CURSO 2023-2024

FyQ

Physics and Chemistry

2ºESO

Maristas Granada

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE 5: ¿SÓLO PODEMOS AVANZAR CON VELOCIDAD CONSTANTE? EL ARTE DEL MOVIMIENTO PARABÓLICO

FÍSICA Y QUÍMICA 2ºESO

COLEGIO MARISTA LA INMACULADA
CALLE SÓCRATES, 8
18002 - GRANADA

Colegio La Inmaculada - Granada

FyQ
Physics and Chemistry
2ºESO
Maristas Granada

Índice

0. Ubicación en la programación

Título: Situación de aprendizaje 5. ¿Sólo podemos avanzar con velocidad constante? El arte del movimiento parabólico

Evaluación: Segunda

Temporalidad: 3 semanas

Número de sesiones: 9 horas

Criterios de evaluación: CriEval-FyQ-1.1, CriEval-FyQ-1.2, CriEval-FyQ-1.3, CriEval-FyQ-2.1, CriEval-FyQ-2.2, CriEval-FyQ-2.3, CriEval-FyQ-3.1, CriEval-FyQ-3.2, CriEval-FyQ-3.3, CriEval-FyQ-4.1, CriEval-FyQ-4.2, CriEval-FyQ-5.1, CriEval-FyQ-5.2

Actividades de evaluación:

- Cuaderno
- Informe técnico del laboratorio
- Respuesta oral a preguntas
- Trabajo diario

Índice de contenidos: Variación de la velocidad con el tiempo. Aceleración instantánea y aceleración media. Ecuaciones de segundo grado donde el tiempo es la incógnita: aproximación a la solución. Posición final en MRUA. Unidad de aceleración en el Sistema Internacional. Representación gráfica de parábolas con ayuda de Geogebra. Concepto de parábola. Métodos para dibujar la parábola. Conexión con radio en robótica. Bucle repetir en lenguajes de programación.

Breve resumen de la situación: Todos tenemos la experiencia de lanzar un balón y que su trayectoria dibuje en el aire una parábola. La pelota sufre una aceleración gravitatoria vertical que provoca la característica forma de la parábola.

Comprender la forma de la parábola es fundamental para entender las consecuencias del M.R.U.A. La velocidad no es constante. Y el cambio de la velocidad por unidad de tiempo da paso al concepto de aceleración.

No entramos en fórmulas complicadas para estudiar la parábola. Partimos de actividades manipulativas que permitan dibujarla y analizar, cualitativamente, sus características principales. Y relacionamos el dibujo de la parábola con una actividad de decoración de la clase, con ayuda de contenidos de otras asignaturas del currículo donde también se trabaja el bilingüismo.

Cuidar la calidad del producto final, la estética y el diseño serán fundamentales para una correcta evaluación de la actividad manipulativa de la situación de aprendizaje.

1. ¿Qué necesitamos saber previamente?

1.1. ¿Qué ocurre cuando cambia la velocidad?

En temas anteriores hemos estudiado la cinemática, como 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.

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 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.).

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

Fíjate 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/s^2.

¿Cómo entender el valor 3 m/s^2? 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.

PARA PENSAR 1. Si la velocidad aumenta, en la tabla anterior, a un ritmo de 3 m/s cada segundo, ¿cuándo se tardará menos en recorrer un metro de distancia, al principio o al final del movimiento?

1.3. 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.
$a = \dfrac{v_f - v_0}{t_f - t_0}$

1.4. ¿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.

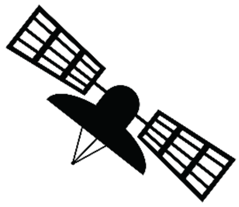
Pero si la velocidad disminuye con el paso del tiempo, decimos que el objeto se frena. En este caso, el valor numérico de la aceleración será negativo. Una aceleración negativa se opone al sentido del movimiento del objeto.

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

PARA PENSAR 2. Si la aceleración vale 0 m/s^2, ¿significa seguro que el objeto no se mueve? ¿Cuánto vale la aceleración en movimientos MRU?

Las sondas espaciales que navegan por el espacio profundo orbitan, inicialmente, alrededor de la Tierra a gran velocidad. En un momento dado encienden sus motores para tomar impulso. Una vez se alejan del efecto gravitatorio de la Tierra, viajan prácticamente a velocidad constante porque en el espacio no hay partículas que frenen su movimiento.

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

PARA PENSAR 3. Si desde la Tierra, por control remoto, se contacta con la Voyager 1, ¿llega la señal de inmediato desde la Tierra a la sonda? La sonda Voyager 1 mide 3,25 metros. ¿Crees que es fácil hacer el seguimiento de un objeto de ese tamaño en el espacio profundo? Si asumimos que Voyager 1 viaja a velocidad constante, ¿puedes aproximar su velocidad de viaje con los datos del párrafo anterior? La ausencia de atmósfera en el espacio exterior provoca que Voyager 1 pueda viajar a velocidad constante. ¿Crees que un avión podría despegar en La Luna, donde no hay atmósfera, de la misma forma como despega en la Tierra?

1.5. Problemas de dinámica resueltos

Movimiento con aceleración positiva

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.

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

Sustituimos los valores del enunciado.

$$a = \frac{33\ m/s - 15\ m/s}{10\ s - 4\ s}$$

$$a = \frac{18\ m/s}{6\ s} = 3\ m/s^2$$

Movimiento con aceleración negativa

Un coche viaja a 90 km/h. De repente encuentra un obstáculo en la carretera, frena y reduce en 2 s la velocidad a 50 km/h. Calcula la aceleración en el S.I.

La unidad de velocidad en el S.I. es m/s. Por lo tanto, debemos convertir las velocidades de km/h a m/s. En temas anteriores explicamos paso a paso cómo hacer, a la vez, la conversión de dos unidades distintas. Los kilómetros pasan a metros, mientras que las horas pasan a segundos. Necesitamos una fracción para cada cambio de unidad.

$$90\frac{km}{h}\cdot\frac{1.000\ m}{1\ km}\cdot\frac{1\ h}{3.600\ s} = \frac{90\times 1.000}{3.600}\cdot\frac{m}{s} = 25\ m/s$$

$$50\frac{km}{h}\cdot\frac{1.000\ m}{1\ km}\cdot\frac{1\ h}{3.600\ s} = \frac{50\times 1.000}{3.600}\cdot\frac{m}{s} = 13{,}89\ m/s$$

Aplicamos la definición de aceleración. Asumimos el tiempo final igual a 2 segundos, y el tiempo inicial igual a 0 segundos.

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

$$a = \frac{13{,}89 - 25}{2 - 0}$$

$$a = \frac{-11{,}11}{2}$$

$$a = -5{,}56\, m/s^2$$

Hemos redondeado a la segunda cifra decimal, como de costumbre. El coche ha perdido velocidad. Ha frenado. Por eso la aceleración es negativa. No olvides escribir las unidades al terminar de operar con los números.

1.6. 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:

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

PARA PENSAR 4. ¿Se te ocurre qué podemos añadir a la ecuación anterior? ¿Es lógico pensar que debe aparecer el valor de la aceleración? ¿Dependerá del tiempo transcurrido?

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.

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

La velocidad inicial pasa sumando a la izquierda.

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

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

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

Fórmula de la velocidad final en M.R.U.A.
$v_f = v_0 + a \times (t_f - t_o)$

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.RU. 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.

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

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

Aplicamos la propiedad distributiva del producto respecto de la suma.

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

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

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 líneas curva con un nombre muy especial: **parábola**.

Dedicaremos tiempo a dibujar parábolas y a comprender su forma característica.

Problema resuelto con la ecuación de la posición final en M.R.U.A.

Un patinete eléctrico parte del reposo. Viaja por la calzada (no por la acera, que está prohibido y es un riesgo para los peatones). Acelera durante 5 segundos, con una aceleración constante de 0,5 m/s^2. ¿Qué distancia recorre en esos 5 s?

En este ejercicio, como hemos hecho otras veces, podemos asumir que la posición inicial vale cero: $s_0 = 0\ m$

El patinete parte del reposo. Por lo que la velocidad inicial también vale cero: $v_0 = 0\ m$

Si llevamos estos valores iniciales a la ecuación de la posición final, obtendremos:

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

$$s_f = 0 + 0 \times (t_f - t_0) + \frac{1}{2} \times a \times (t_f - t_0)^2$$

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

El tiempo inicial podemos fijarlo también a cero: $t_0 = 0\ s$. Y el tiempo final es igual a 5 segundos: $t_f = 5\ s$. Quedando la ecuación de la posición final:

$$s_f = \frac{1}{2} \times a \times (5 - 0)^2 = \frac{1}{2} \times a \times 25 = \frac{25}{2} \times a$$

La aceleración constante es igual a 0,5 m/s^2 . Por lo que la posición final del objeto es:

$$s_f = \frac{25}{2} \times a = \frac{25}{2} \times 0{,}5 = 6{,}25\ m$$

No olvides indicar la unidad de distancia al obtener el resultado numérico final.

1.7. ¿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.

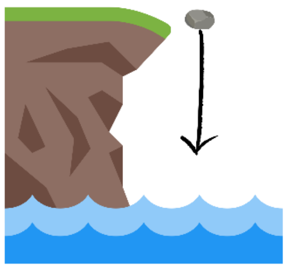
Esto es debido a la fuerza gravitatoria, que estudiaremos en posteriores temas. Esta fuerza gravitatoria depende de la masa del planeta.

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 m/s^2. Este valor suele representarse con la letra g (del inglés, gravity).

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

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:



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

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

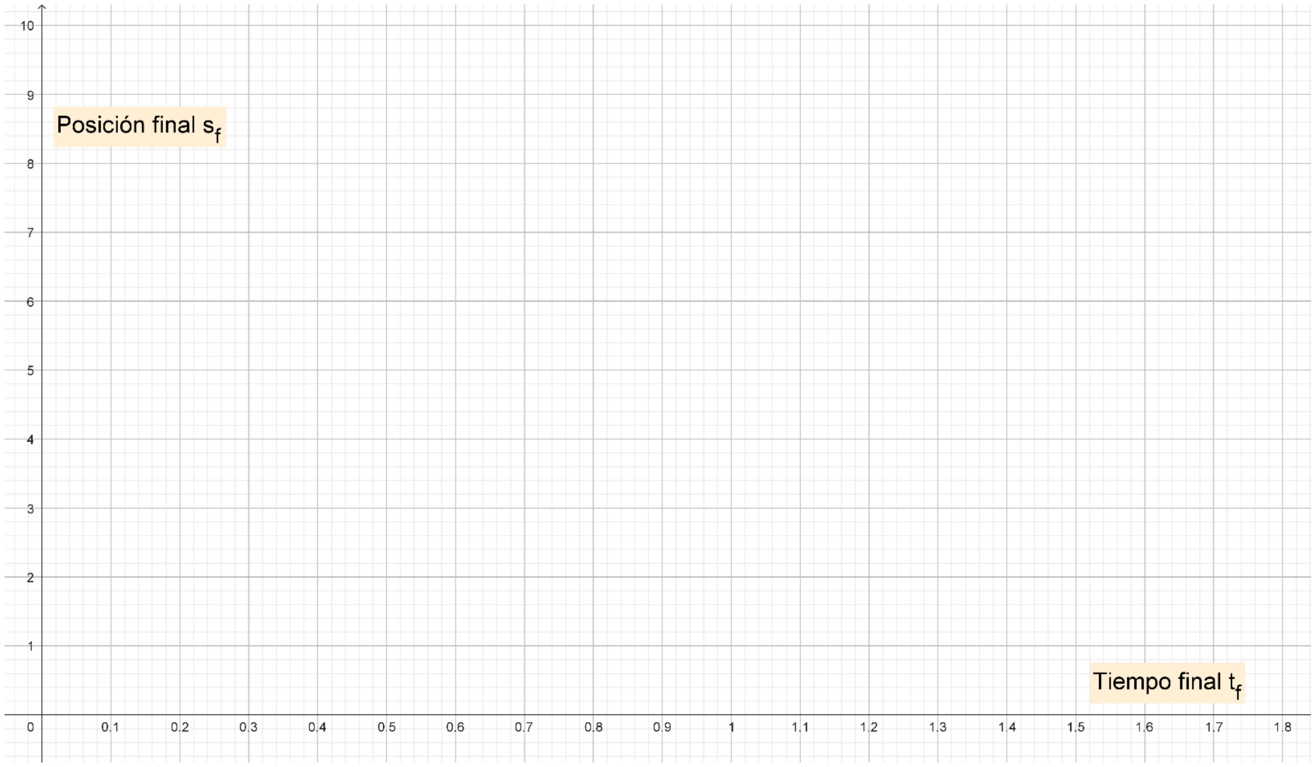
Tiempo final (segundos)	**Posición final (metros)**
$t_f = 0\ s$	$s_f =$
$t_f = 0{,}2\ s$	$s_f =$
$t_f = 0{,}4\ s$	$s_f =$
$t_f = 0{,}6\ s$	$s_f =$
$t_f = 0{,}8\ s$	$s_f =$
$t_f = 1\ s$	$s_f =$
$t_f = 1{,}2\ s$	$s_f =$
$t_f = 1{,}4\ s$	$s_f =$

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-

$$(tiempo, posición)$$

Dibuja en la gráfica los ocho puntos que has obtenido de la tabla anterior. Utiliza la gráfica de la siguiente hoja para dibujar los puntos. 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.

PARA PENSAR 5. ¿Qué problemas aparecen en la gráfica si deseas dibujar un punto para tiempos más grandes, como puedan ser 2 segundos o 3 segundos? ¿Cuándo crece más rápido la posición final, en el intervalo de 0,2 a 0,4 segundos, o en el intervalo de 0,8 a 1 segundo? ¿Cómo se explica este crecimiento cada vez más rápido? ¿Tiene sentido dibujar puntos en la gráfica para tiempos finales negativos? ¿Se puede viajar atrás en el tiempo?



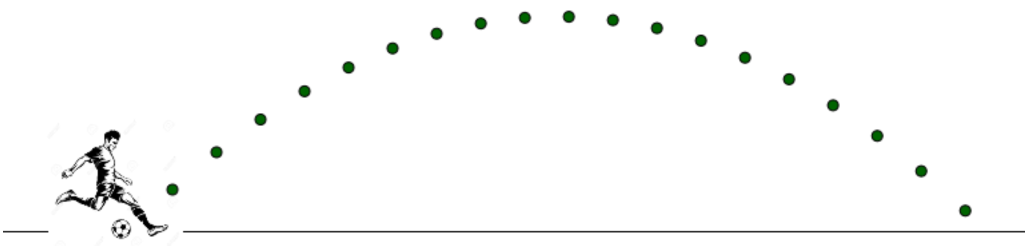
1.8. Dibujar y comprender las parábolas

La circunferencia es una línea curva. La parábola también es una línea curva, aunque no es cerrada como la circunferencia.

La forma de la parábola aparece siempre en la gráfica espacio-tiempo en un M.R.U.A. Como por ejemplo, en la caída libre de objetos que hemos estudiado en el apartado anterior.

Si pensamos no solo en movimientos en línea recta, nos daremos cuenta de que, al chutar una pelota, la trayectoria describe en el aire un movimiento parabólico. Este movimiento es de dos dimensiones, ya que la pelota avanza horizontalmente y también lo hace verticalmente: la pelota avanza horizontalmente y sube primero hasta alcanzar el punto de altura máxima, para luego comenzar a bajar debido a la acción de la fuerza gravitatoria.

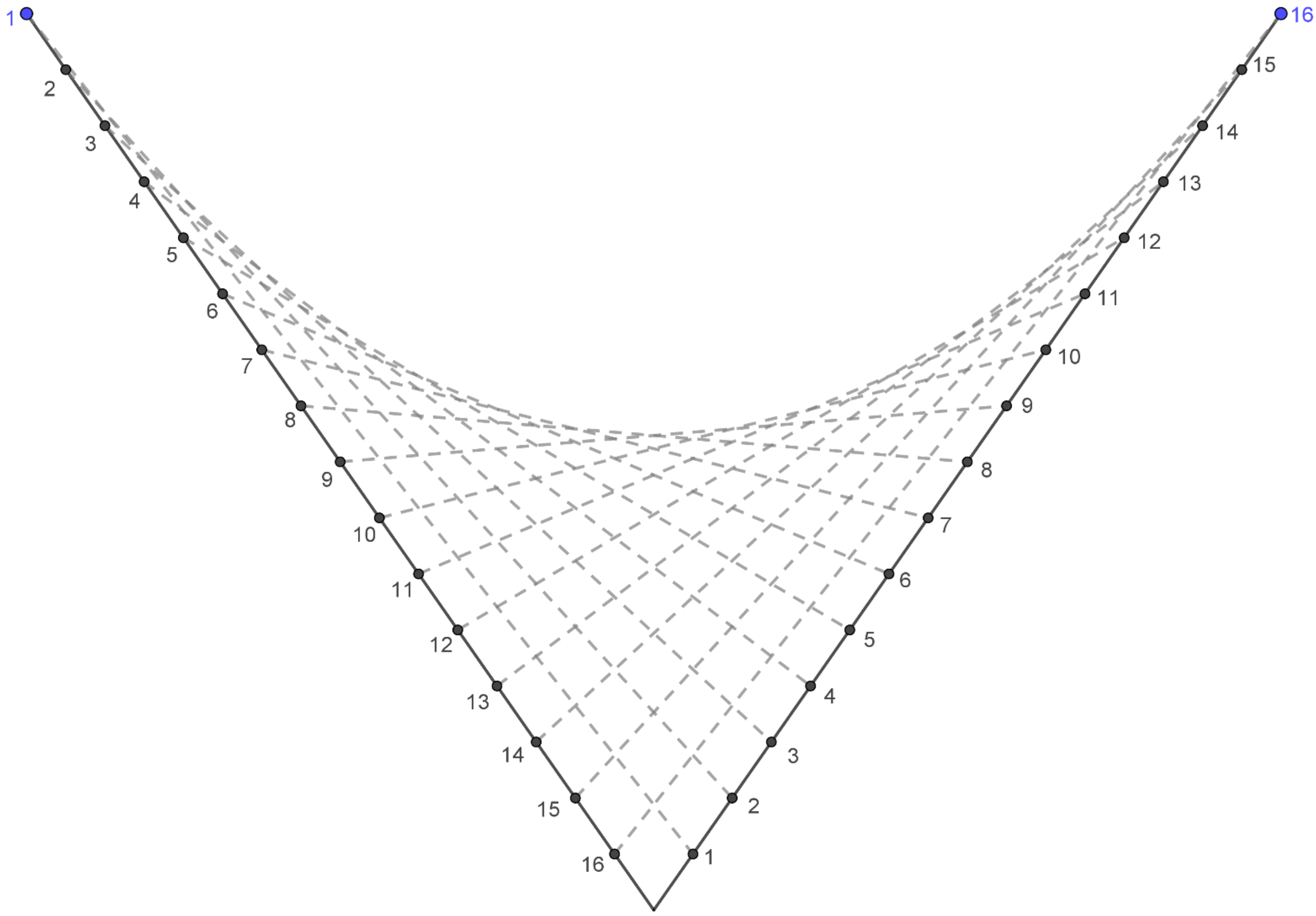
Por lo tanto, saber dibujar parábolas y comprender su forma característica es muy importante.



PARA PENSAR 6. ¿Aprecias alguna simetría en el movimiento parabólico del balón de la imagen?

Una forma sencilla de dibujar parábolas es trazar dos segmentos de igual longitud que se corten en un punto. Cada segmento se divide en el mismo número de partes iguales y se numeran en sentido opuesto en cada lado. Uniendo los puntos con la misma numeración, se obtiene el contorno de una parábola.

El profesor te entregará una plantilla en blanco, para que puedas trazar los segmentos y obtengas una parábola como la de la siguiente imagen.

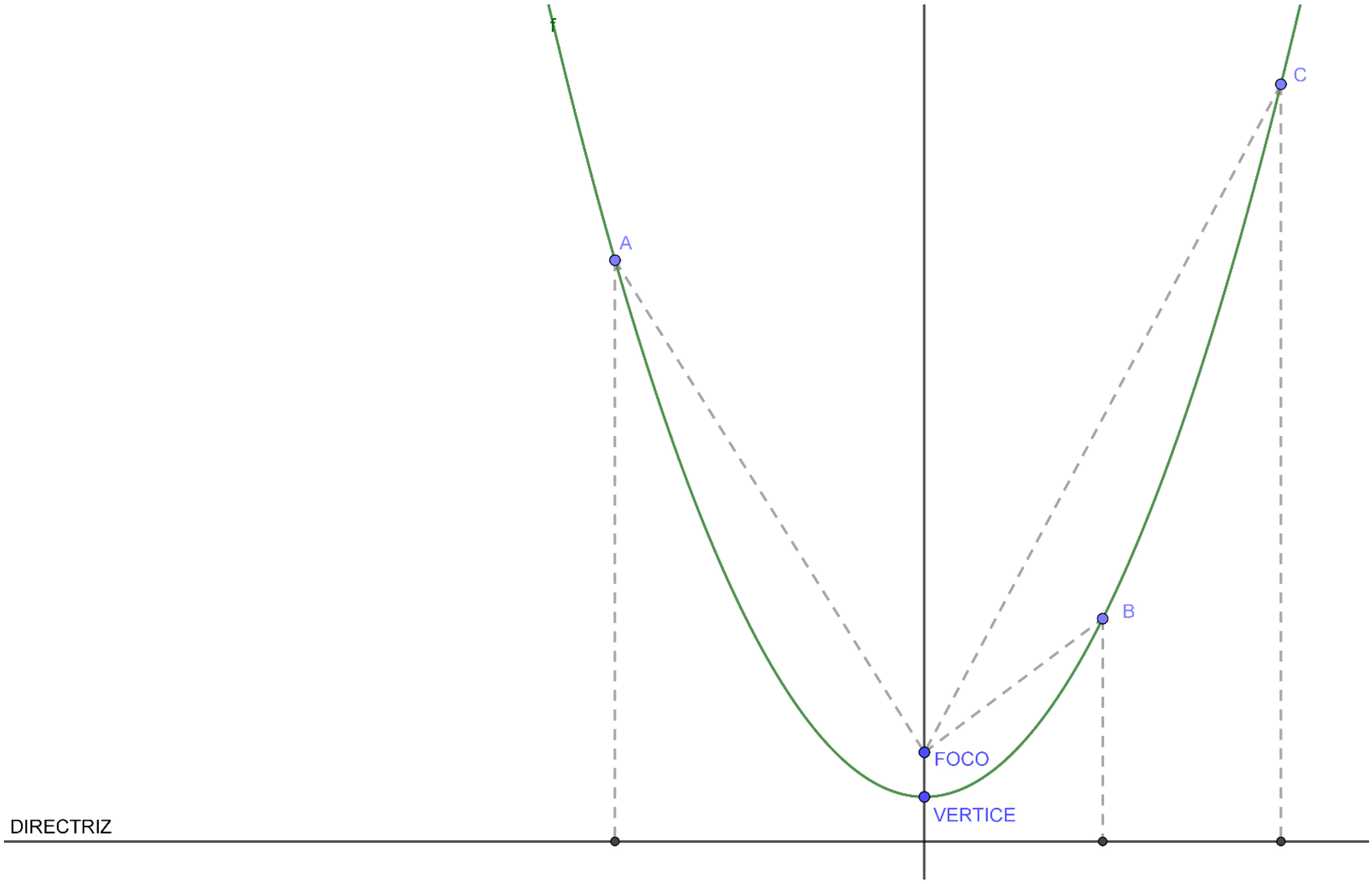


Las parábolas tienen unos puntos y rectas característicos. Para no complicar demasiado el estudio de las parábolas, nos vamos a centrar solo en las parábolas horizontales.

Estas parábolas horizontales pueden tener sus ramas abiertas hacia arriba (convexa) o hacia abajo (cóncava).

El punto donde se alcanza el máximo o el mínimo de la parábola se llama vértice.

Otro punto característico es el Foco, que no pertenece al contorno de la parábola. Este Foco está relacionado con una recta llamada directriz. En la siguiente imagen aparecen representados el vértice, el Foco y la recta directriz de una parábola convexa. Siguiendo las preguntas que te indica el profesor, trata de razonar la relación que existe entre el Foco y la recta directriz.



PARA PENSAR 7. En el contorno de la parábola 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 razonar tus respuestas. Viendo las conclusiones que has llegados sobre las distancias, ¿se te ocurre una frase para definir una parábola donde aparezcan las palabras "Foco", "recta directriz" y "distancia"?

2. Robótica y pensamiento computacional: Simular movimiento con aceleración constante con robot maqueen

Las placas micro:bit pueden conectarse entre sí mediante señales de radio. Esto es muy útil para ejecutar acciones de manera remota (por ejemplo, crear un mando para mover el robot maqueen).

Nosotros vamos a utilizar la conexión de radio para generar un M.R.U.A. y medir el tiempo de duración del movimiento.

Necesitamos dos placas: una emisora y una receptora. Ambas placas van a estar conectadas a un robot maqueen.

2.1 Código de la placa emisora

La placa emisora es la que "emite" una señal hacia otra placa.

Situaremos la placa emisora en un robot maqueen, que estará en una posición fija. Cuando la placa emisora detecte (por el bloque "Leer ultrasonidos" de la extensión maqueen) que por delante pasa otro robot en movimiento, enviará a la placa del robot que se mueve (placa receptora) una señal en forma de número. En nuestro caso, va a enviar por radio el número 1.

El código de la placa emisora sería el de la siguiente imagen.

El bloque "radio establecer grupo" se encuentra dentro del menú Radio.

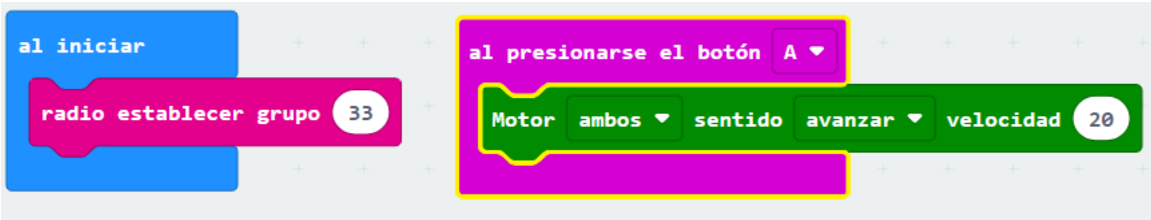
¿Qué significa el bloque "radio establecer grupo"? Indica un número para crear una frecuencia de conexión inalámbrica entre la placa emisora y la receptora. Es como el canal común de conexión. La placa receptora deberá establecer, también, su grupo de radio al valor numérico seleccionado por la placa emisora.

En el momento en que la placa emisora detecte que un objeto pasa a una distancia inferior a los 20 centímetros del sensor de ultrasonidos, enviará por radio el valor numérico 1. Y ya será en el código de la placa receptora donde programaremos qué hacer cuando se recibe ese valor numérico 1. Como ves, el programa de emisión es muy sencillo.

2.2 Código de la placa receptora

La placa receptora debe permanecer en el mismo canal de emisión de la placa emisora. Por lo tanto, al inicio del programa de recepción, volvemos a introducir el bloque "radio establecer grupo". Utilizamos el mismo número de canal que aparece en el código de la placa emisora (en nuestro ejemplo, canal 33).

La placa receptora está conectada a un robot maqueen que se mueve inicialmente a velocidad constante. Fijamos esta velocidad uniforme, por ejemplo, al valor 20. Iniciamos el movimiento rectilíneo uniforme del robot cuando se pulse el botón A.



Cuando el robot en movimiento pase delante del robot que contiene a la placa emisora (a una distancia inferior a los 20 cm), recibirá por radio el valor numérico 1. En el momento que la placa receptora reciba esa señal de radio, comenzará la aceleración de su movimiento.

Cada segundo aumentaremos la velocidad en 10 unidades (recuerda que la velocidad en micro:bit oscila de 0 a 255 de unidades relativas).

Por ejemplo, de 0 a 1 segundo el robot avanza a 20. En 1 a 2 segundos el robot avanza a 30. Y así sucesivamente.

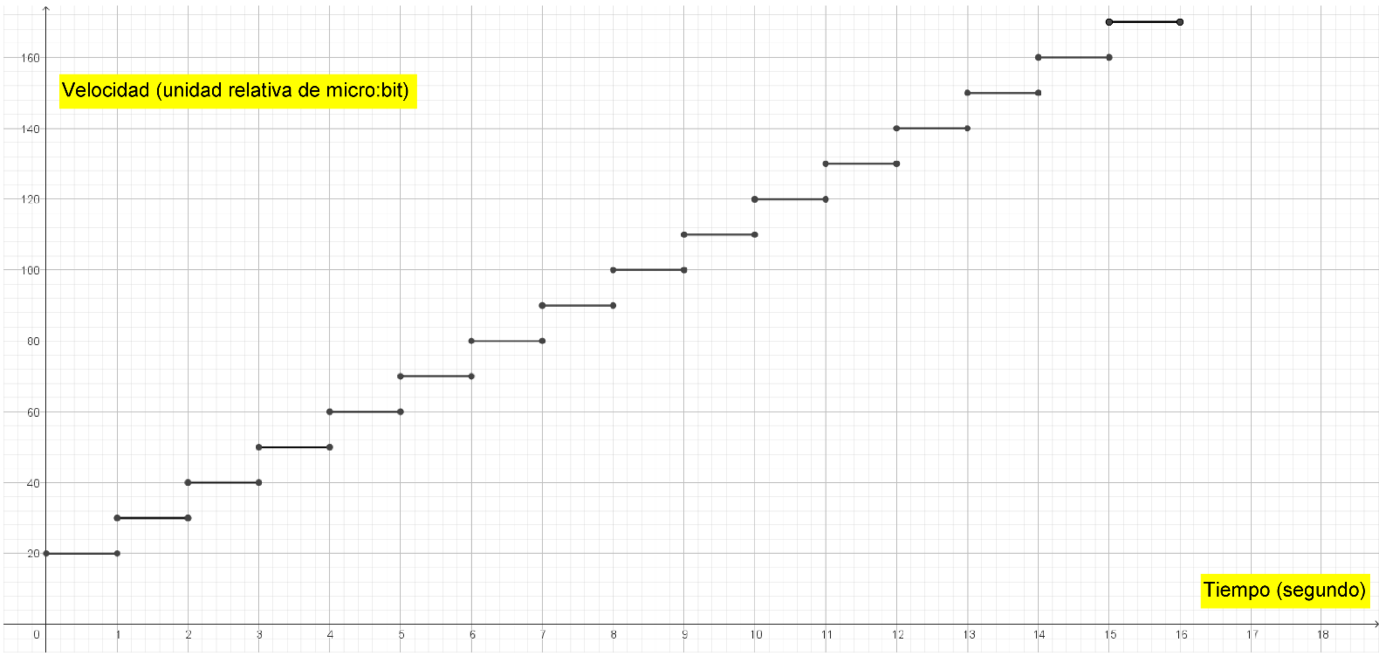
Tal y como hemos estudiado en esta unidad, en el intervalo que va de 0 a 2 segundos el vehículo es como si hubiera avanzado, en término medio, a una velocidad de 25. Y podemos deducir que velocidad se ha incrementado en 5 unidades cada segundo. Por lo tanto, la aceleración será igual a 5 (siempre en unidades relativas de micro:bit).

La siguiente tabla resume todos los datos.

Tiempo (segundos)	Velocidad uniforme durante un segundo de duración (unidades relativas de micro:bit)
0 s	20
1 s	30
2 s	40
3 s	50
4 s	60
5 s	70
6 s	80
7 s	90
8 s	100
9 s	110
10 s	120
11 s	130
12 s	140
13 s	150
14 s	160
15 s	170

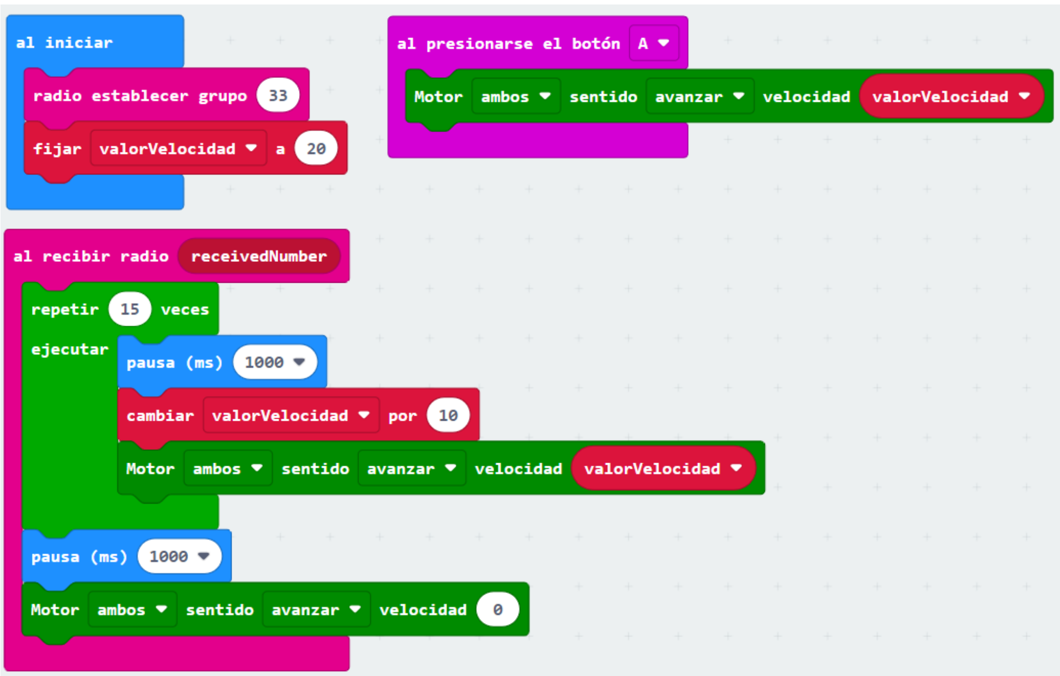
PARA PENSAR 7. ¿Es válido considerar que el incremento de velocidad, cada segundo, es instantáneo? ¿Es lógico realizar esta aproximación? ¿Cometemos algún tipo de error razonando así?

La siguiente gráfica es un modelo que permite visualizar cómo cambia la velocidad del robot, con la placa receptora, a cada segundo.



El código de la placa receptora debe, primero, recibir la señal numérica enviada por radio. Y en ese momento aumentar la velocidad en 10 unidades cada segundo. Hasta alcanzar la velocidad 170 y parar en seco tras avanzar un segundo a esa velocidad máxima.

Un bloque repetir nos ayudará a contabilizar el número de veces que debemos aumentar la velocidad del coche (15 veces en total). En cada bucle, aumentamos la velocidad en 10 unidades. Por lo tanto necesitamos una variable para almacenar el valor cambiante de la velocidad



PARA PENSAR 8. ¿Puedes explicar qué hace el código superior de la placa receptora? ¿Crees que el microprocesador de micro:bit consume tiempo, por pequeño que sea, en ejecutar los bloques de programación? ¿Podemos decir que cada bucle de repetición durará exactamente 1 segundo de tiempo real? ¿Crees que el programa funcionaría si la placa emisora enviase por radio otro número distinto de 1? ¿Sería útil que la placa receptora ejecutase bloques distintos según el valor del número recibido por radio?

La placa que te entrega el profesor es la placa receptora. Cuando hayas insertado en esa placa el código, díselo al profesor para que te deje un robot maqueen con el que probar su funcionamiento. El profesor tendrá preparado otro robot con la placa emisora y el suelo marcado con una línea recta calibrada para determinar la distancia recorrida por maqueen.

NO OLVIDES COLOCAR EL COCHE SIEMPRE EN EL SUELO CUANDO LO VAYAS A UTILIZAR, PARA EVITAR CAÍDAS NO DESEADAS.

¡Importante! Este mismo código de programación lo usaremos para un experimento de la siguiente unidad. Guarda bien el código para poder reutilizarlo en unas semanas.

3. Experimento: Get micro:bit acceleration

In the previous Robotic section, we designed a programme to move robot maqueen with uniform acceleration. But, what is the value of the micro:bit acceleration in the International System of units?

We know the final position formula:

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

When the receiving robot maqueen crosses in front of the transmitting robot, we can assume:

$$s_0 = 0\ m$$

$$t_0 = 0\ s$$

So, the final final position formula is simpler:

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

The final time is 16 seconds. Robot maqueen starts at zero seconds and the programme generate 15 loops. Each loop lasts one second. So, 15 seconds plus 1 second equals to 16 seconds.

$$s_f = v_0 \times (16) + \frac{1}{2} \times a \times (16)^2$$

With a rule we can measure the final position at 16 seconds. And with a stopwatch and a tape measure we can calculate the value (in m/s) of the initial speed of 20 (micro:bit relative units).

PARA PENSAR 9. How can we get the value (in m/s) of the initial speed of 20 (micro:bit relative units)? You must design a simple experiment to calculate v_0. The next table can help you to design the experiment.

Fix $v_0 = 20$ in robot maqueen Repeat three times the experiment and calculate the mean value Use a stopwatch and a tape measure	
Time (seconds)	**Position (metres)**
$t_0 = 0\ s$	$s_0 = 0\ m$
$t_{f1} =$	$s_{f1} =$ 1m
$t_{f2} =$	$s_{f2} =$ 1m
$t_{f3} =$	$s_{f3} =$ 1m

$$t_{mean\ value} = \frac{t_{f1} + t_{f2} + t_{f3}}{3}$$

$$v_0 = \frac{1 - 0}{t_{mean\ value} - 0}$$

$$v_0 = \frac{1}{t_{mean\ value}}$$

$$v_0 =$$

With these values, we can express the acceleration as a function of s_f and v_0.

$$s_f = 16 \times v_0 + \frac{1}{2} \times a \times 256$$

$$s_f = 16 \times v_0 + 128 \times a$$

$$s_f - 16 \times v_0 = 128 \times a$$

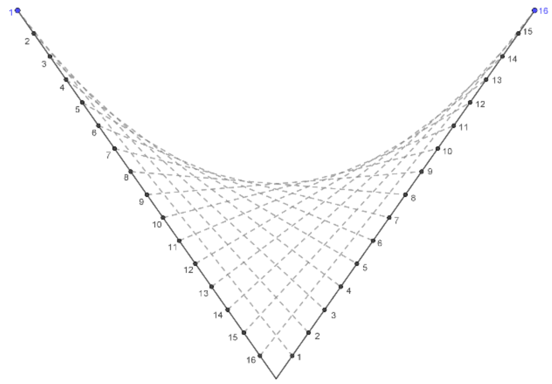
$$\frac{s_f - 16 \times v_0}{128} = a$$

Express s_f in metres and v_0 in metres/second. The acceleration units are m/s^2.

¡Importante! Este método para calcular en m/s la velocidad de micro:bit volveremos a utilizarlo en un experimento de la siguiente unidad. Por lo tanto, resuelve todas las dudas que tenas porque en unas semanas volveremos a necesitar estas mismas operaciones.

4. Descripción de la situación de aprendizaje: Parabolas, Music and Technology

This year you have three bilingual subjetcs: Physics and Quemistry, Music and Technology. In the current activity, we propose you to relate concepts of these subjects.



Let's decorate the classroom walls with parabolas. We will use woolen threads to make the parabolas and we will organise ourselves in groups of 3 people.

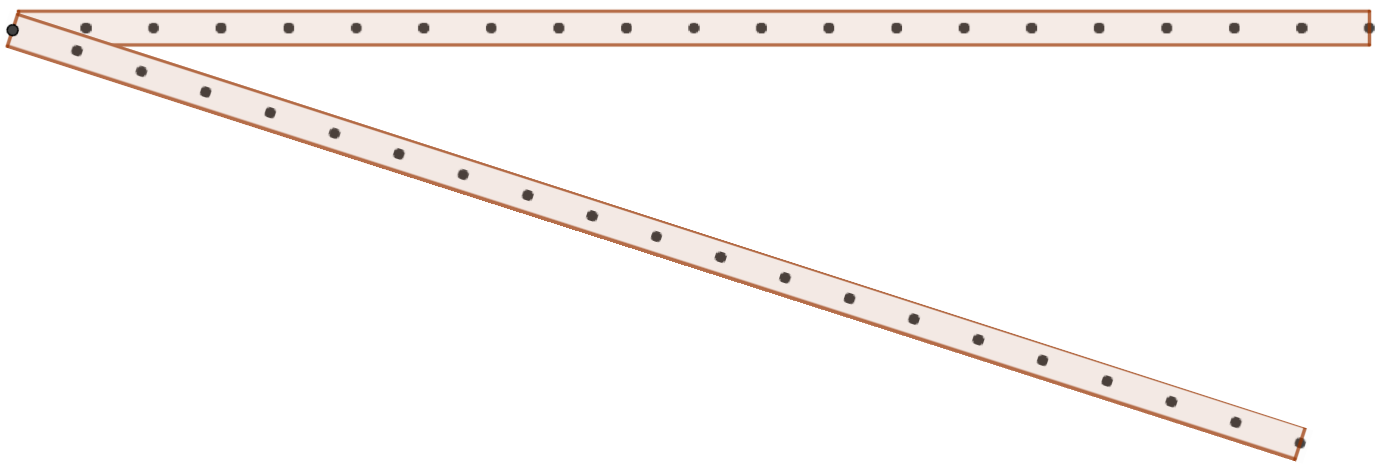
Two rectangles (see picture belove) represent the segments divided into the same parts. Glue both rectangles together over the wall and connect them by the first dot of division.

You can use any angle between both rectangles. However, it is recommended to use an angle larger than 90°.

First, you have to choose a topic of Music or Technology that you have studied this year. Secondly, you have to select 5 pictures linked to that topic and a brief description of each picture.

With 20 woolen threads and with the rectangles, you can create the parabola. Place each image and its description at opposite ends of a thread.

Look out! The teacher can ask you about any question related with the topic that your group has chosen



5. Productos finales que se evaluarán

- Cuaderno de clase (**escribe un título para cada actividad del cuaderno**)
    1. Portada con el número y el título del tema
    2. Copia los dos problemas resueltos del apartado 1.5. Pregunta cualquier duda al profesor.
    3. Copia el problemas resuelto del apartado 1.6. Pregunta cualquier duda al profesor.
    4. Completa la tabla y la gráfica de la caída libre del apartado 1.7. Cuida la limpieza y buena presentación, aprovechando que el profesor te da impresa las plantillas sobre las que trabajar, paraque puedas pegarlas directamente en tu cuaderno.
    5. Dibuja el contorno de la parábola aprovechando la plantilla con dos rectas que se cortan que te entrega el profesor. Cuida el trazado recto y limpio de las líneas. Pega la plantilla en tu cuaderno y realiza el trazado de líneas.
    6. Copia el problema resuelto número 5 del apartado 6 de ejercicios resueltos.
    7. Crea las actividad manipulativa con parábolas que se plantea en la situación de aprendizaje, utilizando los contenidos curriculares de las asignaturas que te indique el profesor. Estas actividades decorarán el pasillo exterior de la clase. Se preciso a la hora de trazar las líneas con los hilos de lana que te entregarán. Imprime el texto y las imágenes que necesites para acompañar las distintas parábolas. Esta actividad se realiza en grupos de 3 personas. Cada grupo debe realizar dos parábolas distintas. **Si realizas esta actividad en inglés, se valorará positivamente en la nota. El profesor puede preguntar al grupo de trabajo cualquier asunto relacionado con el tópico vinculado a las parábolas.**
- Crea un informe técnico de laboratorio sobre el experimento con el robot maqueen para determinar el valor de la aceleración. Utiliza el convenio de la notación científica. Indica las fórmulas utilizadas y la tabla con los cálculos previos para obtener el valor de la velocidad inicial en m/s. Escribe paso a paso todas las operaciones que has necesitado para obtener el valor de la aceleración, en unidades del sistema internacional. **Si realizas esta actividad en inglés, se valorará positivamente en la nota. ¡Ojo! El profesor puede pedirte que le enseñes la placa funcionando correctamente con el programa receptor, y preguntarte cualquier asunto que considere sobre el funcionamiento del programa.**
- Respuesta oral a preguntas
    - El profesor puede preguntar en cualquier momento y sobre cualquier contenido trabajado con anterioridad. Ten siempre a mano tu cuaderno ordenado y completo, porque puede que el profesor te deje mirar el cuaderno si tienes dudas al responder.
- Trabajo diario
    - El profesor puede tomar nota, en cualquier momento, del grado de implicación del alumno en una actividad grupal, o de la calidad de sus aportaciones en clase, o de la calidad de su trabajo en el laboratorio, o del aprovechamiento del tiempo de clase o del orden de su puesto de trabajo.

6. Ejercicios resueltos para practicar y para pensar

INTENTA LOS EJERCICIOS POR TI MISMO.

SI ALGO NO TE SALE, PUEDES MIRAR LA SOLUCIÓN.

SI NO COMPRENDES ALGÚN PASO, PREGUNTA AL PROFESOR (NO AL PROFESOR PARTICULAR NI A LA ACADEMIA, SINO AL PROFESOR DE LA ASIGNATURA EN EL COLEGIO).

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

Estamos ante un M.R.U.A. La ecuación general del movimiento es:

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

El enunciado da el dato de la velocidad inicial (4 m/s). Suponemos posición inicial y tiempo inicial iguales a cero. La aceleración, al ser de frenado, se opone al sentido de movimiento de la canica, por lo que es negativa.

$$s_f = 4 \cdot t_f + \frac{1}{2} \cdot (-0{,}5) \cdot (t_f)^2$$

Por la definición de aceleración (cambio de velocidad en unidad de tiempo), tendremos:

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

La canica se frena por completo cuando su velocidad final sea nula. Recordamos que la aceleración es negativa, por ser de frenado. Y que el tiempo inicial lo consideramos igual a cero. Por lo tanto:

$$-0{,}5 = \frac{0 - 4}{t_f - 0}$$
$$-0{,}5 \cdot t_f = -4$$
$$t_f = \frac{-4}{-0{,}5} = 8\,s$$

Es decir, la canica tarda 8 segundos en frenarse. Si llevamos este tiempo final a la ecuación general del M.R.U.A. obtendremos la posición final, que coincide con la distancia recorrida por la canica (que partió desde 0 metros iniciales).

$$s_f = 4 \cdot 8 + \frac{1}{2} \cdot (-0{,}5) \cdot (8)^2$$
$$s_f = 32 - 16 = 16\,m$$

2. 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.

En un M.R.U.A. la ecuación general del movimiento es:

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

Si suponemos posición inicial nula, velocidad inicial nula y tiempo inicial nulo, la ecuación resulta:

$$s_f = \frac{1}{2} \cdot a \cdot {t_f}^2$$

Pasamos el tiempo de 0,12 minutos a segundos, multiplicando por 60.

$$0{,}12\ minutos \times \frac{60\ s}{1\ minuto} = 7{,}2\ s$$

El tiempo que tarda en recorrer 3 metros es igual a 7,2 segundos.

$$3 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot (7{,}2)^2$$

Despejamos la aceleración del movimiento:

$$\frac{3 \cdot 2}{(7{,}2)^2} = a$$
$$a = 0{,}12\ m/s^2$$

Si ahora deseamos conocer el tiempo que tarda la canica en recorrer 6 metros, bajo las mismas condiciones iniciales y bajo la misma aceleración, podemos operar de la siguiente forma:

$$s_f = \frac{1}{2} \cdot a \cdot {t_f}^2$$
$$6 = \frac{1}{2} \cdot (0{,}12) \cdot t_f^2$$

Despejamos el tiempo final del movimiento:

$$\frac{6 \cdot 2}{0{,}12} = t_f^2$$
$$100 = t_f^2$$

Aplicamos raíz cuadrada y nos quedamos con el valor positivo por ser un tiempo contabilizado a partir del tiempo inicial igual a cero.

$$t_f = 10\ s$$

3. 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 m/s^2, ¿cuál es la altura del acantilado desde el nivel del mar?

Una vez más, utilizamos la ecuación de la posición final en M.R.U.A.

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

Podemos asumir que la posición inicial vale 0 metros y que el tiempo inicial vale 0 segundos. Además, por ser caída libre, la velocidad inicial vale 0 m/s.

$$s_f = \frac{1}{2}a(t_f)^2$$

La piedra tarda 10 segundos en llegar al mar. Y podemos aproximar la aceleración gravitatoria al valor conocido de 9,8 m/s^2.

$$s_f = \frac{1}{2} \times 9{,}8 \times (10)^2 = 4{,}9 \times 100 = 490\ m$$

4. 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?

La aceleración que sufre la pelota es negativa, ya que provoca el frenado de su movimiento. Además, el valor numérico de la aceleración coincide con el de la aceleración gravitatoria.

La velocidad inicial es igual a 15 m/s. El tiempo inicial podemos considerarlo nulo. Y la velocidad final, al frenarse por completo, será igual a 0 m/s.

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

$$-9{,}8 = \frac{0 - 15}{t_f - 0}$$

El tiempo final pasa al miembro de la izquierda multiplicando.

$$(-9{,}8) \times t_f = -15$$

El valor $(-9{,}8)$ pasa dividiendo a la derecha.

$$t_f = \frac{-15}{-9{,}8} = 1{,}53\ s$$

Este es el tiempo que tarda en frenarse la pelota. Si llevamos este valor a la ecuación de la posición final, podremos obtener la altura máxima alcanzada. Recordando que la posición inicial será igual a 0 m y que la aceleración es negativa por oponerse al movimiento del objeto.

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

$$s_f = 0 + 15(t_f - 0) + \frac{1}{2}(-9{,}8)(t_f - 0)^2$$

$$s_f = 15 \times (t_f) - 4{,}9 \times (t_f)^2$$

Sustituimos el valor del tiempo final por 1,53 segundos.

$$s_f = 15 \times (1{,}53) - 4{,}9 \times (1{,}53)^2$$

$$s_f = 22{,}95 - 4{,}9 \times 2{,}34 = 22{,}95 - 11{,}47 = 11{,}48\ m$$

La pelota alcanza una altura máxima de 11,48 metros.

PARA PENSAR 10. ¿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?

5. 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/s². ¿Cuánto tiempo tarda el objeto en alcanzar un altura de 8 metros sobre la superficie del satélite? ¿Tiene el ejercicio una solución única?

Partimos de la fórmula para obtener la posición final en M.R.U.A.

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

Sustituimos los valores del enunciando, asumiendo que el objeto parte de una altura nula respecto de la superficie, y que comienza su movimiento a los 0 segundos. Como la aceleración frena el ascenso del objeto, tendremos que considerar una aceleración negativa.

$$8 = 0 + 10 \times (t_f - 0) + \frac{1}{2} \times (-4) \times (t_f - 0)^2$$

$$8 = 10 \times t_f - 2 \times (t_f)^2$$

La expresión a la que llegamos se conoce como ecuación de segundo grado. Hay un valor que no conocemos (incógnita) que aparece elevado al cuadrado.

En Matemáticas y en Física y Química hemos aprendido a resolver ecuaciones de primer grado. Pero aún no sabemos cómo resolver ecuaciones de segundo grado. ¿O sí lo sabemos?

PARA PENSAR 11. ¿Se te ocurre alguna forma intuitiva de resolver esa ecuación? Recuerda que resolver una ecuación es obtener el valor de la incógnita que provoca que el miembro de la izquierda de la ecuación sea igual al miembro de la derecha. Es tan sencillo como ir probando. Y así podrás aproximar la solución final, o incluso obtener el valor exacto. ¿Es posible que haya más de una solución a la ecuación?

Comencemos a probar. Demos valores a la incógnita t_f.

- $t_f = 0\ s \rightarrow 8 = 10 \times 0 - 2 \times 0^2 \rightarrow 8 = 0 \rightarrow ¿Son\ iguales?\ Noooooo$
- $t_f = 1\ s \rightarrow 8 = 10 \times 1 - 2 \times 1^2 \rightarrow 8 = 10 - 2 \rightarrow 8 = 8 \rightarrow ¿Son\ iguales?\ Sííííííí \rightarrow Ya\ tenemos\ solución$
- …
- ¿Habrá más soluciones? Sigue probando…

PARA PENSAR 12. ¿Crees que esta forma de obtener la solución, probando con valores, siempre es efectiva? ¿Qué pasaría si la solución fuese igual a $t_f = 1{,}27\ s$? ¿Crees que es probable que encontrásemos el valor exacto de la solución? ¿O más bien llegaríamos a un valor aproximado? ¿Cómo sería la forma de la parábola de la gráfica espacio-tiempo en este movimiento? Intenta dibujar la gráfica de la parábola en un sistema de referencia cartesiano. ¿Cuánto tiempo tardará el objeto en volver al suelo?

- $t_f = 2\ s \rightarrow 8 = 10 \times 2 - 2 \times 2^2 \rightarrow 8 = 20 - 8 \rightarrow 8 = 12 \rightarrow ¿Son\ iguales?\ Noooooo$
- $t_f = 3\ s \rightarrow 8 = 10 \times 3 - 2 \times 3^2 \rightarrow 8 = 30 - 18 \rightarrow 8 = 12 \rightarrow ¿Son\ iguales?\ Noooooo$
- $t_f = 4\ s \rightarrow 8 = 10 \times 4 - 2 \times 4^2 \rightarrow 8 = 40 - 32 \rightarrow 8 = 8 \rightarrow ¿Son\ iguales?\ Sííííííí \rightarrow Otra\ solución$

Cuando más adelante aprendamos una fórmula matemática para resolver ecuaciones de segundo grado, lo haremos para tener un método corto y sencillo de obtención de soluciones. Esto nos ahorrará tiempo. Pero nunca olvides que, dando valores a la incógnita y aproximando, se pueden conseguir grandes avances en ecuaciones científicas.

7. Por si quieres seguir ampliando y aprendiendo

1. Aceleración gravitatoria en los planetas del Sistema Solar

Si pudiéramos permanecer en la superficie externa de los planetas que forman el Sistema Solar, y saltar, notaríamos rápidamente las diferencias entre la aceleración gravitatoria de la Tierra y del resto de planetas.

Esta aceleración gravitatoria en la superficie depende de la masa del planeta y del radio del planeta.

En dos planetas del mismo tamaño, tendrá mayor aceleración gravitatoria el que posea mayor masa.

En dos planetas con la misma masa, tendrá mayor aceleración gravitatoria en la superficie el que tenga menor radio, porque eso significa que la superficie se encuentra a menor distancia del centro del planeta.

Busca información en internet para completar la siguiente tabla de valores.

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

PARA PENSAR 13. ¿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?

2. ¿Puedes aterrizar una nave sobre un cuerpo celeste del Sistema Solar?

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 la Tierra, amartizaje.

Situar una nave sobre un planeta o un satélite no es tarea sencilla. 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. No es sencillo situar la nave en el punto correcto de la superficie.

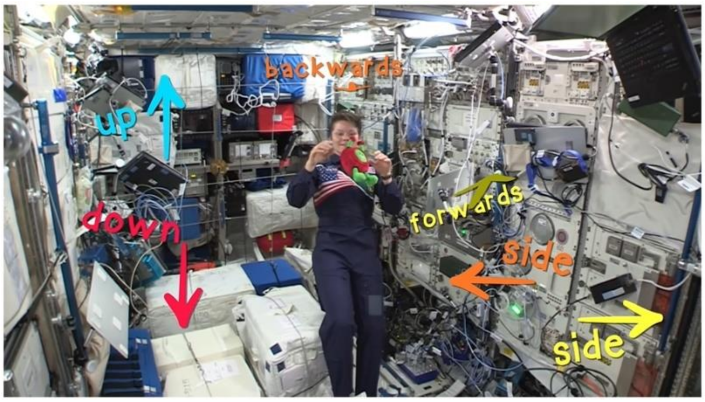
https://www.esa.int/kids/es/Juegos/Explorador_del_Sistema_Solar

3. 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/s^2. 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

4. Grabar a cámara lenta un objeto en caída libre

Imagina que dejamos caer una pelota de plástico desde una ventana situada a una gran altura. La pelota tardará algunos segundos en llegar al suelo. Si grabamos el movimiento con una cámara, es muy probable que el contorno de la pelota se vea difuminado por la gran velocidad que va adquiriendo durante la caída libre.

¿Qué ocurrirá si grabamos el movimiento con una cámara que permita grabar a cámara lenta? ¿Cuántos fotogramas por segundo necesitaríamos para que la pelota en caída libre se viera con contornos definidos?

En el colegio contamos con una cámara especial para grabar a cámara lenta. Si conseguimos grabar la pelota con nitidez, y marcamos sobre la pared del edificio una escala de alturas, podremos comprobar visualmente como los movimientos M.R.U.A. con aceleración positiva recorren una distancia determinada cada vez más rápido, conforme van ganando velocidad con el paso del tiempo.