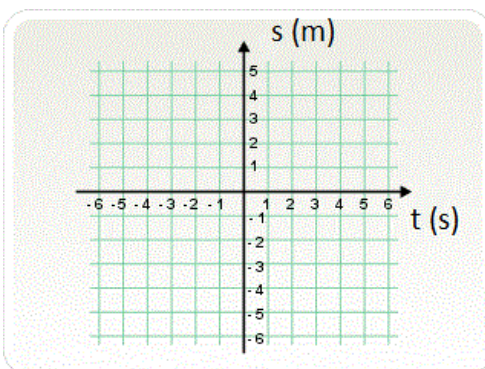
Si $t_0 = 0$ diremos que el movimiento empieza en el origen de tiempos. Si $s_0 = 0$ diremos que el movimiento empieza en el origen de distancias.

Completa en tu cuaderno. Gráfica distancia-tiempo



2. Dibuja en tu cuaderno dos líneas rectas que se corten de manera perpendicular. Cada recta se llamará eje. El eje horizontal indicará la magnitud tiempo. El eje vertical indicará la magnitud distancia. Traza ambos ejes con rotulador o bolígrafo negro. Ambos ejes se conocen como ejes cartesianos.

CUADERNO El corte de ambos ejes marcará el origen de los dos sistemas de referencia de tiempo y distancia. Es común tomar ese origen de referencias para los valores $t = 0$ y $s = 0$.



Divide cada eje en secciones de 1 cm (a derecha e izquierda en el eje horizontal, arriba y abajo en el eje vertical).

A la derecha del origen de referencias los tiempos son positivos, y a la izquierda negativos. Una flecha al final del eje suele indicar el sentido positivo. Junto a esta flecha se pone la magnitud y su unidad (por ejemplo, vamos a tomar segundos).

Por encima del origen de referencias las distancias son positivas, y por debajo negativas. Una flecha al final del eje suele indicar el sentido positivo. Junto a esta flecha se pone la magnitud y su unidad (por ejemplo, vamos a tomar metros).

Traza en cada división, a lápiz muy suave, líneas verticales y horizontales. Estas líneas se cortarán sucesivamente entre sí.

Ya tienes todo preparado para trazar tu primera gráfica distancia-tiempo. En el eje horizontal se coloca el tiempo y en el eje vertical la distancia asociada a ese tiempo. Si no nos dicen lo contrario, los movimientos siempre partirán del origen de referencias de 0 s y 0 m.

Para cada tiempo siempre habrá una distancia asociada. Estos valores se representan por parejas,

separados por una coma y dentro de un paréntesis. El primer número indica el eje horizontal (tiempo) y el segundo número indica el eje vertical (distancia). Por ejemplo: $(2, 5)$ significa que a los dos segundos el objeto se encuentra en la distancia cinco metros.

En clase el profesor va a desplazarse en línea recta, cronómetro en mano, y vamos a ir tomando parejas de valores. Estos valores se llevarán a la gráfica en forma de puntos. La unión de todos los puntos nos dará la gráfica distancia-tiempo.

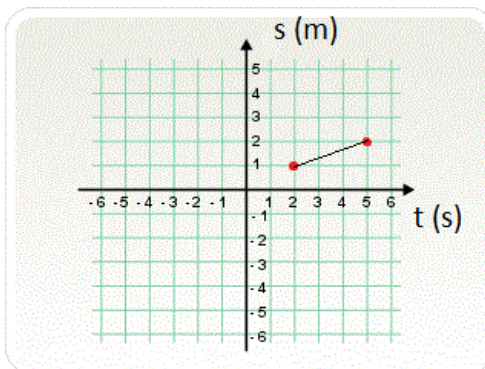
Recuerda que el movimiento que estamos estudiando en este tema siempre es en línea recta. Aunque en las gráficas aparezcan líneas inclinadas, no significa que el objeto gire a un lado o a otro. Solo puede ir hacia delante y hacia detrás.

3. ¿Tiene sentido que hablemos de distancias negativas (valores del eje vertical por debajo del origen de referencias)? ¿Tiene sentido que hablemos de tiempos negativos (valores del eje horizontal por debajo del origen de referencias)? Razona tu respuesta.

Si al unir dos puntos consecutivos de una gráfica obtenemos una línea horizontal, ¿qué querrá decir?

¿Puede ocurrir que, al unir dos puntos consecutivos de una gráfica, obtengamos una línea completamente vertical? Razona tu respuesta.

Obtener velocidad media a partir de una gráfica distancia-tiempo



Nos dan dos parejas de valores para una gráfica distancia-tiempo: $(2, 1)$ y $(5, 2)$. Los representamos en los ejes cartesianos como dos puntos.

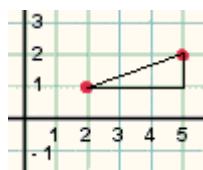
El primer punto marca el inicio del movimiento y el segundo punto marca el final del movimiento.

La línea que une ambos puntos es la hipotenusa de un triángulo rectángulo, como puedes ver en el detalle ampliado.

La altura de ese triángulo rectángulo es $s_f - s_0 = 2 - 1 = 1 \text{ m}$.

La base del triángulo rectángulo es $t_f - t_0 = 5 - 2 = 3 \text{ s}$.

El cociente entre la altura y la base nos da la velocidad media del movimiento entre ambos puntos de la gráfica. Si te das cuenta, obtenemos la misma fórmula que aprendimos en el tema anterior.



$$v_m = \frac{s_f - s_0}{t_f - t_0} = \frac{1}{3} \approx 0,33 \dots \text{ m/s}$$

Práctica a realizar. Caída libre de un objeto en gel con glicerina

Materiales necesarios

Trabajo en equipo en el laboratorio del colegio.

Materiales: gel de glicerina, canicas iguales, cronómetro, botella o tubo de plástico graduado con escala en centímetros, cámara de foto del móvil (opcional).

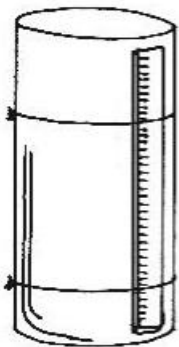
¿Qué debes hacer en la práctica?

Los fluidos tienen dos propiedades importantes: densidad y viscosidad.

La densidad es una magnitud física que indica el cociente entre la masa y el volumen de un objeto. Es una propiedad de cada material de la naturaleza. Por ejemplo, el agua tiene densidad de 1 kg/l (un litro de agua tiene una masa de un kilogramo). El aceite de oliva tiene una densidad de $0,92 \text{ kg/l}$ (un litro de aceite de oliva tiene una masa de $0,92$ kilogramos).

El aceite es menos denso que el agua. Por eso, al mezclar agua con aceite, el aceite queda arriba y el agua debajo. Los objetos más densos se hunden, y los menos densos flotan.

¿Cómo es posible que el aceite sea menos denso que el agua, cuando el aceite parece más “pastoso” que el agua? Porque esa sensación de “pastoso” no tiene nada que ver con la densidad, sino con la viscosidad, que es otra magnitud física que indica la dificultad de separar las moléculas de un fluido. A mayor viscosidad, mayor sensación al tacto de “pastosidad” de un fluido.



Para esta práctica vamos a trabajar con un gel de baño transparente a base de glicerina, que es una sustancia muy viscosa, es decir, que presenta mucha dificultad a que sus moléculas sean separadas.

Por lo tanto, al dejar caer un objeto sólido en un recipiente lleno de glicerina, el objeto descenderá muy lentamente debido a esta viscosidad. Y provocará que la velocidad de caída del objeto sea aproximadamente constante.

En una botella o tubo de plástico marcamos una escala graduada en centímetros. Podemos pintar a rotulador la escala o adosar a la botella una regla. Dejaremos caer la canica y cronometraremos el tiempo que transcurre en recorrer el punto de inicio y el punto de fin que hayamos decidido (un tramo de unos 10 cm es suficiente). Al principio la canica, debido a la tensión superficial, se introducirá muy lentamente en el fluido. Avanzados unos pocos centímetros ya alcanzará su velocidad constante.

Para tener medidas más fiables, sería bueno tomar como inicio del movimiento 2 ó 3 centímetros por debajo de la línea de enrasado del fluido. Esta medida la realizaremos tres veces (con tres canicas idénticas), hasta completar la tabla siguiente. **Recuerda que las tablas de medida deben aparecer en el informe y en el cuaderno personal de cada miembro del grupo.**

| Medida | Distancia inicial s_0 ($\pm 1 \text{ mm}$) | Distancia final s_f ($\pm 1 \text{ mm}$) | Tiempo de caída t_f ($\pm 0,01 \text{ s}$) | Velocidad media de caída (m/s) |
|----------|---|---|---|--------------------------------|
| Número 1 | | | | $v_1 =$ |
| Número 2 | | | | $v_2 =$ |
| Número 3 | | | | $v_3 =$ |

La velocidad media de caída será igual a la ecuación $v_m = \frac{S_f - S_0}{t_f - t_0}$, y consideramos como tiempo inicial $t_0 = 0 \text{ s}$.

Además representaremos tres gráficas, con el tiempo en el eje horizontal y la distancia en el eje vertical, dibujando el triángulo rectángulo que genera la caída de la canica entre el punto inicial y el punto final de medida.

Al terminar las medidas, devuelve el gel a su recipiente y limpia el tubo de plástico. Ten cuidado en dejar todo limpio y ordenado.

Informe a entregar

¿Qué debes entregar como informe final de grupo?

Cada grupo debe entregar un único informe a mano, que en esta ocasión podrá ser terminado en casa ya que hay que añadir fotografías del experimento. El informe completo deberá ser entregado en el plazo de una semana tras la realización de la práctica.

Este informe debe contener los siguientes apartados.

Portada (1 hoja). Debe incluir el nombre del tema o experimento, además del nombre y apellido de los componentes del grupo. Cuidar el orden, la estética y la buena presentación.

Presentación e hipótesis (1-3 hojas). Explicar, de manera clara y ordenada, la práctica realizada. En la presentación no se incluyen medidas de ningún tipo, solo una descripción del trabajo realizado en el laboratorio y de los materiales empleados. Explicar las diferencia entre densidad y viscosidad, y razonar por qué el gel con glicerina es adecuado para nuestro experimento.

Ilustrar toda la explicación de la práctica con al menos 3 fotografías tomadas con el móvil e impresas. Dejar hueco en el informe para pegar las fotografías una vez impresas o reveladas.

Medidas tomadas en la práctica (1 hoja). Tabla con las tres medidas realizadas.

Teoría y conclusiones (1-2 hojas) Calcular las tres velocidades medias obtenidas y dibujar las tres gráficas. Explicar cómo se puede obtener la velocidad media a partir de las gráficas.

Calificación de la Unidad Didáctica

¿Qué se califica y cómo?

La Unidad Didáctica se evalúa de 0 a 10 según las siguientes actividades de calificación.

Cuaderno de clase con la explicación teórica (individual). El cuaderno debe recoger toda la explicación de clase, de forma clara, limpia y ordenada, los ejercicios realizados y los valores medidos en el laboratorio. **4 puntos**.

Interés y participación en clase, en la realización de la práctica y en el informe (nota individual). **1 punto**.

Informe, con las fotografías descriptivas del experimento (nota grupal). **5 puntos**

Si el profesor, que supervisa continuamente el trabajo de cada equipo, estima que un alumno no aporta nada al grupo ni se implica adecuadamente en la actividad, puede solicitarle que realice de manera individual toda la práctica y/o el informe un día por la tarde para poder ser calificado. El profesor también puede excluir a ese alumno de la nota grupal.

Si un alumno falta el día de realización de la práctica, debe pedir las medidas tomadas a un compañero y realizar en casa su propio informe. El alumno tiene de plazo hasta la siguiente sesión de práctica para entregar su informe. De no hacerlo, la actividad se le califica como 0.