

CAMPO GRAVITATORIO TERRESTRE



A partir de fenómenos muy conocidos para todos como la

caída libre de los cuerpos o el peso de los objetos, tratamos de hacer

comprender la noción general de campo gravitatorio.

A continuación intentamos que esta noción sirva para explicar fenómenos

de mayor complejidad como las mareas, el movimiento de satélites en torno

a la Tierra o el de los planetas alrededor del Sol

Objetivos de la unidad

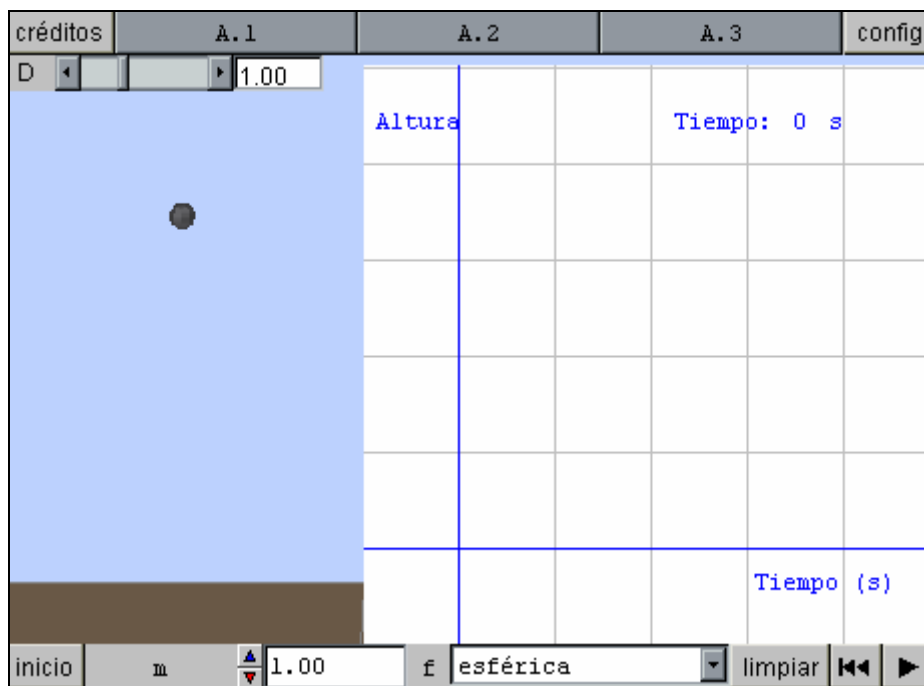
- * Comprender las leyes del movimiento de caída libre
- * Diferenciar masa y peso de un cuerpo.
- * Comprender el significado de la intensidad de campo.
- * Entender que la gravedad terrestre no tiene realmente un valor constante.
- * Realizar cálculos sencillos sobre el valor de g , el peso de los cuerpos o el movimiento de satélites.
- * Explicar fenómenos como las mareas o los movimientos planetarios en el sistema solar

Caída libre en el vacío.

Aristóteles afirmaba que todos los cuerpos caen al suelo con una velocidad proporcional a su peso. En la escena siguiente podremos experimentar si tenía razón o no. ¡Algo que la humanidad tardó 2000 años en comprobar!.

Cuando Galileo hizo este estudio dio origen al nacimiento de la Física moderna, como ciencia en la que las afirmaciones, por más razonables que parezcan, no se dan por ciertas hasta que no se comprueban.

Se supone que la experiencia se hace en un recipiente en el que se ha hecho el vacío, para que el aire no perturbe los resultados. Posteriormente compararemos estos resultados con los que se obtienen en una caída dentro de la atmósfera.



A.1: Deja caer cuerpos de diferentes masas pero forma idéntica. Anota los tiempos de caída. ¿Qué conclusiones puedes sacar estudiando tus resultados?

A.2: Sin variar el dato de la masa, deja caer cuerpos de diferentes formas. ¿Puedes extraer alguna relación entre estos tiempos de caída y la forma? ¿Cómo se justifican estos resultados?

A.3: Deja caer siempre cuerpos de igual forma y masa. Sólo debes cambiar la densidad del aire entre unas experiencias y otras. ¿Cómo cambia el tiempo de caída? ¿Qué conclusión obtienes?

LIMPIAR: Borra los rastros dejados por las gráficas que tienen la opción "rastro" activada.

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

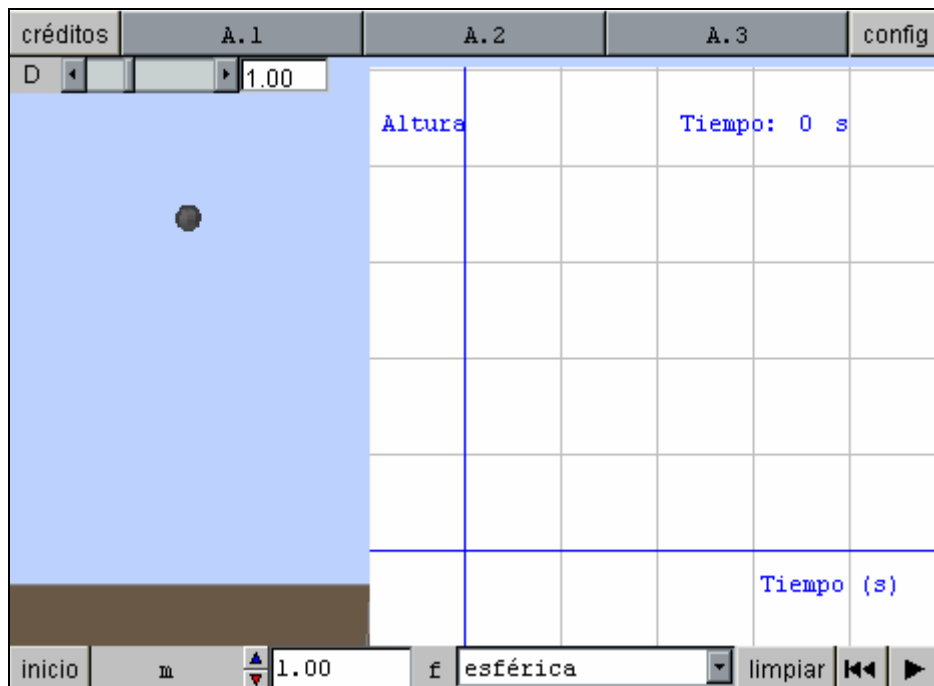
PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

Caída libre en el aire

El movimiento de caída de un cuerpo en el aire adquiere características diferentes que en el vacío. Estas diferencias son las que durante mucho tiempo nos mantuvieron engañados sobre la forma en que se produce la caída libre.

En la siguiente escena puedes estudiar este fenómeno, simulando la caída de un objeto desde una altura de unos 4 m.

Guiado por las actividades que te sugiere la escena puedes comprobar las diferentes propiedades del cuerpo y del medio que influyen en la caída de un cuerpo en nuestra atmósfera. También podrás deducir con facilidad en qué casos la caída en el aire y en el vacío presentan comportamientos parecidos.



A.1: Deja caer cuerpos de diferentes masas pero forma idéntica. Anota los tiempos de caída. ¿Qué conclusiones puedes sacar estudiando tus resultados?

A.2: Sin variar el dato de la masa, deja caer cuerpos de diferentes formas. ¿Puedes extraer alguna relación entre estos tiempos de caída y la forma? ¿Cómo se justifican estos resultados?

A.3: Deja caer siempre cuerpos de igual forma y masa. Sólo debes cambiar la densidad del aire entre unas experiencias y otras. ¿Cómo cambia el tiempo de caída? ¿Qué conclusión obtienes?

LIMPIAR: Borra los rastros dejados por las gráficas que tienen la opción "rastros" activada.

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

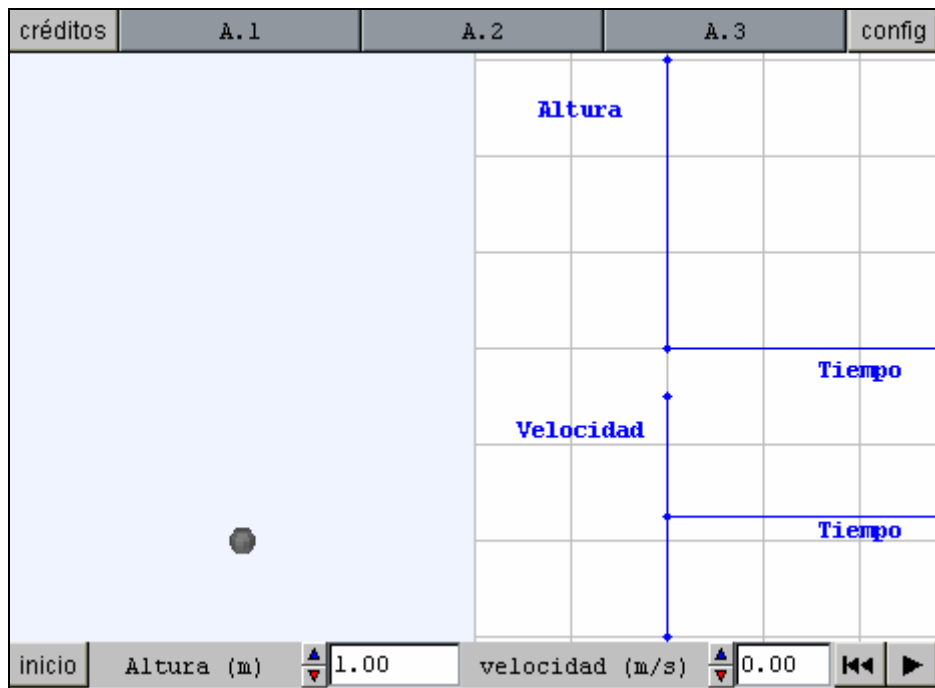
RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

Cinemática de la caída libre

A partir de las gráficas de posición-tiempo y velocidad tiempo podemos deducir las propiedades del movimiento de caída libre. No sólo nos fijaremos en el caso en que dejamos caer un cuerpo desde el reposo; también tendremos en cuenta que se le puede haber comunicado cierta velocidad, tanto de ascenso como de caída.

Este estudio lo realizaremos para el vacío, pero sus resultados son válidos cuando la fricción con el aire es despreciable; por ejemplo, cuando un cuerpo aerodinámico relativamente pesado cae desde una altura no muy grande.



A.1: Deja caer el cuerpo desde diferentes alturas, sin velocidad inicial, anotando en cada caso altura inicial t tiempo de caída. ¿Los tiempos de caída son proporcionales a las alturas de partida? ¿Hay proporcionalidad entre la velocidad con que llega el cuerpo al suelo y el tiempo de caída? Con tus datos calcula la aceleración de la caída de los cuerpos.

A.2: Lanza ahora el cuerpo hacia arriba, siempre desde una misma altura inicial, con diferentes velocidades. ¿Qué tienen de común las gráficas que obtienes? ¿Y de diferente? ¿Observas alguna relación entre el momento en que el cuerpo alcanza el punto más alto y la velocidad del cuerpo?

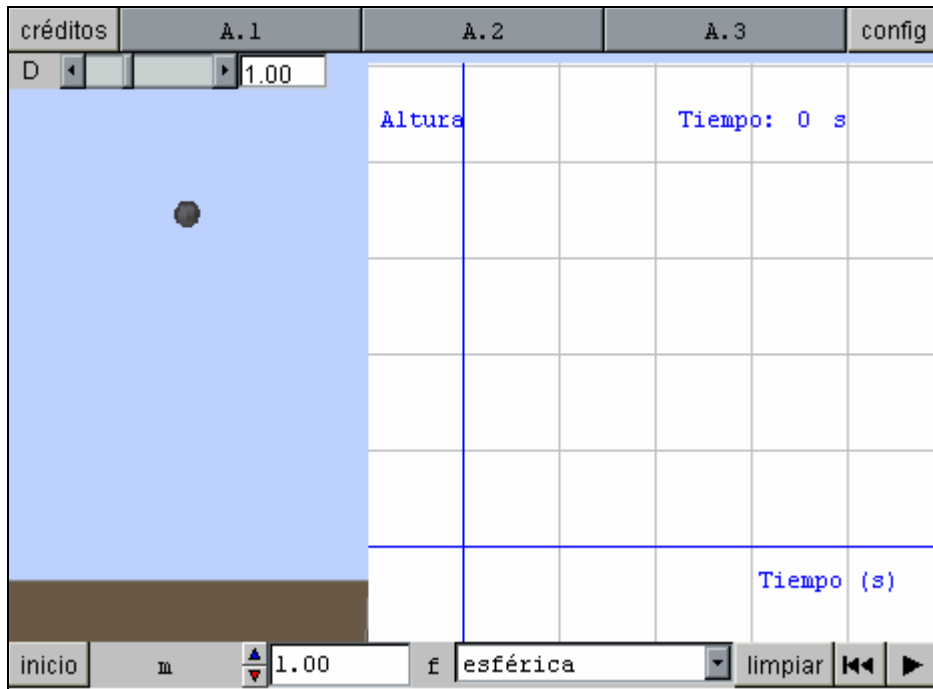
A.3: Trata de responder a la siguiente pregunta y luego comprueba tu opinión experimentalmente: Si lanzamos un cuerpo hacia arriba con una cierta velocidad y otro hacia abajo, desde la misma altura y con la misma rapidez inicial. ¿Cuál de los dos tendrá mayor velocidad final al llegar al suelo. ¿Por qué?

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

Conclusiones sobre caída de los cuerpos
<p>La Tierra atrae hacia ella a todos los cuerpos abandonados en sus proximidades, de forma que:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Si el medio es el vacío, el cuerpo cae a la Tierra con una aceleración constante de $9,8 \text{ m/s}^2$ · Si la caída se produce en el aire, existe una resistencia que depende de la forma del cuerpo y la densidad del aire. · Para caídas desde poca altura, de cuerpos pesados y aerodinámicos, es posible despreciar la resistencia del aire. <p>Te proponemos que investigues por tu cuenta el error que se comete al despreciar la resistencia del aire en el tiempo de caída del cuerpo más pesado de cada una de las tres formas que te permite nuestro experimento.</p> <p>Para ver la escena del experimento pulsa aquí.</p>



A.1: Deja caer cuerpos de diferentes masas pero forma idéntica. Anota los tiempos de caída. ¿Qué conclusiones puedes sacar estudiando tus resultados?

A.2: Sin variar el dato de la masa, deja caer cuerpos de diferentes formas. ¿Puedes extraer alguna relación entre estos tiempos de caída y la forma? ¿Cómo se justifican estos resultados?

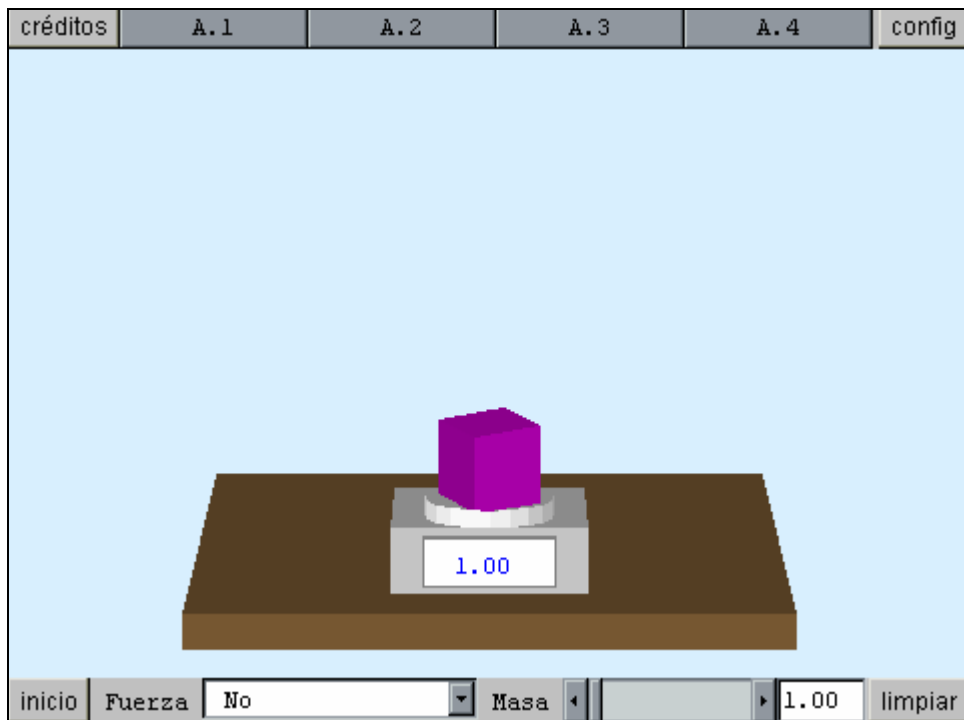
A.3: Deja caer siempre cuerpos de igual forma y masa. Sólo debes cambiar la densidad del aire entre unas experiencias y otras. ¿Cómo cambia el tiempo de caída? ¿Qué conclusión obtienes?

LIMPIAR: Borra los rastros dejados por las gráficas que tienen la opción "rastros" activada.

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").



A.1: Observa el cubo de la figura. Si está sometido a la fuerza de la gravedad. ¿Por qué no se cae al suelo?. Dibuja en tu cuaderno esta escena y las fuerzas que actúan sobre el cubo para que siga en reposo.

A.2: Utiliza la opción Fuerza=Sí. Con el cubo de 1 kg. vete aumentando la fuerza hasta el máximo que permite el dinamómetro.¿Por qué la báscula marca 0? Dibuja las fuerzas que actúan ahora sobre el cuerpo.

A.3: Como has visto, esta báscula no mide en realidad la masa del cubo, sino la fuerza con que se aprietan uno a otro. El indicador de esta báscula mide esta fuerza en una unidad que se llama kilopondio o kilo-peso. ¿Cuántos newtons tiene un kilo-peso?

A.4: Calcula por tu cuenta, y comprueba después con la escena, con qué fuerza (en N) hay que tirar del dinamómetro para que la báscula marque 1,5 Kg. si la masa del cubo es de 2,2 kg.

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

LIMPIAR: Borra los rastros dejados por las gráficas que tienen la opción "rastro" activada

La aceleración de los cuerpos en caída libre se explica por la existencia de una fuerza de atracción hacia el centro de nuestro planeta: el peso.

Esta fuerza también se nota cuando el cuerpo no está en libertad de caerse.

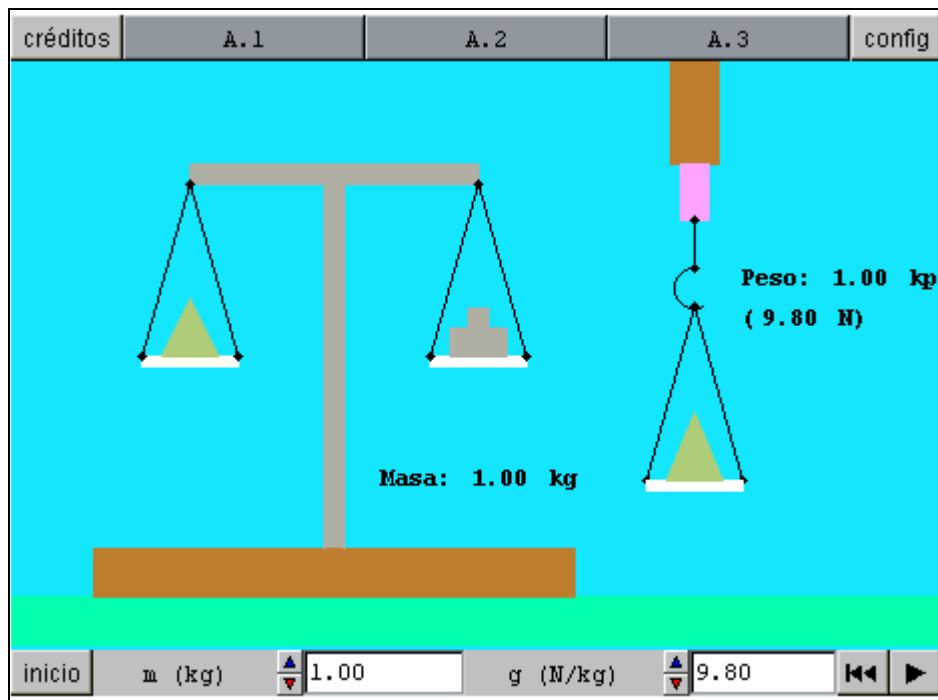
Éste es el fenómeno que estudiamos en la escena.

Diferencia entre masa y peso

Mucha gente confunde las magnitudes de masa y peso, a pesar de que la masa es una magnitud escalar (se expresa sólo con un número) y el peso es una magnitud vectorial (tiene una dirección y sentido).

El motivo de esta confusión está en el uso extendido de una unidad de fuerza llamada kilo-peso o kilopondio, que es la fuerza con la que la Tierra atrae a un kilogramo de masa situado en su superficie.

En la escena siguiente tratamos de analizar esta confusión y aclarar el diferente comportamiento de la masa y el peso de los cuerpos.



A.1: ¿Por qué se pueden confundir masa y peso? Sin alterar el valor de la gravedad, prueba a cambiar varias veces el valor de la masa. Observa que el peso se mide en dos unidades diferentes. ¿Notas alguna relación entre los valores?

A.2: Prueba ahora, sin alterar el valor de la masa, a cambiar el valor de la intensidad de la gravedad. ¿Varía la masa del cuerpo? ¿Varía su peso?

A.3: Piensa cómo podrías usar esta simulación para calcular tu peso, expresado en kilopondios, en los lugares siguientes: Luna ($g=1,6$ N/kg) Marte ($g=3,8$ N/kg.)

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

Conclusiones sobre masa y peso de los cuerpos

La masa de un cuerpo mide la cantidad de materia que contiene, mientras que el peso mide la fuerza con que el planeta atrae a ese cuerpo.

El peso de un cuerpo es la fuerza con que el planeta lo atrae. Su valor es: $F=m \cdot g$ donde **g es la intensidad de la gravedad**, es decir, la fuerza que experimenta la unidad de masa.

La masa tiene siempre el mismo valor, mientras que el peso depende del valor de g, que no es idéntico en todos los lugares.

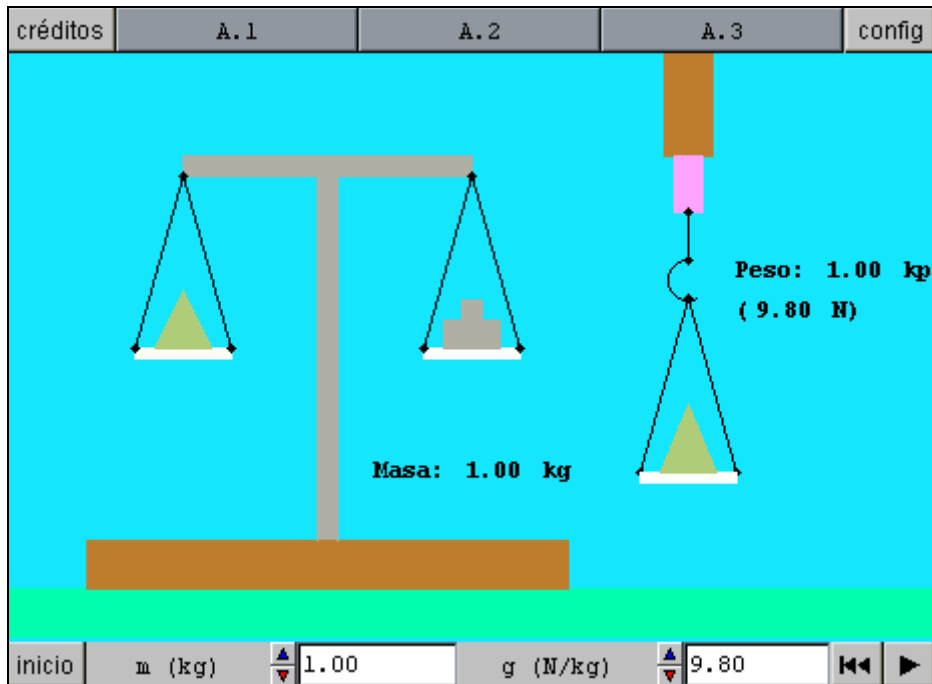


La balanza mide masas, porque en los dos lados del platillo existe el mismo valor de g.



El dinamómetro mide fuerzas. Si se utiliza para medir pesos, dará valores diferentes según la altura del lugar o el planeta en que estemos.

Si aún no tienes clara la diferencia entre masa y peso repasa la experiencia [aquí](#).

créditos	A.1	A.2	A.3	config
				

A.1: ¿Por qué se pueden confundir masa y peso? Sin alterar el valor de la gravedad, prueba a cambiar varias veces el valor de la masa. Observa que el peso se mide en dos unidades diferentes. ¿Notas alguna relación entre los valores?

A.2: Prueba ahora, sin alterar el valor de la masa, a cambiar el valor de la intensidad de la gravedad. ¿Varía la masa del cuerpo? ¿Varía su peso?

A.3: Piensa cómo podrías usar esta simulación para calcular tu peso, expresado en kilopondios, en los lugares siguientes: Luna ($g=1,6$ N/kg) Marte ($g=3,8$ N/kg.)

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

Un aparato sencillo para medir la intensidad gravitatoria

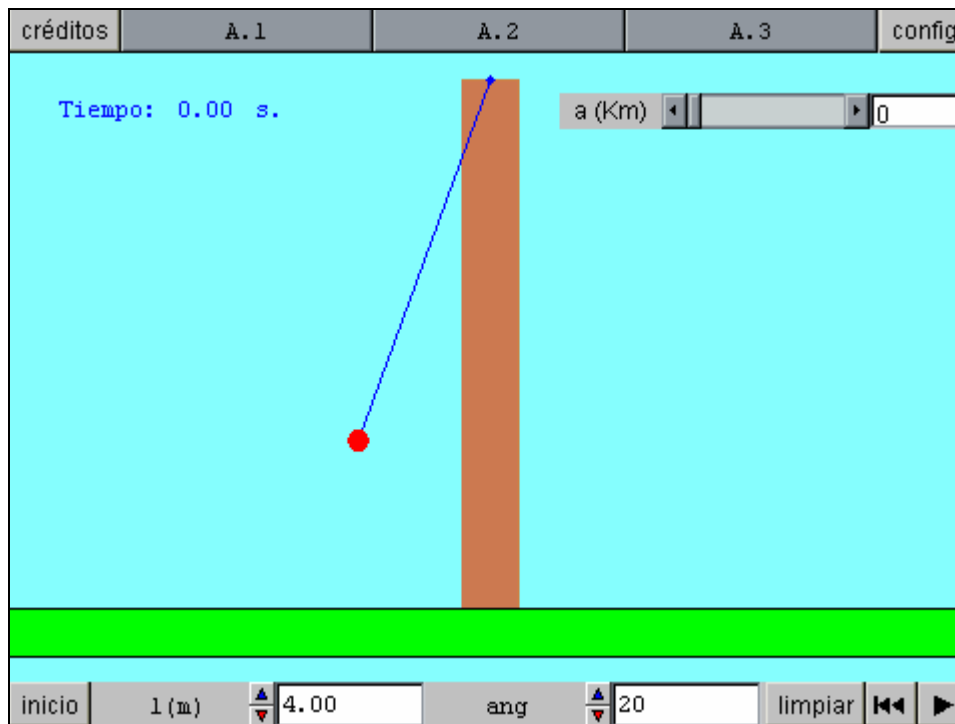
Medir la intensidad de la gravedad no es tan sencillo como puede parecer. Si tratamos de medirla dejando caer un cuerpo y midiendo su aceleración, la rapidez de la caída dificulta mucho hacer medidas de precisión. Medir el peso de un cuerpo con un dinamómetro es más sencillo, pero los dinamómetros no suelen permitir tampoco mucha precisión.

Un instrumento fácil de manejar y bastante preciso es el péndulo simple: un cuerpo pequeño y pesado (llamado lenteja), colgado de un hilo fuerte de muy poca masa. A continuación vamos a comprobar algunas de sus propiedades.

Aunque no te lo demos en este curso, es interesante que sepas que el periodo del péndulo obedece a esta expresión:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{l/g}$$

donde l es la longitud del hilo y g es la gravedad local



A.1: Sin cambiar la altura del lugar, ni la longitud, realiza varias medidas del periodo del péndulo con diferentes ángulos. ¿Cómo varía el periodo? ¿Y si lo que variamos es la longitud del hilo? Anota una tabla de valores de longitud del hilo y del periodo que le corresponde. Busca una relación entre estas magnitudes.

A.2: Aplicando la fórmula de la página anterior es posible medir la intensidad de la gravedad en cualquier lugar de la Tierra. En particular es muy fácil comprobar cómo varía con la altura. Prueba a alterar la altura del lugar donde se encuentra el péndulo. ¿Cómo varía el periodo? ¿Cómo varía el valor de g ?

A.3: Según lo que estamos viendo, ¿un reloj de péndulo mantendría su exactitud si lo trasladamos a un lugar muy alto? ¿Cómo podríamos conseguir que siguiera funcionando correctamente? Calcula, por ejemplo qué deberíamos hacer para que funcionara bien un reloj que trasladamos desde el nivel del mar hasta la altura del Mont Blanc (casi 5 km. de altura)

LIMPIAR: Borra los rastros dejados por las gráficas que tienen la opción "rastros" activada.

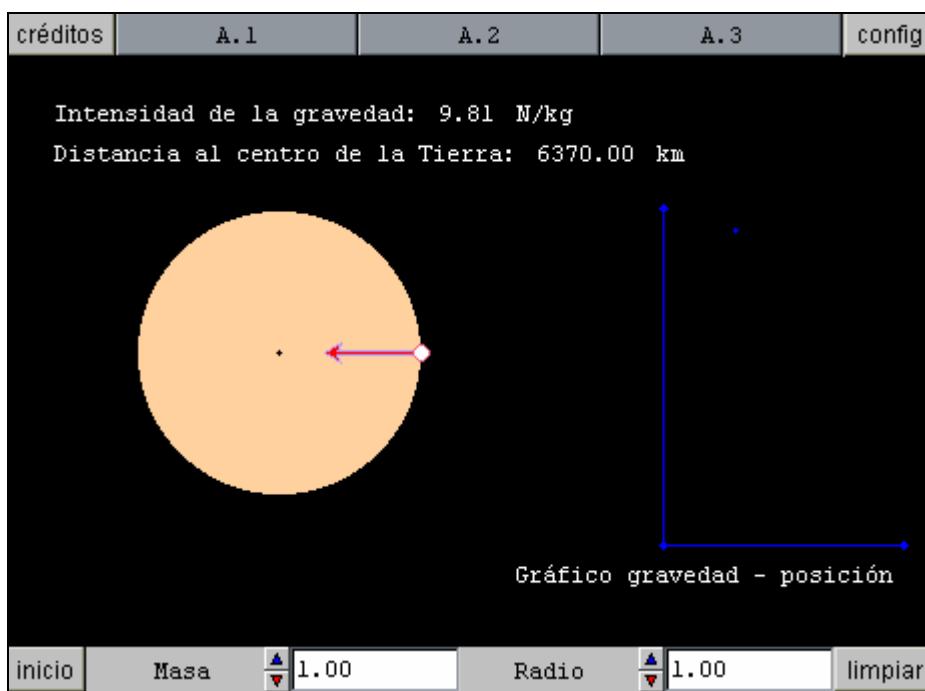
INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

La g no es una verdadera constante.

En el apartado anterior hemos visto que g , la intensidad de la gravedad, no es una verdadera constante, ya que cambiaba con la altura. En la siguiente escena podrás comprobar como varía su valor en puntos muy diferentes, incluso dentro del planeta.



A.1: Sin variar la posición del punto de medida (en la superficie del planeta), ni el radio del mismo, anota el valor de g para diversos valores de la masa. ¿Qué relación observas entre las dos magnitudes?.

A.2: Siempre sin cambiar el punto de medida, da valores menores que uno al radio planetario. ¿Qué ocurre con la intensidad de la gravedad? ¿Y si damos al radio del planeta valores mayores que uno? Trata de plantear una hipótesis que te explique estos resultados.

A.3: Restaura los datos iniciales. Arrastra el punto de medida por diversas partes de la escena. ¿Hacia dónde apunta siempre el vector g ? ¿Cómo varía cuando nos movemos en puntos situados fuera del planeta? ¿Y cuando lo hacemos por puntos del interior?

LIMPIAR: Borra los rastros dejados por las gráficas que tienen la opción "rastros" activada.

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

Midiendo la intensidad de la gravedad

La intensidad de la gravedad g es fácil de medir con un péndulo y no es igual en todos los sitios.

La gravedad en el centro del planeta es nula y va aumentando linealmente hasta su superficie.

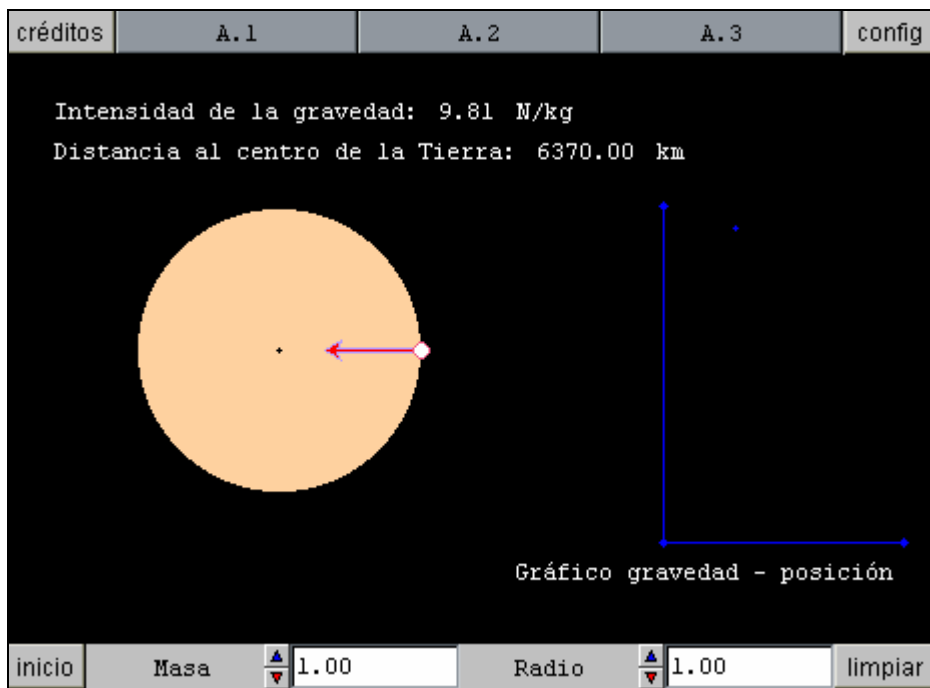
El valor de g , fuera de la superficie de un planeta disminuye con la distancia.

Aunque no te lo demos, debes saber que el valor de g se determina con la ley:

$$g = G \frac{M}{r^2}$$

Donde G se llama constante de gravitación universal, M es la masa del planeta y r la distancia hasta el centro.

Si quieres volver a experimentar cómo varía g pulsa [aquí](#).



A.1: Sin variar la posición del punto de medida (en la superficie del planeta), ni el radio del mismo, anota el valor de g para diversos valores de la masa. ¿Qué relación observas entre las dos magnitudes?.

A.2: Siempre sin cambiar el punto de medida, da valores menores que uno al radio planetario. ¿Qué ocurre con la intensidad de la gravedad? ¿Y si damos al radio del planeta valores mayores que uno? Trata de plantear una hipótesis que te explique estos resultados.

A.3: Restaura los datos iniciales. Arrastra el punto de medida por diversas partes de la escena. ¿Hacia dónde apunta siempre el vector g ? ¿Cómo varía cuando nos movemos en puntos situados fuera del planeta? ¿Y cuando lo hacemos por puntos del interior?

LIMPIAR: Borra los rastros dejados por las gráficas que tienen la opción "rastros" activada.

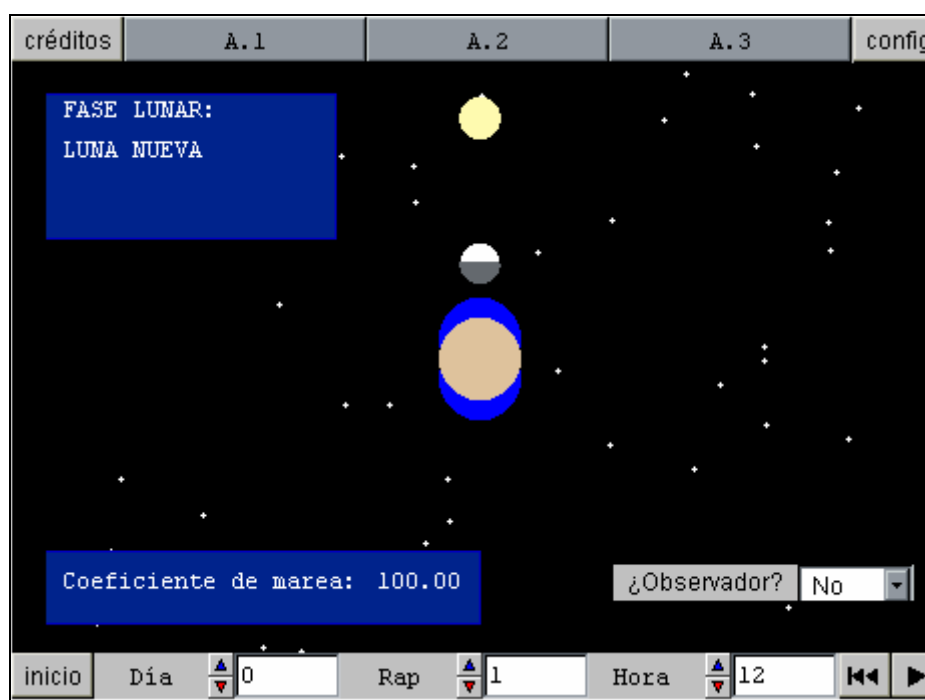
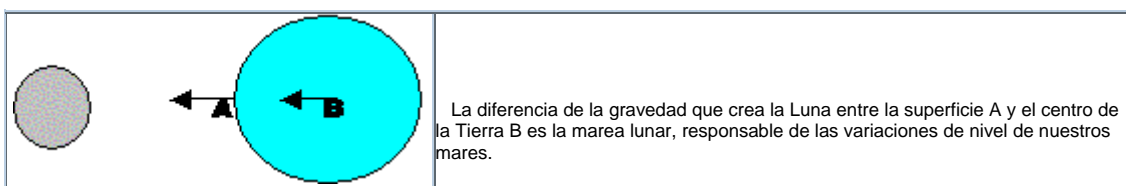
INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

La fuerza de las mareas

No sólo la Tierra crea un campo gravitatorio a su alrededor, los otros cuerpos del Universo crean cada uno su propio campo.

En la vida cotidiana podemos apreciar directamente el efecto de la fuerza gravitatoria de la Luna y el Sol a través de las mareas.

Se denomina fuerza de marea la diferencia entre la intensidad gravitatoria que crea un astro en la superficie de otro y en el centro de éste.



A.1: Ve cambiando el día del mes lunar y observando la marea correspondiente. ¿Cuántas zonas de marea alta y marea baja se aprecian siempre en la Tierra? ¿Dónde están situadas?.

A.2: Oprime el botón de animación. Las mareas no alcanzan siempre la misma dimensión. ¿En qué casos hay mareas vivas (alto coeficiente)? ¿En qué casos hay mareas muertas (bajo coeficiente)? Emite alguna hipótesis que lo explique.

A.3: Coloca un observador en la superficie y ve alterando la hora solar. ¿Cuántas mareas altas ve el observador a lo largo del día? Oprime el botón de animación. ¿Ocurren siempre las mareas a la misma hora? ¿Cómo veremos las mareas desplazarse sobre la superficie de la Tierra?

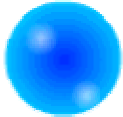
INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

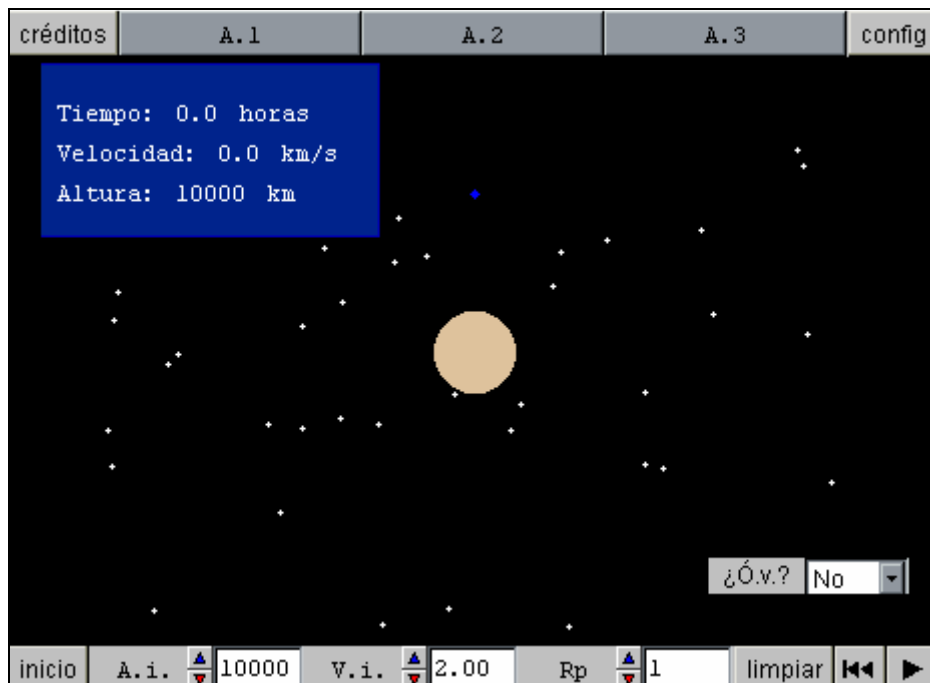
PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

Movimiento de satélites

No sólo la Luna y el Sol afectan gravitatoriamente a la Tierra; también nuestro planeta ejerce su atracción sobre todo tipo de astros y cuerpos distantes.



Una interesante aplicación del conocimiento del campo gravitatorio terrestre ha sido la creación de satélites artificiales. Tras colocarles con la adecuada velocidad y altura, la fuerza de la gravedad los mantiene presos en su órbita.



A.1: Coloca la nave a la menor altura que permite el programa, 500 km. Ve probando el lanzamiento con velocidades paulatinamente mayores hasta que consigas una órbita aproximadamente circular. Anota la velocidad a la que lo consigas y el tiempo que ha tardado el satélite en circular el planeta. Si sigues aumentando la velocidad ¿qué ocurre con las órbitas?. Trata de encontrar la velocidad mínima tal que la nave se escapa de la Tierra. Esa es la velocidad de escape. ¿Qué relación matemática ves entre las dos velocidades?. Repite la experiencia para las alturas de 1000 y 5000 km. ¿Puedes obtener una conclusión general?

A.2: Puedes utilizar los datos anotados de la actividad anterior u obtener otros nuevos. ¿Cómo varía el periodo de la órbita con la altura?. A una altura suficiente, un satélite tardaría 24 horas en dar la vuelta a la Tierra. ¿Cómo veríamos ese satélite desde la Tierra si diera vueltas alrededor del Ecuador?

A.3: Da al satélite una velocidad adecuada para que la órbita sea bastante elíptica. ¿Qué ocurre con la velocidad del satélite a lo largo de la órbita?. Trata de anotar la velocidad cuando el satélite está a la máxima distancia y a la menor del planeta. Multiplica en cada uno de estos dos casos velocidad por distancia. ¿Qué observas?

LIMPIAR: Borra los rastros dejados por las gráficas que tienen la opción "rastro" activada.

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

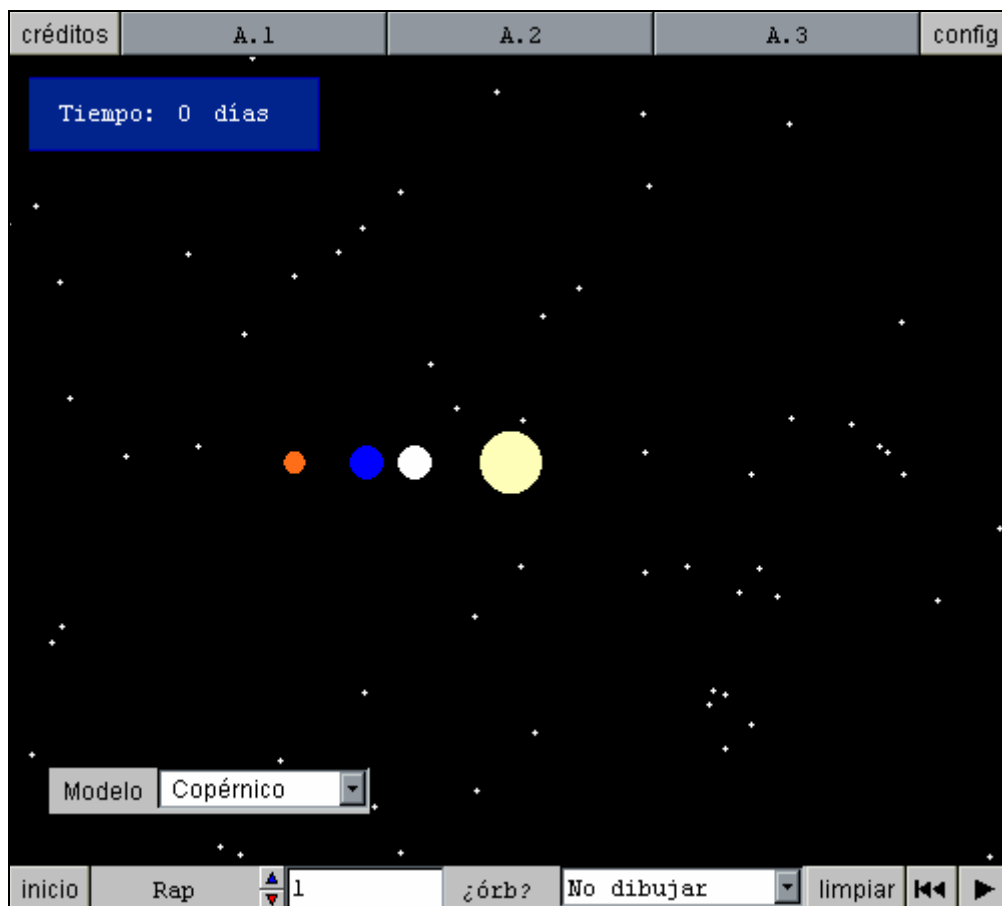
El Sistema Solar



Del mismo modo que Los satélites artificiales giran alrededor de la Tierra debido a la fuerza gravitatoria de nuestro planeta, los planetas giran en torno al Sol. Este hecho que hoy nos parece trivial, tardó muchos siglos en establecerse.

Desde la Grecia antigua hasta la época renacentista, la opinión de los sabios se inclinaba por el Universo geocéntrico, con todos los astros girando en torno a la Tierra. A partir de Copérnico y Galileo, con no pocas dificultades, se impuso el modelo heliocéntrico, pasando a ocupar el Sol el centro del Sistema.

En la siguiente escena, puedes ver una simulación del más perfeccionado de los modelos geocéntricos, el de Tycho Brahe, y el modelo heliocéntrico de Copérnico.



A.1: Elige el modelo de Copérnico y vigila la simulación. ¿Alrededor de quién giran los planetas? ¿Qué planetas se mueven más rápidos?

A.2: Elige el modelo de Tycho Brahe. Al elegir este modelo observamos el movimiento del Sistema Solar tal como se aprecia desde nuestro planeta, ya que a nosotros nos parece que estamos en reposo. ¿Qué observas respecto al movimiento del Sol? ¿Y respecto al de los planetas?

A.3: Observa detenidamente la órbita completa de Marte con el modelo de Copérnico primero y después con el de Tycho Brahe. ¿Percibes alguna diferencia en el comportamiento de la velocidad del planeta entre ambos modelos? ¿Puedes explicar el motivo de esta diferencia?.

LIMPIAR: Borra los rastros dejados por las gráficas que tienen la opción "rastros" activada.

INICIO: Devuelve la escena a su estado inicial reiniciando los valores de los controles y auxiliares. Si hay animación automática, ésta comienza de nuevo.

RETROCESO: Este es el botón de "reinicio de animación". Reinicia la animación de manera que no continúa donde se detuvo sino que comienza de nuevo.

PLAY: Arranca, detiene o continúa la animación. Si la animación no ha comenzado, este botón la arranca. Si la animación está funcionando, el botón la detiene. Si la animación está detenida, el botón la hace continuar. Para hacerla comenzar de nuevo hay que pulsar el botón de "reinicio de animación" ("|<<").

La gravedad más allá de la Tierra

Todos los cuerpos se atraen de acuerdo con el principio de gravitación universal de Newton:

$$F = G \frac{m \cdot M}{r^2}$$

Donde F es la fuerza de atracción, M y m las masas de los cuerpos, y r es la distancia entre ellos. G es la constante de gravitación universal.

Esta fuerza es la que nos permite situar satélites en órbita, gobierna las mareas y controla el movimiento de los planetas alrededor del Sol.

Si quieres repasar los experimentos correspondientes, pulsa su nombre:

[Satélites](#), [mareas](#), [sistema solar](#)

EVALUACIÓN

1. Todos los cuerpos caen al suelo con una aceleración de $9,8 \text{ m/s}^2$
 - A No es cierto nunca
 - B Sólo si la caída se produce en el aire
 - C Es cierto siempre
 - D Sólo cuando hay vacío

2. Cuando se abandona un cuerpo, este cae al suelo con una velocidad proporcional a su peso
 - A Incorrecto en todos los casos
 - B Es correcto en todos los casos
 - C Sólo es cierto si la caída se produce en el aire
 - D Sólo es cierto si los cuerpos caen en el vacío

3. El Sistema Solar tal como lo entendemos hoy en día
 - A Es un modelo heliocéntrico, en el que todos los planetas están sujetos a la atracción gravitatoria solar
 - B Es un modelo geocéntrico perfeccionado
Los planetas giran alrededor del Sol, pero sin que actúe sobre ellos ninguna fuerza hacia el Sol, pues entonces caerían hacia él
 - C
 - D

4. ¿Dónde es mayor la intensidad de la gravedad?
 - A En el centro de la Tierra
 - B En todos los lugares tiene el mismo valor
 - C En la superficie de la Tierra
 - D A una distancia infinita de nuestro planeta

5. Si nos trasladáramos a la Luna, ¿qué le ocurriría a nuestro peso?
 - A Desaparecería por completo. En la Luna los cuerpos no pesan nada.
 - B Se mantendría igual que en la Tierra. El peso es siempre constante.
 - C Aumentaría, porque en la Luna la ausencia de la atmósfera aumenta la gravedad.
 - D Se reduciría mucho, porque al ser mucho más ligera que la Tierra, su gravedad es menor

6. ¿Cuáles de estas afirmaciones sobre las mareas son ciertas?

- A Las mareas son más altas durante el cuarto creciente
- B Todas las mareas alcanzan siempre una altura muy semejante
- C Las mareas vivas corresponden a los momentos en que el Sol, la Luna y la Tierra están alineados
- D En las orillas del mar, cada día se aprecian dos momentos de marea alta cada día
- E Las mareas muertas, de bajo coeficiente, se producen durante la Luna LLena

7. El Sistema Solar tal y como lo vemos desde la Tierra:

- A Nos parece que todos los astros giran en circunferencias alrededor de nuestro planeta
- B Vemos claramente cómo todos los astros giran alrededor del Sol
- C Sólo el Sol parece tener una órbita perfecta, los planetas parecen efectuar rizos a lo largo de su marcha

8. La fuerza de la gravedad atrae los cuerpos hacia la Tierra

- A Es cierto sólo cuando estamos sujetando un cuerpo para evitar que se caiga
- B Es cierto sólo en el vacío
- C Es cierto siempre.
- D Es cierto cuando los cuerpos están en libertad de caerse
- E Es cierto sólo en el aire

9. Los satélites artificiales...

- A Se mueven más rápido cuando están en órbitas cercanas a la superficie
- B Se mueven más rápido cuando están en órbitas alejadas
- C Los satélites tienen siempre la misma velocidad en cada uno de los puntos de su órbita
- D Cuando la órbita es elíptica, su velocidad es mayor en los puntos alejados de la Tierra

10. El peso de un cuerpo y su masa

- A Tienen siempre el mismo valor, aunque el peso sea vectorial y la masa no
- B Son magnitudes con relación de proporcionalidad entre ellas
- C Las dos son magnitudes invariantes
- D Son dos nombres diferentes de la misma magnitud
- E Son magnitudes sin ninguna relación entre sí