Click to verify

Taller de movimiento armonico simple

When a guitar string is plucked or a spring moves up and down, the time interval between each oscillation is defined as periodic motion. The time that one oscillation is completed is called the period. In addition to indicating repeated oscillations, a period can also represent one event. The unit of measurement for a period is typically indicated in seconds. Frequency When a period is repeated, the number of oscillations per unit of time is indicated as frequency. Mathematically, the frequency is expressed by the following formula: $f=\frac{1}{T}$ Where, f = frequency T = Time period 1 = Constant The SI unit for frequency is in cycles per second, also known as hertz (Hz). One cycle is equal to one oscillation. Oscillations are repetitive for a number of cycles. Review Questions 1. A _____ causes a disturbance in a system that activates an oscillation. 2. Waves created by oscillations carry energy. T/F 3. The restoring force of an object _____ when the deformation is increased. is increased is decreased stays the same 4. One cycle is equal to how many oscillations? 5. The term _____ refers to the number of oscillations per unit of time. Simple Harmonic Motion: A special Periodic Motion Oscillations are very common in nature and by human made objects because they occur in so many different ways. One type of oscillation is simple harmonic motion. It refers to oscillatory motion that is directly proportional to displacement, and the system in which oscillations occur is called a simple harmonic oscillator. If there is no friction or other nonconservative forces that dampen oscillations, a simple harmonic oscillator will continue to oscillate indefinitely with equal displacement on either side of the equilibrium position. The maximum displacement from equilibrium is called amplitude. Amplitude and displacement of objects such as a metal coiled spring are in meters, whereas sound oscillations are indicated in units of pressure. Simple Harmonic Motion A significant fact about simple harmonic motion is that the period t and frequency f are independent of amplitude. For example, guitar strings will oscillate at the same frequency whether it is plucked gently or hard. For this reason, simple harmonic oscillations are used to operate clocks because the period remains constant. The only factors that affect the period and frequency of simple harmonic motion are mass and the force constant k. Whenever a harmonic oscillator is stiff, a large force k is required to activate it. Also, it will have a smaller time period than an object that is less stiff. The period of a harmonic oscillator is impacted by its mass. The more massive the system is, the longer its period. The Link between Harmonic Motion and Waves All simple harmonic motions are related to sine and cosine waves. The displacement is a function of time in any harmonic motion as oscillations occur with a period T. The velocity of the motion is also a function of time. At maximum displacement from equilibrium, velocity and time are zero. The Simple Pendulum One type of simple harmonic oscillator is a simple pendulum. A simple pendulum is an object that has a small mass, which is suspended by a light wire or string. When a simple pendulum is displaced from equilibrium, it swings in an arc. The length of the displacement is called the arc length and is identified as s. When displacement occurs, a restoring force is created that is in the direction towards the equilibrium position. This restoring force is directly proportional to the displacement. Two factors affect the period of a simple pendulum, which is the time duration at which one oscillation takes place. One factor is the length of the string or wire, and the second factor is the acceleration due to gravity. The period T is nearly independent of amplitude and mass. Fig.1: Simple Pendulum – Harmonic Oscillator Review Questions 6. A simple harmonic motion is never capable of oscillating indefinitely. T/F 7. A significant fact about simple harmonic motion is that _____ is independent of amplitude. the period frequency Both a and b 8. Which factor is true about affecting the period and frequency of simple harmonic motion? The less stiff an object is, the smaller its time period. Whenever a harmonic oscillator is stiff, a large force is required to activate. The more massive a system is, the longer the period. All of the above 9. When an object oscillates and reaches its maximum displacement, velocity and time are _____. 10. List two factors that affect the time period of a simple pendulum. Energy and the Simple Harmonic Oscillator A simple harmonic oscillator has both potential energy and kinetic energy. When an object is deformed and at the moment it is not moving, it has stored potential energy. Because a simple harmonic oscillator has no dissipative forces, it has kinetic energy. Therefore, as an undamped simple harmonic motion takes place, the energy oscillates back and forth between kinetic and potential energy. An example is the oscillations of a spring. When it is completely compressed and is not moving, all energy is stored as potential energy. When the spring decompresses, the elastic potential energy is converted to kinetic energy. At the equilibrium position, the entire energy of the spring is kinetic. As it moves passed equilibrium, the energy in the spring is converting back to potential energy. Velocity during Oscillations When a simple harmonic oscillation has reached its maximum displacement position, the velocity is zero. In this position, all of the energy is in the potential form and there is no kinetic energy. As the restoring force causes the oscillation to move towards equilibrium, the potential energy decreases, and the kinetic energy increases. Energy is shared by both, but the total energy does not change. When the oscillation reaches the equilibrium position, its velocity is at a maximum level. Maximum velocity depends on three factors: Maximum velocity is directly proportional to amplitude. Maximum velocity is greater for stiffer objects. Maximum velocity is smaller for objects that have larger masses. Uniform Circular Motion When an object moves in a circular path with a constant angular velocity and uniform circular motion, a simple harmonic motion takes place. The motion is back and forth on the x-axis. The period T of an oscillator is the time it takes for the object to make one complete revolution. When viewing a merry-go-round from a distance, any object exhibits simple harmonic motion when it goes back and forth between left and right positions as it turns to create uniform circular motion. Review Questions 16. Give an example of when the damping of an oscillator is desirable. 17. As the oscillations of harmonic motion slow down due to damping, the net force _____. increases decreases stays the same 18. _____ damping refers to a system that is slow and sluggish. 19. When driving an object with a frequency equal to its natural frequency, a condition called _____ occurs. 20. Whenever the damping of a harmonic oscillator becomes smaller, the amplitude of the oscillator also becomes smaller. T/F Review Answers force T a One Frequency F c d zero Length and acceleration due to gravity c zero T It remains constant A

The shocks on an automobile b c resonance F 0 calificaciones0% encontró este documento útil (0 votos)341 vistasEste documento presenta información sobre el movimiento armónico simple (M.A.S.), incluyendo su definición, términos asociados, ecuaciones que lo describen y ejemplos de cálculos de elongaci…Diana Valentina Andrade RamírezTítulo y descripción mejorados con IAGuardarGuardar movimiento armonico simple taller resuelto para más tarde0%0% encontró este documento útil, undefined 0 calificaciones0% encontró este documento útil (0 votos)2K vistasEste documento presenta un taller sobre movimiento armónico simple. Explica conceptos clave como periodo, frecuencia, movimiento armónico simple y movimiento circular uniforme. Incluye pregu…Título y descripción mejorados con IAGuardarGuardar taller de movimiento armonico simple para más tarde0%0% encontró este documento útil, undefined The article discusses the role of transformers in electronic power supply, focusing on how they step voltage up … Read More This article covers diode testing and troubleshooting of diodes, emphasizing the importance of correct polarity and biasing in … Read More The article provides an overview of the key specifications of diode, including maximum ratings, operating conditions, and their … Read More The article discusses the electrical characteristics of PN junction diode, focusing on their forward and reverse bias behavior, … Read More The article provides an overview of atomic theory, focusing on the structure of matter, atoms, and the periodic … Read More This article discusses atomic states and the three types of atomic bonding: ionic bonding, covalent bonding, and metallic … Read More The article explores how Industry 4.0 leverages technologies like RFID, M2M communication, and IIoT for seamless data exchange, … Read More The article provides an overview of mechatronic system, their components, and functions, highlighting the integration of mechanical, electronic, … Read More The article discusses the role of mechatronic system in modern society, highlighting their applications in vehicles, robotics, and … Read More Learn how to use an ohmmeter to test a bipolar junction transistor (BJT), identify its leads, and evaluate … Read More This article discusses the advantages and disadvantages of ICs. As you will see, when all factors are considered, … Read More The article covers various types of diode, including Schottky, PIN, Gunn, and IMPATT diodes, highlighting their construction, characteristics, … Read More El movimiento armónico simple (MAS), es un fenómeno fundamental en la cinemática que describe la oscilación de un objeto alrededor de un punto de equilibrio. Algunos ejemplos ilustrativos de este fenómeno incluyen el movimiento de un péndulo simple y la oscilación de una partícula sujeta a un resorte previamente comprimido.Este tipo de movimiento se manifiesta como una oscilación periódica de vaivén, donde un cuerpo se desplaza de un lado a otro de su posición de equilibrio en intervalos de tiempo uniformes. Cuando la trayectoria de la partícula es rectilínea, la oscilación en un MAS. implica movimientos alternos de alejamiento y acercamiento respecto a un punto central en su trayectoria. En este contexto, la posición de la partícula en función del tiempo exhibe la forma característica de una sinusoide. En este tipo de movimiento, la fuerza que actúa sobre la partícula es directamente proporcional a su desplazamiento con respecto al punto central, siempre dirigida hacia este último.Tipos de movimiento: oscilaciones y vibracionesLas oscilaciones y vibraciones se refieren al patrón repetitivo de movimiento que experimenta un objeto alrededor de una posición de equilibrio. Ambos términos se utilizan comúnmente en física para describir diferentes aspectos del movimiento armónico simple:OscilacionesLas oscilaciones se refieren al movimiento de un objeto de un lado a otro alrededor de una posición central o de equilibrio. En este tipo de movimiento, el objeto oscila a través de una trayectoria que varía simétricamente a ambos lados de la posición de equilibrio de una forma que puede ser periódica o no periódica.Por ejemplo, en el caso de un péndulo simple, la oscilación ocurre mientras el péndulo se mueve hacia adelante y hacia atrás.VibracionesLas vibraciones son oscilaciones que ocurren a una frecuencia específica. En este contexto, las vibraciones se refieren al movimiento repetitivo y periódico del objeto alrededor de su posición de equilibrio. A menudo se utiliza para describir oscilaciones de alta frecuencia que son difíciles de percibir individualmente. La vibración generalmente implica una oscilación rápida y repetitiva de un objeto o sistema alrededor de un punto de equilibrio.Análisis dinámica: la fuerza restauradoraEn el núcleo del movimiento armónico simple se encuentra una fuerza restauradora proporcional al desplazamiento del objeto, pero en dirección opuesta. Este tipo de movimiento se manifiesta cuando un objeto se aparta de su posición de equilibrio y experimenta una fuerza que lo devuelve hacia dicha posición.En el caso de nuestros ejemplos anteriores, en un péndulo simple, la fuerza restauradora que actúa sobre él está relacionada con la fuerza gravitatoria. La fuerza restauradora en un péndulo simple es proporcionada por el componente de la fuerza gravitatoria. Por otro lado, en el caso del resorte, esta fuerza la ejerce el propio resorte.La forma más básica de esta fuerza se expresa mediante la ley de Hooke:F=−kxDonde:F es la fuerza restauradora.k es la constante del resorte, que representa la rigidez del sistema.x es el desplazamiento desde la posición de equilibrio.Ecuación del Movimiento Armónico Simple (MAS)La posición de un objeto en movimiento armónico en función del tiempo se describe mediante la siguiente ecuación:x(t)=A·cos(ωt+ϕ)Donde:x(t) es la posición en función del tiempo.A es la amplitud, la máxima distancia desde la posición de equilibrio.ω es la frecuencia angular, relacionada con la frecuencia ordinaria f por ω=2πf.ϕ es la fase inicial, que determina la posición del objeto en el inicio de la oscilación.Glosario relacionado con el MASEn la definición del movimiento armónico simple aparecen numerosos conceptos que quizá no entendemos perfectamente. A continuación adjuntamos un glosario de términos junto a una breve descripción de su significado:Amplitud (A): La máxima distancia desde la posición de equilibrio hasta el punto más alejado de la oscilación.Frecuencia Ordinaria (f): El número de oscilaciones completas por unidad de tiempo.Frecuencia Angular (ω): La medida de la rapidez con la que ocurren las oscilaciones, relacionada con la frecuencia ordinaria (f) mediante la fórmula ω=2πf.Periodo (T): El periodo de un MAS es el tiempo que tarda en cumplirse una oscilación completa. Es la inversa de la frecuencia T = 1/f.Fase Inicial (ϕ): Un parámetro en la ecuación del MAS que determina la posición inicial de la oscilación en relación con el tiempo.Ley de Hooke: La ley que describe la fuerza restauradora en el sentido lineal.Desplazamiento (x): La distancia desde la posición de equilibrio hasta la posición actual del objeto.Constante del resorte (k): Un parámetro que determina la rigidez de un resorte en la ley de Hooke.Oscilación: El movimiento de un objeto de un lado a otro de su posición de equilibrio en un patrón repetitivo.Trayectoria rectilínea: Un tipo de movimiento armónico en el que la partícula oscila a lo largo de una línea recta.Sinusoide: La representación gráfica de la posición en función del tiempo en un MAS, que sigue una curva sinusoidal.5 Ejemplos de movimiento armónico simpleEl movimiento armónico simple (MAS) está presente en numerosos fenómenos cotidianos que experimentamos en nuestra vida diaria. Aquí tienes algunos ejemplos:Péndulo de un reloj: El péndulo de un reloj es un ejemplo clásico de MAS. Cuando el péndulo se desplaza de su posición de equilibrio, la fuerza gravitatoria lo devuelve hacia esa posición, generando oscilaciones regulares que marcan el tiempo.Oscilaciones de un columpio: Cuando alguien se balancea en un columpio, experimenta un movimiento armónico simple. La fuerza gravitatoria proporciona la fuerza restauradora, y el columpio oscila hacia adelante y hacia atrás.Movimiento de un resorte: Si cuelgas un objeto en un resorte y lo comprimes o estiras, el objeto realizará un MAS. A medida que el resorte se estira o se comprime, la fuerza restauradora del resorte (descrita por la ley de Hooke) hará que el objeto oscile alrededor de su posición de equilibrio.Vibración de cuerdas musicales: Cuando se toca una cuerda musical, vibra en un patrón sinusoidal. La tensión en la cuerda proporciona la fuerza restauradora, y la cuerda oscila hacia arriba y hacia abajo produciendo sonido.Movimiento de un pistón en un motor de automóvil: El pistón en un motor de automóvil se mueve hacia adelante y hacia atrás, lo que puede aproximarse a un movimiento armónico simple. La combustión en el cilindro del motor proporciona la fuerza que impulsa el movimiento del pistón, que oscila repetidamente.Autor: Oriol Planas - Ingeniero técnico industrialFecha de publicación: 13 de marzo de 2024Última revisión: 13 de marzo de 2024 Al final de esta sección, podrá: Definir los términos periodo y frecuencia. Enumerar las características del movimiento armónico simple. Explicar el concepto de deslizamiento de fase. Escribir las ecuaciones de movimiento para el sistema de una masa y un resorte que experimenta un movimiento armónico simple. Describir el movimiento de una masa que oscila sobre un resorte vertical. Al pulsar una cuerda de guitarra, el sonido resultante tiene un tono constante y dura mucho tiempo (Figura 15.2). La cuerda vibra alrededor de una posición de equilibrio, y una oscilación se completa cuando la cuerda parte de la posición inicial, se desplaza a una de las posiciones extremas, luego a la otra posición extrema y vuelve a su posición inicial. Definimos movimiento periódico como cualquier movimiento que se repite a intervalos de tiempo regulares, como el exhibido por la cuerda de la guitarra o por un niño que se balancea en un columpio. En esta sección, estudiamos las características básicas de las oscilaciones y su descripción matemática. Figura 15.2 Cuando se puntea una cuerda de guitarra, esta oscila hacia arriba y hacia abajo en un movimiento periódico. La cuerda que vibra hace oscilar las moléculas de aire circundantes, lo que produce ondas sonoras (créditos: Yutaka Tsutano). En ausencia de fricción, el tiempo para completar una oscilación permanece constante y se denomina periodo (T). Sus unidades suelen ser segundos, pero pueden ser cualquier unidad de tiempo conveniente. La palabra “periodo” se refiere al tiempo de algún acontecimiento, ya sea repetitivo o no, pero en este capítulo nos ocuparemos principalmente del movimiento periódico, que es por definición repetitivo.Un concepto estrechamente relacionado con el de periodo es el de frecuencia de un evento. La frecuencia (f) se define como el número de eventos por unidad de tiempo. Para el movimiento periódico, la frecuencia es el número de oscilaciones por unidad de tiempo. La relación entre frecuencia y periodo es La unidad del SI para la frecuencia es el hercio (Hz) y se define como un ciclo por segundo: 1Hz=1cicloso1Hz=1s=1s−1.1Hz=1cicloso1Hz=1s=1s−1.Un ciclo es una oscilación completa. Determinar la frecuencia de ultrasonidos médicos Los profesionales de la medicina usan ecógrafos para obtener imágenes que permitan examinar órganos internos del cuerpo. Un ecógrafo emite ondas sonoras de alta frecuencia, que se reflejan en los órganos, y una computadora las recibe y las usa para crear una imagen. Podemos usar las fórmulas presentadas en este módulo para determinar la frecuencia, basándonos en lo que sabemos sobre las oscilaciones. Consideremos un dispositivo de imagen médica que produce ultrasonidos oscilando con un periodo de 0,400μs0,400μs. ¿Cuál es la frecuencia de esta oscilación? EstrategiaSe da el periodo (T) y se pide encontrar la frecuencia (f).Solución Sustituir 0,400μs0,400μs para T en f=1Tf=1T: f=1T=10,400×10−6s.f=1T=10,400×10−6s. Resolver para encontrar f=2,50×106Hz.f=2,50×106Hz. Importancia Esta frecuencia de sonido es mucho más alta que la frecuencia más alta que puede oír el ser humano (el rango de audición humana es de 20 Hz a 20.000 Hz); por eso se llama ultrasonido. Las oscilaciones adecuadas a esta frecuencia generan ultrasonidos que se usan para diagnósticos médicos no invasivos, como la observación de un feto en el útero. Un tipo muy común de movimiento periódico es el llamado movimiento armónico simple (Simple Harmonic Motion, SHM). Un sistema que oscila con SHM se llama oscilador armónico simple. En el movimiento armónico simple, la aceleración del sistema, y por tanto la fuerza neta, es proporcional al desplazamiento y actúa en sentido contrario a este. Un buen ejemplo de SHM es un objeto con masa m unido a un resorte sobre una superficie sin fricción, como se muestra en la Figura 15.3. El objeto oscila alrededor de la posición de equilibrio, y la fuerza neta sobre el objeto es igual a la fuerza proporcionada por el resorte. Esta fuerza obedece a la ley de Hooke Fs=−kx,Fs=−kx, como se ha comentado en un capítulo anterior. Si la fuerza neta se puede describir mediante la ley de Hooke y no hay amortiguación (ralentización debido a fricción o a otras fuerzas no conservativas), entonces un oscilador armónico simple oscila con igual desplazamiento a ambos lados de la posición de equilibrio, como se muestra para un objeto sobre un resorte en la Figura 15.3. El desplazamiento máximo desde el equilibrio se llama amplitud (A). Las unidades de amplitud y desplazamiento son las mismas, pero están sujetas al tipo de oscilación. Para el objeto sobre el resorte, las unidades de amplitud y desplazamiento son metros. Figura 15.3 Un objeto unido a un resorte que se desliza sobre una superficie sin fricción es un oscilador armónico simple sin complicaciones. En las figuras anteriores, una masa está unida a un resorte y colocada sobre una mesa sin fricción. El otro extremo del resorte se fija a la pared. La posición de la masa, cuando el resorte no está ni estirado ni comprimido, se marca como x=0x=0 y es la posición de equilibrio. (a) La masa se desplaza a una posición x=Ax=A y se libera del reposo. (b) La masa se acelera mientras se mueve en la dirección x negativa, y alcanza una velocidad negativa máxima en x=0x=0. (c) La masa continúa moviéndose en la dirección xnegativa, y frena hasta detenerse en x=−Ax=−A. (d) La masa comienza ahora a acelerar en la dirección x positiva, y alcanza una velocidad máxima positiva en x=0x=0. (e) La masa continúa entonces moviéndose en la dirección positiva hasta que se detiene en x=Ax=A. La masa continúa en SHM que tiene una amplitud A y un periodo T. La velocidad máxima del objeto se produce al pasar por el equilibrio. Cuanto más rígido sea el resorte, menor será el periodo T. Cuanto mayor sea la masa del objeto, mayor será el periodo T. ¿Qué tiene de significativo el SHM? Por un lado, el periodo T y la frecuencia f de un oscilador armónico simple son independientes de la amplitud. La cuerda de una guitarra, por ejemplo, oscila con la misma frecuencia tanto si se puntea con suavidad como con fuerza. Hay dos factores importantes que afectan el periodo de un oscilador armónico simple. El periodo está relacionado con la rigidez del sistema. Un objeto muy rígido tiene una constante de fuerza (k) grande, lo que hace que el sistema tenga un periodo menor. Por ejemplo, se puede ajustar la rigidez de un trampolín: cuanto más rígido sea, más rápido vibrará y más corto será su periodo. El periodo también está sujeto a la masa del sistema oscilante. Cuanto más masivo sea el sistema, más largo será el periodo. Por ejemplo, una persona pesada en un trampolín rebota hacia arriba y hacia abajo más lentamente que una persona liviana. De hecho, la masa m y la constante de fuerza k son los únicos factores que afectan el periodo y la frecuencia del SHM. Para obtener una ecuación para el periodo y la frecuencia, primero debemos definir y analizar las ecuaciones de movimiento. Obsérvese que la constante de fuerza se denomina, a veces, constante de resorte. Consideremos un bloque unido a un resorte en una mesa sin fricción (Figura 15.4). La posición de equilibrio (la posición en la que el resorte no está ni estirado ni comprimido) se marca como x=0x=0. En la posición de equilibrio la fuerza neta es cero. Figura 15.4 Un bloque está unido a un resorte y se coloca en una mesa sin fricción. La posición de equilibrio, en la que el resorte no está ni extendido ni comprimido, se marca como x=0.x=0. Se trabaja en el bloque para sacarlo a una posición de x=+A,x=+A, y así se libera del reposo. La posición x máxima (A) se llama amplitud del movimiento. El bloque comienza a oscilar en SHM entre x=+Ax=+A y x=−A,x=−A, donde A es la amplitud del movimiento y T es el periodo de la oscilación. El periodo es el tiempo de una oscilación. La Figura 15.5 muestra el movimiento del bloque cuando completa una oscilación y media después de soltarlo. La Figura 15.6 muestra un gráfico de la posición del bloque versus tiempo. Cuando se representa posición versus tiempo, es evidente que los datos pueden ser modelados por una función coseno con una amplitud A y un periodo T. La función coseno cosθcosθ se repite cada múltiplo de 2π,2π, mientras que el movimiento del bloque se repite cada periodo T. Sin embargo, la función cos(2πTt)cos(2πTt) se repite cada múltiplo entero del periodo. El máximo de la función coseno es uno, por lo que es necesario multiplicar la función coseno por la amplitud A. x(t)=Acos(2πTt)=Acos(ωt).x(t)=Acos(2πTt)=Acos(ωt). Recordemos del capítulo sobre la rotación que la frecuencia angular es igual a ω=dθdtω=dθdt. En este caso, el periodo es constante, por lo que la frecuencia angular se define como 2π2π dividido entre el periodo, ω=2πTω=2πT. Figura 15.5 Se fija un bloque a un extremo de un resorte y se coloca sobre una mesa sin fricción. El otro extremo del resorte se ancla a la pared. La posición de equilibrio, donde la fuerza neta es igual a cero, se marca como x=0m.x=0m. Se trabaja en el bloque, sacándolo para x=+Ax=+A, y el bloque se libera del reposo. El bloque oscila entre x=+Ax=+A y x=−Ax=−A. La fuerza también se muestra como un vector. Figura 15.6 Un gráfico de la posición del bloque mostrado en la Figura 15.5 como una función de tiempo. La posición se puede modelar como una función periódica, como una función coseno o seno. La ecuación de la posición como una función de tiempo x(t)=Acos(ωt)x(t)=Acos(ωt) es bueno para modelar datos, donde la posición del bloque en el momento inicial t=0,00st=0,00s está en la amplitud A y la velocidad inicial es cero. A menudo, cuando se toman datos experimentales, la posición de la masa en el momento inicial t=0,00st=0,00s no es igual a la amplitud y la velocidad inicial no es cero. Considere 10 segundos de datos recogidos por un estudiante en el laboratorio, que se muestran en la Figura 15.7. Figura 15.7 Los datos recogidos por un estudiante en el laboratorio indican la posición de un bloque unido a un resorte, medida con un telémetro sónico. Los datos se recogen a partir del momento t=0,00s,t=0,00s, pero la posición inicial está cerca de la posición x≈−0,80cm≠3,00cmx≈−0,80cm≠3,00cm, por lo que la posición inicial no es igual a la amplitud x0=+Ax0=+A. La velocidad es la derivada temporal de la posición, que es la pendiente en un punto del gráfico de posición versus tiempo. La velocidad no es v=0,00m/sv=0,00m/s en el momento t=0,00st=0,00s, como se desprende de la pendiente del gráfico de posición versus tiempo, que no es cero en el momento inicial. Los datos de la Figura 15.7 pueden seguir siendo modelados con una función periódica, como una función coseno, pero la función está desplazada hacia la derecha. Este deslizamiento se conoce como deslizamiento de fase y suele representarse con la letra griega pi (ϕ)(ϕ). La ecuación de la posición como una función de tiempo para un bloque sobre un resorte es x(t)=Acos(ωt+ϕ).x(t)=Acos(ωt+ϕ). Esta es la ecuación generalizada para el SHM donde t es el tiempo medido en segundos, ωω es la frecuencia angular con unidades de segundos inversos, A es la amplitud medida en metros o centímetros y ϕϕ es el deslizamiento de fase medido en radianes (Figura 15.8). Cabe señalar que, dado que las funciones seno y coseno solo se diferencian por un deslizamiento de fase, este movimiento podría modelarse usando la función coseno o la función seno. Figura 15.8 (a) Una función coseno. (b) Una función coseno desplazada hacia la izquierda por un ángulo ϕϕ. El ángulo ϕϕ se conoce como el deslizamiento de fase de la función. La velocidad de la masa sobre un resorte, que oscila en SHM, se puede encontrar tomando la derivada de la ecuación de posición: v(t)=dxdt=ddt(Acos(ωt+ϕ))=−Aωsen(ωt+ω)=−vmáx.sen(ωt+ϕ).v(t)=dxdt=ddt(Acos(ωt+ϕ))=−Aωsen(ωt+ω)=−vmáx.sen(ωt+ϕ).Dado que la función sinusoidal oscila entre –1 y +1, la velocidad máxima es la amplitud por la frecuencia angular, vmáx.=Aωvmáx.=Aω. La velocidad máxima se produce en la posición de equilibrio (x=0)(x=0) cuando la masa se mueve hacia x=+Ax=+A. La velocidad máxima en sentido negativo se alcanza en la posición de equilibrio (x=0)(x=0) cuando la masa se mueve hacia x=−Ax=−A y es igual a −vmáx.−vmáx.. La aceleración de la masa sobre el resorte se puede encontrar tomando la derivada temporal de la velocidad: a(t)=dvdt=ddt(−Aωsen(ωt+ϕ))=−Aω2cos(ωt+φ)=−amáx.cos(ωt+ϕ).a(t)=dvdt=ddt(−Aωsen(ωt+ϕ))=−Aω2cos(ωt+φ)=−amáx.cos(ωt+ϕ). La aceleración máxima es amáx.=Aω2amáx.=Aω2. La aceleración máxima se produce en la posición (x=−A)(x=−A), y la aceleración en la posición (x=−A)(x=−A) y es igual a −amáx.−amáx.. En resumen, el movimiento oscilatorio de un bloque sobre un resorte puede modelarse con las siguientes ecuaciones de movimiento: x(t)=Acos(ωt+ϕ)x(t)=Acos(ωt+ϕ) v(t)=−vmáx.sen(ωt+ϕ)v(t)=−vmáx.sen(ωt+ϕ) a(t)=−amáx.cos(ωt+ϕ)a(t)=−amáx.cos(ωt+ϕ) amáx.=Aω2.amáx.=Aω2. Aquí, A es la amplitud del movimiento, T es el periodo, ϕϕ es el deslizamiento de fase y ω=2πT=2πfω=2πT=2πf es la frecuencia angular del movimiento del bloque. Determinación de las ecuaciones de movimiento de un bloque y un resorte Se coloca un bloque de 2,00 kg en una superficie sin fricción. Un resorte con una constante de fuerza de k=32,00N/mk=32,00N/m se fija al bloque y el extremo opuesto del resorte se fija a la pared. El resorte se puede comprimir o extender. La posición de equilibrio está marcada como x=0,00m.x=0,00m. Se trabaja en el bloque, sacándolo para x=+0,02m.x=+0,02m. El bloque se libera del reposo y oscila entre x=+0,02mx=+0,02m y x=-0,02m.x=-0,02m. El periodo del movimiento es de 1,57 s. Determine las ecuaciones de movimiento. Estrategia Primero encontramos la frecuencia angular. El deslizamiento de fase es cero, ϕ=0,00rad,ϕ=0,00rad, porque el bloque se libera del reposo en x=A=+0,02m.x=A=+0,02m. Una vez hallada la frecuencia angular, podemos determinar la velocidad y la aceleración máximas. Solución La frecuencia angular se puede encontrar y usar para encontrar la velocidad y la aceleración máximas: ω=2π1,57s=4,00s−1;vmáx.=Aω=0,02m(4,00s−1)=0,08m/s; amáx.=Aω2=0,02m(4,00s−1)2=0,32m/s2.ω=2π1,57s=4,00s−1;vmáx.=Aω=0,02m(4,00s−1)=0,08m/s; amáx.=Aω2=0,02m(4,00s−1)2=0,32m/s2. Solo queda rellenar las ecuaciones de movimiento: x(t)=Acos(ωt+ϕ)=(0,02m)cos(4,00s−1t); v(t)=−vmáx.sen(ωt+ϕ)=(-0,08m/s)sen(4,00s−1t); a(t)=−amáx.cos(ωt+ϕ)=(-0,32m/s2)cos(4,00s−1t).x(t)=Acos(ωt+ϕ)=(0,02m)cos(4,00s−1t); v(t)=−vmáx.sen(ωt+ϕ)=(-0,08m/s)sen(4,00s−1t); a(t)=−amáx.cos(ωt+ϕ)=(-0,32m/s2)cos(4,00s−1t). Importancia La posición, la velocidad y la aceleración se pueden encontrar para cualquier tiempo. Es importante recordar que al usar estas ecuaciones, su calculadora debe estar en modo radianes. Una característica interesante del SHM de un objeto unido a un resorte es que la frecuencia angular, y por tanto el periodo y la frecuencia del movimiento, dependen únicamente de la masa y la constante de fuerza, y no de otros factores como la amplitud del movimiento. Podemos usar las ecuaciones de movimiento y la segunda ley de Newton (F→neta=ma→)(F→neta=ma→) para encontrar ecuaciones para la frecuencia angular, la frecuencia y el periodo. Considere el bloque sobre un resorte en una superficie sin fricción. Hay tres fuerzas sobre la masa: el peso, la fuerza normal y la fuerza debido al resorte. Las únicas dos fuerzas que actúan perpendicularmente a la superficie son el peso y la fuerza normal, que tienen magnitudes iguales y direcciones opuestas, y por tanto suman cero. La única fuerza que actúa paralela a la superficie es la fuerza debido al resorte, por lo que la fuerza neta debe ser igual a la fuerza del resorte: Fx=−kx; ma=−kx; md2xdt2=−kx; d2xdt2=−kmx.Fx=−kx; ma=−kx; md2xdt2=−kx; d2xdt2=−kmx. Al sustituir las ecuaciones de movimiento para x y a nos da −Aω2cos(ωt+ϕ)=−kmAcos(ωt+ϕ).−Aω2cos(ωt+ϕ)=−kmAcos(ωt+ϕ). Al anular los términos similares y resolver la frecuencia angular se obtiene La frecuencia angular solo depende de la constante de fuerza y de la masa, y no de la amplitud. La frecuencia angular se define como ω=2π/T,ω=2π/T, que da una ecuación para el periodo del movimiento: El periodo también depende solo de la masa y de la constante de fuerza. Cuanto mayor sea la masa, mayor será el periodo. Cuanto más rígido sea el resorte, más corto será el periodo. La frecuencia es f=1T=12πkm.f=1T=12πkm. Cuando se cuelga un resorte en vertical y se coloca un bloque y se pone en movimiento, el bloque oscila en SHM. En este caso, no hay fuerza normal, y el efecto neto de la fuerza de gravedad es cambiar la posición de equilibrio. Considere la Figura 15.9. Sobre el bloque actúan dos fuerzas: el peso y la fuerza del resorte. El peso es constante y la fuerza del resorte cambia al variar su longitud. Figura 15.9 Un resorte está colgado del techo. Cuando se fija un bloque, este se encuentra en la posición de equilibrio en la que el peso del bloque es igual a la fuerza del resorte. (a) El resorte se cuelga del techo y la posición de equilibrio se marca como yoyo. (b) Se fija una masa al resorte y se alcanza una nueva posición de equilibrio (y1=yo−Δyy1=yo−Δy) cuando la fuerza proporcionada por el resorte es igual al peso de la masa. (c) El diagrama de cuerpo-libre de la masa muestra las dos fuerzas que actúan sobre la masa: el peso y la fuerza del resorte. Cuando el bloque alcanza la posición de equilibrio, como se ve en la Figura 15.9, la fuerza del resorte es igual al peso del bloque, Fneta=Fs−mg=0Fneta=Fs−mg=0, donde −k(−Δy)=mg.−k(−Δy)=mg. Según la figura, el cambio de posición es Δy=y0−y1Δy=y0−y1 y dado que −k(−Δy)=mg−k(−Δy)=mg, tenemosk(y0−y1)−mg=0.k(y0−y1)−mg=0.Si el bloque se desplaza y se suelta, oscilará alrededor de la nueva posición de equilibrio. Como se muestra en la Figura 15.10, si la posición del bloque se registra como una función de tiempo, el registro es una función periódica. Si el bloque se desplaza a una posición y, la fuerza neta se convierte en Fneta=k(y−y0)−mg=0Fneta=k(y−y0)−mg=0. Pero encontramos que en la posición de equilibrio, mg=kΔy=ky0−ky1mg=kΔy=ky0−ky1. Al sustituir el peso en la ecuación se obtiene Fneta=ky−ky0−(ky0−ky1)=−k(y−y1).Fneta=ky−ky0−(ky0−ky1)=−k(y−y1). Recordemos que y1y1 es solo la posición de equilibrio y cualquier posición puede ser el punto y=0,00m.y=0,00m. Así que vamos a establecer y1y1 hasta y=0,00m.y=0,00m. La fuerza neta se convierte entonces en Fneta=−ky; md2ydt2=−ky.Fneta=−ky; md2ydt2=−ky. Esto es justo lo que encontramos anteriormente para una masa que se desliza horizontalmente sobre un resorte. La fuerza de gravedad constante solo sirvió para desplazar el lugar de equilibrio de la masa. Por lo tanto, la solución debe tener la misma forma que para un bloque sobre un resorte horizontal, y(t)=Acos(ωt+ϕ).y(t)=Acos(ωt+ϕ). Las ecuaciones para la velocidad y la aceleración también tienen la misma forma que para el caso horizontal. Obsérvese que la inclusión del deslizamiento de fase significa que el movimiento se puede modelar usando una función coseno o seno, ya que estas dos funciones solo se diferencian por un desplazamiento de fase. Figura 15.10 Gráficos de y(t), v(t) y a (t) versus t para el movimiento de un objeto sobre un resorte vertical. La fuerza neta sobre el objeto puede ser descrita por la ley de Hooke, por lo que el objeto experimenta SHM. Nótese que la posición inicial tiene el desplazamiento vertical en su valor máximo A; v es inicialmente cero y luego negativo a medida que el objeto se desplaza hacia abajo; la aceleración inicial es negativa, hacia la posición de equilibrio y se vuelve cero en ese punto.