

La Ley de Gravedad de Newton

Duración:
1-2 periodos

Preguntas esenciales:

- ¿Cómo es que la aceleración y la fuerza dada la gravedad dependen del radio y la masa del planeta?
- ¿Cómo es que la masa de un objeto afecta que tan rápido caerá dentro de un campo gravitacional?

Objetivos: Los estudiantes...

- observarán que la aceleración de un objeto debido a la gravedad es independiente de su masa
- determinarán cuanto pesarían en otros planetas.
- observarán que la fuerza de gravedad que sienten depende del radio y la masa del planeta.

Concepto de ciencia:

- Dos objetos con masas m_1 y m_2 , con una distancia r entre sus centros se atraen con una fuerza F igual a:

$$F = Gm_1m_2/r^2$$

donde G es la constante gravitacional igual a $6.672 \times 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$.

- Objetos cerca de la superficie de la Tierra caen con la misma aceleración independientemente de sus masas.
- La fuerza de gravedad en diferentes planetas es diferente, dependiendo del radio y la masa del planeta.

Introducción

El explorador de Brotes de Rayos Gamma Swift (Swift Gamma-Ray Burst Explorer) es un satélite de NASA que estudia las explosiones del Universo que emiten las energías más intensas y breves llamadas brotes de rayos gamma (BRG). Éste fue lanzado en noviembre del 2004, Swift está detectando y observando cientos de estas explosiones, aumentando el conocimiento que tienen los científicos de estos eventos tan enigmáticos. Educación y promoción y alcance a la comunidad (E/PO) es uno de los objetivos de la misión. El grupo de NASA E/PO en la Universidad del Estado en Sonoma desarrolla actividades de clase inspiradas en la ciencia y la tecnología del explorador Swift, siguiendo los estándares educativos nacionales. La parte de enfrente del póster habla de la segunda ley de Newton y demuestra con dibujos como es que una masa es acelerada por una fuerza aplicada. Las descripciones de los dibujos se encuentran en la siguiente página. Este póster y sus actividades son parte de una serie de cuatro actividades aptas para estudiantes de 6^{to} a 9^{no} grado. Los pósters pueden ser mostrados solos o como set de cuatro.

La actividad en la página 4 proporciona un experimento que ilustra la Tercera Ley de de Newton. La actividad está completa y lista para utilizar en su clase; los únicos materiales extras que usted necesitará se encuentran listados en la página 3. La actividad está diseñada y está configurada de manera que usted pueda hacer fotocopias de la hoja de ejercicios de el estudiante y los otros folletos fácilmente.

Los integrantes del grupo de NASA E/PO en la Universidad del Estado en Sonoma son:

- Prof. Lynn Cominsky: Directora de Proyecto
- Dr. Phil Plait: Directora de Recursos de Educación
- Sarah Silva: Administrador de Programa
- Tim Graves: Consultor de Información y Tecnología
- Aurore Simonnet: Ilustradora Científica
- Laura Chase: Asistente de Programa

Extendemos nuestro agradecimiento al Dr. Kevin McLin, al equipo Embajador Educativo (EE) de la división de Astrofísica de la NASA, y al comité de revisión de WestEd. El material que se encuentra en este set de pósters fue creado en el 2000 y revisados arduamente por la Dra. Laura Whitlock y Kara Granger para el programa de Swift E/PO.

La página de internet del Swift Educación y promoción y alcance a la comunidad (Education and Public Outreach, E/PO) se encuentra en.

<http://swift.sonoma.edu>.

Este póster y otros materiales educativos de Swift pueden encontrados en:
<http://swift.sonoma.edu/education/>

Los estándares nacionales de ciencia y matemáticas de educación seguidos en este set de pósters de las leyes de Newton pueden ser localizados en:

<http://swift.sonoma.edu/education/newton/standards.html>

Descripción de la parte de enfrente del póster:

Sistema Solar: Todos los planetas que encuentran en órbita alrededor del Sol debido a su gravedad. Los planetas que están más cerca del Sol sienten más gravedad, como resultado se mueven más rápido.

Astronauta: La gravedad continúa para siempre; un astronauta en órbita es acelerado por la gravedad de la Tierra. Pero sin el equilibrio de la fuerza desde el suelo hacia arriba, se vuelve mucho más liviano. Algunas personas llaman a esto “gravedad cero” o “ausencia de gravedad”, pero eso no es verdad. “Caída libre” es el término correcto. -

Newton: Isaac Newton fue la persona que se dio cuenta de que todos los objetos de gran masa en el Universo aplican la fuerza de la gravedad a todos los otros objetos masivos. En realidad no le cayó una manzana en la cabeza, pero se dio cuenta de que la fuerza que causa que una manzana se caiga es la misma que la fuerza que causa que la Luna se encuentre en órbita alrededor de la Tierra. Esta fuerza es la gravedad de la Tierra.

Chica cayendo: Cuando cae una niña siente un breve período de “caída libre” mientras que ella está en el aire debido a la gravedad de la Tierra porque no está equilibrada por una fuerza hacia arriba. La gravedad debido a la masa de la niña aplica la misma fuerza sobre la Tierra al igual que la gravedad de la Tierra aplica la fuerza sobre la niña. Sin embargo, la Tierra tiene mucho más masa que ella y acelera casi nada mientras que la niña acelera mucho rápidamente.

Bicicleta: ¡Los ciclistas subiendo una colina - o bajando una colina – están muy conscientes de la gravedad!

El satélite Swift en órbita alrededor de la Tierra: El efecto de la velocidad horizontal de Swift (debido a su cohete de lanzamiento) cancela exactamente la disminución de velocidad adquirida en la aceleración de la gravedad de la Tierra. Esto da a Swift su trayectoria circular alrededor de la Tierra. Ver “La ley de Gravedad de Newton y el satélite Swift” a continuación.

La derivación de la Ley de Gravedad de Newton está fuera del alcance de esta actividad. Sin embargo, si lo desea ver, puede ser encontrado en: http://swift.sonoma.edu/education/newton/newton_4/derivation.html

Información de contexto para los maestros:

Las leyes de Newton del movimiento y la ley de la Gravedad.

Es de conocimiento popular que la fuerza de la gravedad que un objeto siente depende de una relación relativamente simple: $F = \frac{GmM}{r^2}$

donde F es la fuerza de la gravedad, M es la masa de un objeto, m es la masa de otro objeto, r es la distancia entre ellos, y $G = 6.672 \times 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$ es una constante llamada constante de gravitación universal de Newton.

Esta relación rige el movimiento de los planetas en sus órbitas, guía las naves espaciales a sus destinos, e incluso mantiene nuestros pies en el suelo. Sir Isaac Newton derivó esta constante en el Siglo XVII y sigue siendo muy útil hoy.

Durante las clases de ciencias, a los estudiantes les encanta preguntar, “¿Y cómo me afecta esto a mí?” Suele suceder que uno puede responder a esto con sinceridad: Esto afecta directamente a todos. ¡De hecho, afecta todo! Podemos usar la ecuación de Newton para descubrir que tanto está tirando la Tierra de nosotros.

Observe de nuevo la ecuación. $F = \frac{GmM}{r^2}$

Sabemos que $F = ma$ de la segunda ley de Newton del movimiento. Podemos establecer que las ecuaciones siguientes y resolver, a, la aceleración de la gravedad de la Tierra:

$$a = G M_E / R_E^2$$

donde la constante M_E es la masa de la Tierra y R_E es su radio. Sus valores son los siguientes:

$$G = 6.672 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$$

$$M_E = 5.96 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$R_E = 6375 \text{ km}$$

Si reemplazamos los valores en la ecuación anterior, vemos que la aceleración de la gravedad de cualquier objeto en la Tierra, (normalmente llamada g) es de 9.8 m/s^2 . En otras palabras, un objeto cayendo cerca de la superficie de la Tierra acelerará 9.8 m/s por cada segundo que cae. El objeto se moverá a una velocidad de 9.8 m/s después del primer segundo, $2 \times 9.8 \text{ m/s} = 19.6 \text{ m/s}$, el siguiente, $3 \times 9.8 \text{ m/s} = 29.4 \text{ m/s}$ el siguiente, y así sucesivamente.

Esta ecuación tiene una implicación muy importante: ¡la masa del objeto que cae no importa! Una uva y un piano caerían con la misma aceleración, y por lo tanto la misma velocidad (si ambos caen de la misma altura). Esto es extraño y va en contra del sentido común de la mayoría de las personas incluyendo los estudiantes. Nuestra intuición nos dice que los objetos más masivos caen más rápido, pero no es correcto.

Los estudiantes pueden confundirse porque saben que los objetos más masivos pesan más. Si bien esto es cierto, es importante distinguir entre peso y masa. La masa es intrínseca a la materia, pero el peso es la fuerza de la gravedad de esa masa. Recuerda, $F = ma$. La aceleración de la gravedad no depende de la masa del objeto que cae, pero la fuerza que se siente.

Esto nos dice dos cosas. Una es que la velocidad a la que cae un objeto no depende de su masa. La segunda es que si la aceleración de la gravedad fueran diferentes (por ejemplo, en otro planeta) tu peso sería distinto. Estos dos conceptos son la base de las actividades de salón.

Información adicional para los maestros:

Sir Isaac Newton (1642-1727) estableció las leyes científicas que rigen el 99% o más de nuestras experiencias cotidianas. Él explicó también nuestra relación con el universo a través de sus leyes del movimiento y su teoría de la gravitación universal - que son considerados por muchos como las leyes más importantes de toda la ciencia física.

Newton fue el primero en ver que los fenómenos aparentemente tan diversos como, un satélite que se mueve cerca de la superficie de la Tierra y los planetas girando alrededor del Sol, operan por el mismo principio: la fuerza es igual a masa multiplicada por la aceleración, o $F = ma$.

Nuestras vidas cotidianas se ven influenciadas por las diferentes fuerzas: por ejemplo, la Tierra ejerce una fuerza sobre nosotros que nosotros llamamos la gravedad. Sentimos que necesitamos proveer una fuerza para levantar un objeto desde el suelo hasta una mesa. Pero, ¿cómo es exactamente que la segunda ley de Newton se relaciona con la gravedad? Para entender la Ley de Gravedad de Newton, primero debemos entender la naturaleza de la fuerza y la aceleración cuando se aplica a un movimiento circular, en lugar de movimiento en una recta línea.

La primera Ley de Newton del movimiento nos dice que, sin la interacción de algún tipo de fuerza, un objeto se desplaza en una línea recta para siempre. Esto significa que un objeto que viaja con una trayectoria circular debe estar influenciado por una fuerza desbalanceada. El objeto tiene una velocidad de circulación que está cambiando constantemente, no porque su velocidad esté cambiando, sino porque su dirección está cambiando. Un cambio en la velocidad se llama aceleración. La segunda ley de Newton explica lo siguiente manera: Una fuerza neta cambia la velocidad de un objeto al cambiar su velocidad y/o su dirección.

Por lo tanto, un objeto que se mueve en un círculo está experimentando una aceleración. La dirección de la aceleración es hacia el centro del círculo. La magnitud de la aceleración es igual a $a = v^2 / r$, donde " v " es la velocidad constante a lo largo de la trayectoria circular y " r " es el radio de la trayectoria circular. La fuerza necesaria para producir la aceleración centrípeta se llama fuerza centrípeta, que es igual a $F_{\text{cent}} = ma$, de acuerdo con la segunda ley de Newton ($F = ma$).

$$F_{\text{cent}} = ma_{\text{cent}} = mv^2/r$$

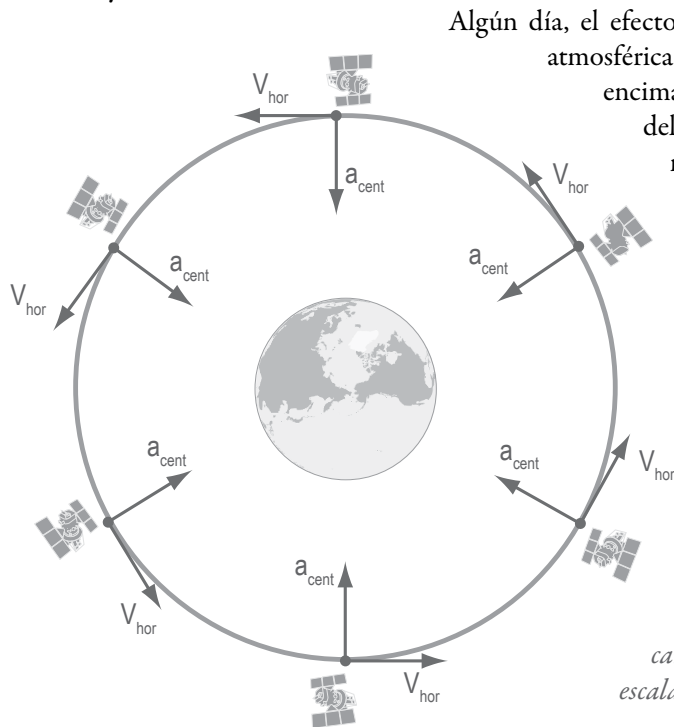
Ejemplos majestuosos de movimiento circular se pueden encontrar en toda la órbita de nuestro Universo: planetas alrededor del Sol en trayectorias casi circulares; lunas en órbita alrededor de sus planetas en caminos casi circular, y los satélites en órbita de la Tierra en trayectorias casi circulares.

Lectura previa a la actividad:

La Ley de Newton de la Gravedad y el satélite Swift

En los pósters de las leyes de Newton anteriores, examinamos lo que ocurrió cuando Swift fue lanzado en el cohete y lo que sucede cuando el cohete quema el combustible. También estudiamos las fuerzas que actúan sobre Swift cuando entra en órbita. En este último póster de la serie de cuatro vamos a estudiar la relación entre la fuerza gravitacional sobre Swift y su aceleración y la velocidad.

Recuerda que a medida que entra en órbita, el Swift tiene una velocidad que es solamente “horizontal” - es decir, que se mueve de forma paralela a la superficie curva de la Tierra en cada punto. Sin embargo, la fuerza de la gravedad de la Tierra sobre Swift es “vertical” - es hacia el centro de la Tierra. ¿Entonces por qué es que el Swift no cae hacia la Tierra de inmediato? La respuesta es la siguiente. El Swift se mueve horizontalmente a un ritmo justo a medida que cae verticalmente, que crea una ruta circular alrededor de la Tierra. Este equilibrio entre el movimiento “horizontal” y “vertical” es lo que conocemos como “órbita”. Swift es capaz de permanecer en órbita durante muchos años, mientras que su velocidad horizontal se mantenga a un ritmo lo suficientemente alto. La relación especial entre la velocidad horizontal y la aceleración de la gravedad de cualquier cuerpo que este en órbita con otro cuerpo más masivo fue estudiado por Johannes Kepler años antes de que Sir Isaac Newton calculara la Ley de la Gravitación Universal.



Algún día, el efecto acumulativo del número de pequeñas moléculas atmosféricas que golpean el Swift en su órbita de 600 km por encima de la Tierra hará que el movimiento “horizontal” del satélite disminuya, y su movimiento horizontal ya no será capaz de contrarrestar totalmente su movimiento vertical. Cuando esto sucede, la órbita de Swift comenzará a decaer. Conforme el Swift se acerque a la Tierra, habrá aún más fricción con la atmósfera, lo que hará que la órbita de Swift decaiga cada vez más rápido. Probablemente el Swift pondrá fin a su vida sumergiéndose en la atmósfera de la Tierra, en algún momento alrededor del 2014.

La relación entre la velocidad y la aceleración del Swift en su órbita se muestra a la izquierda y también en el frente del cartel (pero no a escala).

Procedimiento para en actividades de clase:

la Ley de gravitación de Newton

En estas dos actividades, sus alumnos aprenderán sobre la Ley de Newton de la gravitación. En la primera actividad, se puede dividir en equipos para investigar experimentalmente el hecho de que la aceleración de un objeto es debido a la gravedad e independiente de su masa. En la segunda actividad (para estudiantes avanzados), pueden trabajar individualmente o en pares para calcular como es que su peso sería distinto en otros planetas del sistema solar, y ver que la fuerza de la gravedad, y por tanto su peso, depende de el radio y la masa del planeta.

Materiales:

- Varios objetos de diferentes masas y dimensiones, tales como lápices, papel arrugado de aluminio, monedas, pesas de pesca, etc. ¡Asegurarse de que sean cosas que no se quebran!
- Calculadora

Parte A: La caída del hombre

Sus alumnos harán caer varios objetos al suelo y estudiarán si se caen unos más rápidos que otros. Repase el material de apoyo con sus estudiantes al nivel que crea más apropiado para su clase, ¡pero no explique todavía el concepto de que la aceleración es independiente de la masa del objeto que cae! Sus estudiantes aprenderán este concepto por sí mismos en la primera parte de la actividad.

Cuando reparta los materiales para poner a prueba, asegúrese de que los objetos tengan diferentes tamaños, masas y densidades. ¡Asegúrese de que sean materiales que no se quebran! Además, asegúrese de que no serán muy afectados por el la resistencia del aire. Un globo o un pedazo de papel no funcionan muy bien (aunque el papel hecho bola tal vez funcione).

Después de esta actividad, discuta los resultados con los estudiantes. Lo más probable es que los estudiantes pensaron que el objeto más pesado caería más rápido. Sin embargo, se dieron cuenta de que no es cierto. Los dos objetos cayeron juntos. Explíqueles que esto se debe a que la aceleración de la gravedad es independiente de la masa. Algunos estudiantes pueden tener dificultades para internalizar este concepto, incluso puede estar en desacuerdo con los resultados. Si eso sucede, demuestre la actividad de nuevo con una elevación más alta (de pie sobre una silla, por ejemplo), con objetos de masa muy diferente (como un lápiz y algo con mucho peso).

Sugerencia:

Los estudiantes pueden confundirse en la pregunta 3, donde se trata de pensar en cosas que pudieron haber afectado el tomar el tiempo. Los factores principales en esto son el error al tomar el tiempo y la resistencia del aire. Si tienen problemas con esta pregunta, para ayudarlos pídeles soltar el lápiz y una hoja de papel al suelo. Luego pídeles que repitan el experimento, pero esta vez con un lápiz y un pedazo de papel bien hecho bola. Pregúntales por qué el papel arrugado cayó más rápido. De esta manera verán que la resistencia del aire hizo que el papel cayera más lento.

Parte B: La gravedad de la situación (estudiantes avanzados)

Antes de hacer la parte B, recuerde a los estudiantes la diferencia entre la aceleración y la fuerza. Repase la ley de Gravedad de Newton, y explique de nuevo la idea de que la aceleración de la gravedad en la superficie de un planeta depende del tamaño del planeta y de sus masas. Esto significa que los estudiantes tienen un peso diferente en diferentes planetas. Repase la derivación de la “pequeña g” que se da en la información de fondo y un ejemplo de cómo hacerlo para que comprendan mejor. Es posible que también desee utilizar las preguntas en el cuadro de “¡Piensa como se hace!” Como la base para la discusión al final.

Los estudiantes pueden estar un poco confundidos sobre las unidades de todos estos números (como $G = 6.672 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$). ¡Esto es normal! Si se confunden, díales que solo se preocupen por llenar los valores numéricos y no por las unidades. Las unidades son importantes en la ciencia, pero por ahora sólo puede utilizar los números.

Actividad extra- la órbita del satélite Swift (para estudiantes avanzados):

La siguiente actividad está más allá del alcance normal de este póster, pero los estudiantes avanzados tal vez estén interesados. Puede ayudar dejarlos que lean la derivación de la Ley de Gravedad de Newton en:

http://swift.sonoma.edu/education/newton/newton_4/gravitation.html.

Tal vez le tenga que explicar las matemáticas primero.

a) Utiliza la ley de Kepler $T^2 = K R^3$ para calcular la duración de la órbita en el satélite Swift de sus 600 km alrededor de la Tierra.

La duración, T, es el tiempo que le toma a Swift en dar una órbita alrededor de la Tierra. Recuerda que la distancia, R, en esta ecuación se mide desde el centro de la Tierra, y que el radio de la Tierra es de unos 6375 kilómetros. La constante K en esta ecuación es igual a $(4\pi^2) / (GM_E)$, donde M_E es la masa de la Tierra, y es igual a $5.96 \times 10^{24} \text{ kg}$, y G es la constante de gravitación: $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$.

b) ¿Cuál es la velocidad de Swift en su órbita? Recordemos que $v = 2\pi R / T$.

c) Si el peso de Swift en órbita es de 1255 kg, (véase “¡Piensa como se hace!” parte “e” en la página 8 ¿Por qué entonces nos referimos a los astronautas en órbita alrededor de la Tierra como que no tienen peso?

Respuestas a las preguntas de la actividad extra:

a) $K = 9.931 \times 10^{-14} \text{ s}^2 \text{ m}^{-3}$

$R = 6375 + 600 \text{ km} = 6.975 \times 10^6 \text{ m}$

Así que, $T = 5805$ segundos o 96.7 minutos

b) $v = 7550 \text{ m/sec}$ (cerca de 25 veces la velocidad del sonido)

c) Los astronautas no son realmente más livianos en órbita. De hecho, pesan por lo menos el 85% de su peso en la Tierra. El efecto que normalmente se llama “estado de gravedad cero” o “ausencia de gravedad” es más correctamente llamado “caída libre”. Los astronautas caen hacia la Tierra (movimiento “vertical”) al mismo ritmo que los vehículos espaciales se mueven con un movimiento “horizontal”, por lo que en realidad nunca caen al tierra. Uno puede experimentar la “caída libre” sin salir de la Tierra - solo intenta saltar desde un trampolín a una piscina o al suelo. Se sentirá una “ausencia de peso” hasta llegar a la superficie de la piscina o al suelo.

Puntos	Parte A: La caída del hombre	Parte B: La gravedad de la situación
4	A) El estudiante pudo predecir el movimiento de los objetos que cayeron al suelo. B) El estudiante pudo reproducir las medidas de los objetos que cayeron. C) El estudiante considero seriamente las predicciones iniciales aunque incorrectas primero, las corrigió. D) El estudiante fue capaz de concluir que la masa no afecta la aceleración.	A) El estudiante calculó correctamente la aceleración de todos los objetos de el sistema solar listados. B) El estudiante calculó las proporciones con respecto a la Tierra. C) El estudiante consideró seriamente todos los resultados de los cálculos y contensto correctamente aquellos que tienen que ver con Mercurio, Júpiter, y la Luna. D) El estudiante describió correctamente las diferencias entre la masa y el peso.
3	El estudiante logró los primeros tres objetivos.	El estudiante logró los primeros tres objetivos.
2	El estudiante logró los primeros dos objetivos.	El estudiante logró los primeros dos objetivos o por lo menos la mitad de los primeros dos objetivos y el tercer objetivo.
1	El estudiante logró el primer objetivo.	El estudiante logró solamente el primer objetivo o partes de los primeros dos objetivos.
0	Estudiante no logró ninguno de los objetivos arriba.	Estudiante no logró ninguno de los objetivos arriba.

Respuestas a las preguntas de la actividad en clase:

Parte A: La caída del hombre

- 1) La mayoría de los estudiantes predijeron que el objeto más pesado caería más rápido.
- 2) Deben de concluir que los objetos caen al mismo tiempo.
- 3) Esta respuesta dependerá de su predicción. Razones por las cuales el experimento no da resultados válidos podrían ser el no soltar los objetos al mismo tiempo, que la persona no miró claramente, o que la resistencia del aire hizo que uno de los objetos se desacelera más que el otro.
- 4) Muchos pueden cambiar su predicción , afirmando que ambos llegarán al mismo tiempo.
- 5) La mayoría de la gente se sorprende de que los objetos con masas muy diferentes caen a la misma velocidad.

Parte B: La gravedad de la situación

Nombre del Planeta	Masa (kg)	Radio(m)	Aceleración (m/sec ²)	Aceleración comparada con la Tierra
Mercurio	3.3×10^{23}	2.4×10^6	3.8	0.39
Venus	4.9×10^{24}	6.1×10^6	8.9	0.90
Tierra	6.0×10^{24}	6.4×10^6	9.8	1.0
Luna	7.4×10^{22}	1.7×10^6	1.7	0.17
Marte	6.4×10^{23}	3.4×10^6	3.7	0.38
Júpiter	1.9×10^{27}	7.1×10^7	23.1	2.4
Saturno	5.7×10^{26}	6.0×10^7	9	0.92
Urano	8.7×10^{25}	2.6×10^7	9	0.91
Neptuno	1.0×10^{26}	2.5×10^7	11	1.1
Plutón	1.3×10^{22}	1.2×10^6	0.60	0.062

Folleto para el estudiante: *La Ley de Gravedad de Newton*

Nombre: _____

Fecha: _____

Clase: _____

Tal vez sepas acerca de la gravedad que sostiene que hasta la Tierra. Pero hay más a la gravedad que eso! En esta actividad usted investigará algunas propiedades de la gravedad y ver cómo afecta la - no solamente en la Tierra, pero en otros planetas!

El objetivo de la Parte A es determinar la relación entre la aceleración de la gravedad y la de la masa de un objeto. Los objetivos de la Parte B es determinar cuánto pesaría sobre la en otros planetas y la forma en que el peso se ve afectado por la masa y el radio del planeta.

Parte A: La caída del hombre:

1) Tu maestro te ha dado diferentes objetos. Observa los distintos tamaños y pesos. Escoge dos de los objetos que tengan diferentes pesos y tamaños. Ellos deben ser tan diferentes de manera que puedas sentir la diferencia fácilmente. ¿Si los objetos se dejan caer de la misma altura, caerán del primer piso al mismo tiempo o uno primero que otro? Haz una predicción sobre esto y toma notas.

2) Ahora toma los objetos y pónlos enfrente de tí. Asegúrate que la parte de debajo de los objetos se encuentren a la misma altura del piso. Un compañero de equipo se tendrá que poner de rodillas en el suelo enfrente de tí para poder ver bien cuando los objetos caigan al suelo.

Ahora a la cuenta de tres deja caer los objetos al suelo. ¿Cuál cayó al suelo primero, o cayeron los dos al mismo tiempo? Toma nota de lo que sucedió. Repite el procedimiento por lo menos dos veces más para que obtengas resultados consistentes.

3) ¿Tuviste una predicción exacta? ¿Por qué si o por qué no? ¿Puedes pensar de que manera se habría arruinado el experimento? Explica en detalle.

4) Ahora encuentra dos objetos que sean aproximadamente del mismo tamaño, pero pesos muy diferentes. Repite el experimento, y de nuevo haz una predicción y anota los resultados.

5) ¿Te sorprendieron los resultados? ¿Por qué si o por qué no?

Parte B: La gravedad de la situación (estudiantes avanzados):

El modelo de la gravedad de Newton es uno de los modelos científicos más importantes de la historia. Se aplica a las manzanas que caen de los árboles, pelotas de béisbol en el aire, y la leche se derrama en la cafetería de la escuela. ¡El mismo modelo se aplica a otros planetas de nuestro Sistema Solar también!

Utilice la tabla del Sistema Solar que se encuentra en la página 8 para determinar el valor de g , la aceleración de la gravedad, para cada uno de los otros planetas del Sistema Solar. Use la ecuación para la aceleración en la caja y los valores de las masas y los radios de los planetas que se encuentran en la tabla. En la tercera columna de la tabla escriba el valor de la aceleración de la gravedad de cada planeta (y la Luna) en la superficie.

$$g = GM/R^2$$

Donde M = masa, R = radio,
y $G = 6.672 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$

Parte A: La caída del hombre - Escribe las respuestas a las siguientes preguntas en una hoka aparte si es necesario.

1. Mis predicciones:

2. Mis observaciones:

3. Las predicciones precisas?

4. Observaciones del segundo experimento: -

5. ¿Te sorprendió algo? ¿Por qué o por qué no?

Parte B: La gravedad de la situación - Termine de llenar con la table que contiene los datos del sistema solar:

Nombre del planeta	Masa (kg)	Radio (m)	Aceleración (m/sec ²)	Aceleración comparada con la Tierra
Mercurio	3.3×10^{23}	2.4×10^6		
Venus	4.9×10^{24}	6.1×10^6		
Tierra	6.0×10^{24}	6.4×10^6	9.8 m/sec ²	1
Luna	7.4×10^{22}	1.7×10^6		
Marte	6.4×10^{23}	3.4×10^6		
Júpiter	1.9×10^{27}	7.1×10^7		
Saturno	5.7×10^{26}	6.0×10^7		
Urano	8.7×10^{25}	2.6×10^7		
Neptuno	1.0×10^{26}	2.5×10^7		
Plutón	1.3×10^{22}	1.2×10^6		

Una vez que termines la tercera columna, puedes ver qué tan fuerte (o débil) es la gravedad en otros planetas. Para tener un mejor entendimiento compara la gravedad otros planetas con la gravedad de la Tierra. Así que en la última columna, divide la gravedad de otro planeta por la gravedad de la Tierra (por ejemplo, después de hacer esto con la Tierra, verás que la gravedad de la Tierra dividida por la gravedad de la Tierra = 1, ya que estás dividiendo el número por sí mismo).

¡Piensa en esto!

- ¿Pesas más o menos en Mercurio o en la Tierra?
- ¿Y cuál es tu peso en Júpiter?
- ¿Cuánto pesas en la Luna?
- ¿Cuál es la diferencia entre masa y peso?
- Si Swift pesa 1.500 kilogramos en la superficie de la de la Tierra, ¿cuánto pesa en una órbita de la 600 km por encima de la superficie de la Tierra?

Respuestas a ¡Piensa en esto!

- a) Pesarías menos en Mercurio que en la Tierra. (El factor “g” es 0.39 veces mayor que en la Tierra.)
- b) Pesarías más en Júpiter que en la Tierra. (El factor “g” es 2.4 veces el de la Tierra.)
- c) En la Luna pesarías 0.17 veces tu peso en la Tierra, o aproximadamente una sexta parte..
- d) La masa es la cantidad de “cosas” en un objeto, y el peso es el resultado de la fuerza de gravedad que actúa sobre esa cantidad de cosas. Cuando vas a un planeta diferente, tienes el mismo aspecto (la masa), pero el peso va a cambiar conforme con los cambios en la fuerza de gravedad.
- e) El valor de “g” en la órbita de Swift es de 8.2 m/s^2 , frente al 9.8 m/s^2 en la superficie de la Tierra. SWIFT por lo tanto tiene un peso de $1500 \text{ kg} \times (8.2/9.8) = 1255 \text{ kg}$ en órbita.

Referencia Bibliográfica:

Los materiales e información adicional sobre las leyes de Newton se pueden encontrar en la página web de Swift Mission Education and Public Outreach en:

<http://swift.sonoma.edu/>

- NASA páginas web:
 - NASA página web oficial - <http://www.nasa.gov>
 - Satélite Swift - <http://swift.gsfc.nasa.gov>
- NASA Recursos Educativos:
 - The Space Place - <http://spaceplace.nasa.gov>
 - ¡Imagina el Universo! - <http://imagine.gsfc.nasa.gov>
- Operación Central de la NASA de Recursos para la Enseñanza (CORE):
 - <http://core.nasa.gov/index.html>
 - Echa un vistazo a estos videos:
 - “El despegue de aprendizaje: Newton in Space” (1992), \$ 15,00
 - “Las leyes de Newton, las pruebas de vuelo” (1999), \$ 24,00
- Directorio de Recursos de NASA para la educación de Ciencia del Espacio:
 - <http://teachspace.org>
- Leyes de Newton del movimiento:
 - <http://www-istp.gsfc.nasa.gov/stargaze/Snewton.htm>
 - <http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/newton.html>
- Ley de la gravitación de Newton:
 - <http://csep10.phys.utk.edu/astr161/lect/history/newtongrav.html>
- Newton en la aula:
 - <http://www.physicsclassroom.com/Class/newtlaws/newtltoc.html>
 - <http://gbhsweb.glenbrook225.org/gbs/science/phys/phys.html>
- Los nueve Planetas:
 - <http://nineplanets.org/>

<http://swift.sonoma.edu>

