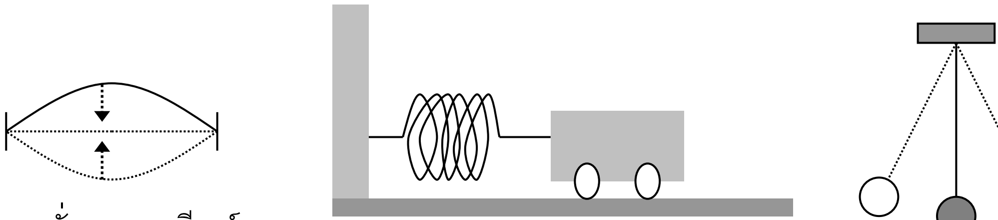
การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

เราได้ศึกษาการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวเส้นตรง การเคลื่อนที่ในแนวโค้ง (โพรเจกไทล์และวงกลม)มาแล้ว ในหัวข้อนี้จะศึกษาการเคลื่อนที่แบบสั่นและแบบแกว่ง เช่น การสั่นของสายกีตาร์ การสั่นของสปริง การแกว่งของลูกตุ้ม การแกว่งของชิงช้า วัตถุเหล่านี้จะเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิมหลายครั้ง โดยขณะเคลื่อนที่ออกไปถึงตำแหน่งหนึ่ง ก็จะหยุดชั่วขณะ แล้วก็จะเคลื่อนที่กลับไปสู่อีกทางหนึ่ง และเมื่อถึงอีกตำแหน่งหนึ่ง ก็จะหยุดชั่วขณะแล้วเคลื่อนที่กลับไปอีกทางหนึ่ง และเป็นอย่างนี้หลายครั้งจนในที่สุด ก็จะหยุดเพราะมีแรงต้านการเคลื่อนที่ตลอดเวลา ดังรูป 1. โดยเรียกการเคลื่อนที่แบบนี้ว่า การเคลื่อนที่แบบสั่น (oscillatory motion)



การสั่นของสายกีตาร์ การสั่นของสปริง การแกว่งของลูกตุ้ม

รูป 1. การเคลื่อนที่แบบสั่น

การเคลื่อนที่ใดๆ ซึ่งเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิม โดยผ่านตำแหน่งสมดุลและคาบของการเคลื่อนที่คงตัว เรียกว่า **การเคลื่อนแบบพีริออดิก** (periodic motion) **หรือ เรียกว่า การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย** ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่แบบพีริออดิกอย่างหนึ่งที่มีค่าความถี่คงที่แน่นอนค่าเดียว เรียกย่อๆว่า SHM (Simple Harmonic Motion)

ปริมาณต่าง ๆ ที่สำคัญของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (SHM) คือ

1. **แอมพลิจูด** (Amplitude , A) คือ ขนาดของการกระจัดของวัตถุที่วัดจากตำแหน่งสมดุลถึงจุดปลายทั้งสองข้าง ซึ่งมีค่ามากที่สุดและมีค่าคงที่เสมอ

2. **คาบ** (period , T) คือ ช่วงเวลาที่วัตถุเคลื่อนที่ครบหนึ่งรอบ มีหน่วยเป็นวินาทีต่อรอบ หรือ วินาที

3. **ความถี่** (frequency , f) คือ จำนวนรอบที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นรอบต่อ**วิ**นาที หรือ เฮิรตซ์ (Hz)

การกระจัดทาง X ในรูปฟังก์ชันของเวลา t ของ SHM โดยทั่วไปเขียนเป็นสมการได้เป็น

$$x = x_m \cos(\omega t + \phi) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

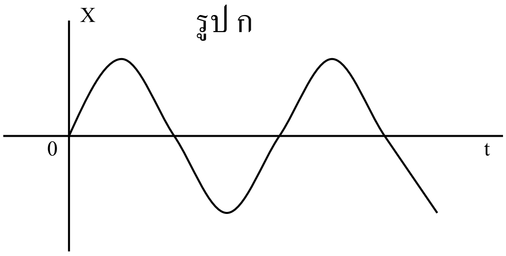
ซึ่ง x_m , ω และ ϕ เป็นค่าคงตัว

X_m **เป็น การกระจัดสูงสุด** คือ แอมพลิจูด

ω **เป็นความถี่เชิงมุม หรือ อัตราเร็วเชิงมุม** คือ มุมที่กวาดไปได้ในหนึ่งหน่วยเวลา

ϕ **เป็น เฟส** (phase , ϕ) คือ ค่าตำแหน่งเริ่มต้นของการเคลื่อนที่ซ้ำทางเดิม

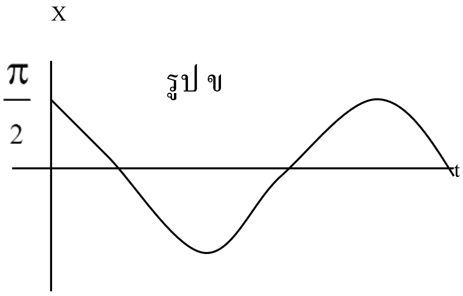
การเคลื่อนที่ของวัตถุในลักษณะนี้ จะเป็นรูปไซน์หรือโคไซน์ ขึ้นอยู่กับค่า ϕ เริ่มต้น เช่น



จากรูป ก ค่า ϕ เริ่มต้น คือ $\frac{\pi}{2}$ ก็เป็นรูปไซน์
เมื่อเทียบกับสมการ (1)

$$x = x_m \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

จะได้ $x = x_m \sin \omega t$ รูปไซน์



จากรูป ข ค่า ϕ เริ่มต้น คือ 0 ก็เป็นรูปโคไซน์
เมื่อเทียบกับสมการ (1)

$$x = x_m \cos(\omega t + 0)$$

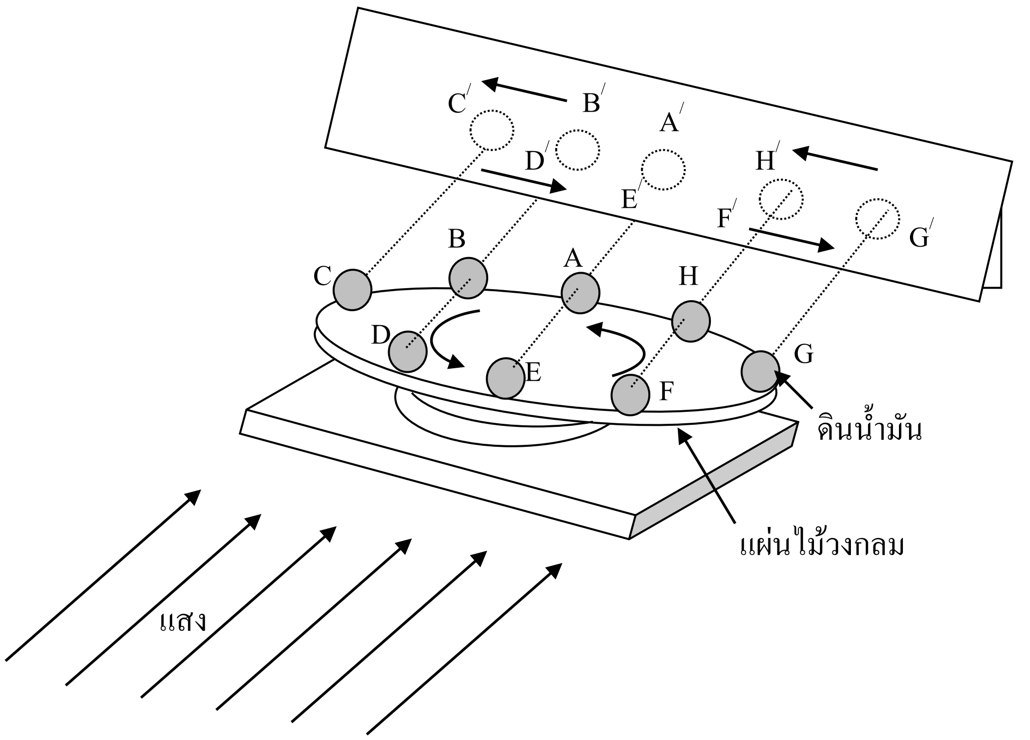
จะได้ $x = x_m \cos \omega t$ รูปโคไซน์

ดังนั้นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จึงอาจจะเขียนได้ในรูป

$x = A \sin \omega t$, เมื่อ $x_m = A$ (การกระจัดสูงสุด คือ แอมพลิจูด)

สรุปได้ว่า สำหรับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย คือการเคลื่อนที่ซึ่งมีการกระจัดเป็นฟังก์ชันของเวลา และเป็นฟังก์ชันรูปไซน์ หรือ เป็นฟังก์ชันรูปโคไซน์

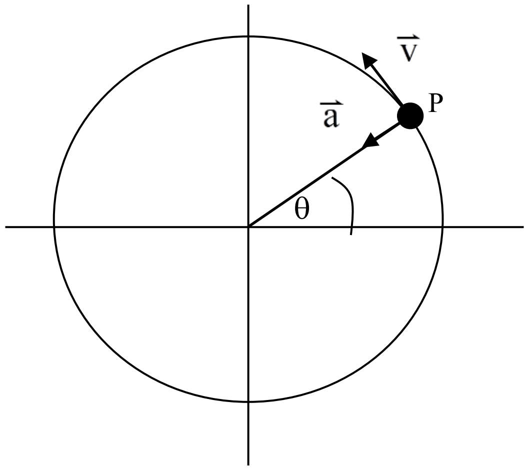
การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเทียบกับการเคลื่อนที่เป็นวงกลม



รูป 2. การฉายแสงผ่านวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม ปรากฏเงาบนฉากเป็น SHM

ถ้านำดินน้ำมันก้อนโตพอเหมาะ ติดไว้ที่ขอบวงล้อกลมหรือแผ่นไม้วงกลมซึ่งหมุนได้คล่องในแนวระดับ เมื่อหมุนวงล้อให้มีอัตราเร็วสม่ำเสมอ ดินน้ำมันจะเคลื่อนที่ในแนววงกลมด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอด้วย เมื่อฉายลำแสงขนานในแนวระดับไปที่ดินน้ำมัน ดังรูป 2. เงาของดินน้ำมันจะปรากฏบนฉากข้างหลัง โดยการเคลื่อนที่ของเงาจะกลับไปกลับมาในแนวตรงเป็นแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

เงาบนฉากของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม ก็เหมือนกับการคิดองค์ประกอบทาง x ของการเคลื่อนที่ของจุด ๆ หนึ่งเป็นวงกลมระนาบ xy ดังรูป 3. ให้จุดหนึ่งเคลื่อนที่มาแล้วเป็นเวลา t จากจุดตั้งต้นบนแกน x ถึงตำแหน่งที่ทำมุม θ โดยเคลื่อนที่เป็นวงกลมที่มีอัตราเร็วสม่ำเสมอ ดังนั้น $\theta = \omega t$ ถ้าวงกลมมีรัศมี R จะมี



รูป 3. จุด P เคลื่อนที่เป็นวงกลมอย่างสม่ำเสมอบนระนาบ xy

องค์ประกอบของตำแหน่งบนแกน x คือ

$x = R\cos\theta = R\cos\omega t$ ....****

องค์ประกอบของความเร็วบนแกน x คือ

$v_x = -v\sin\theta = -\omega R\sin\omega t$ ....****

องค์ประกอบของความเร่งบนแกน x คือ

$a_x = -a\cos\theta = -\omega^2 R\cos\omega t$ ....****

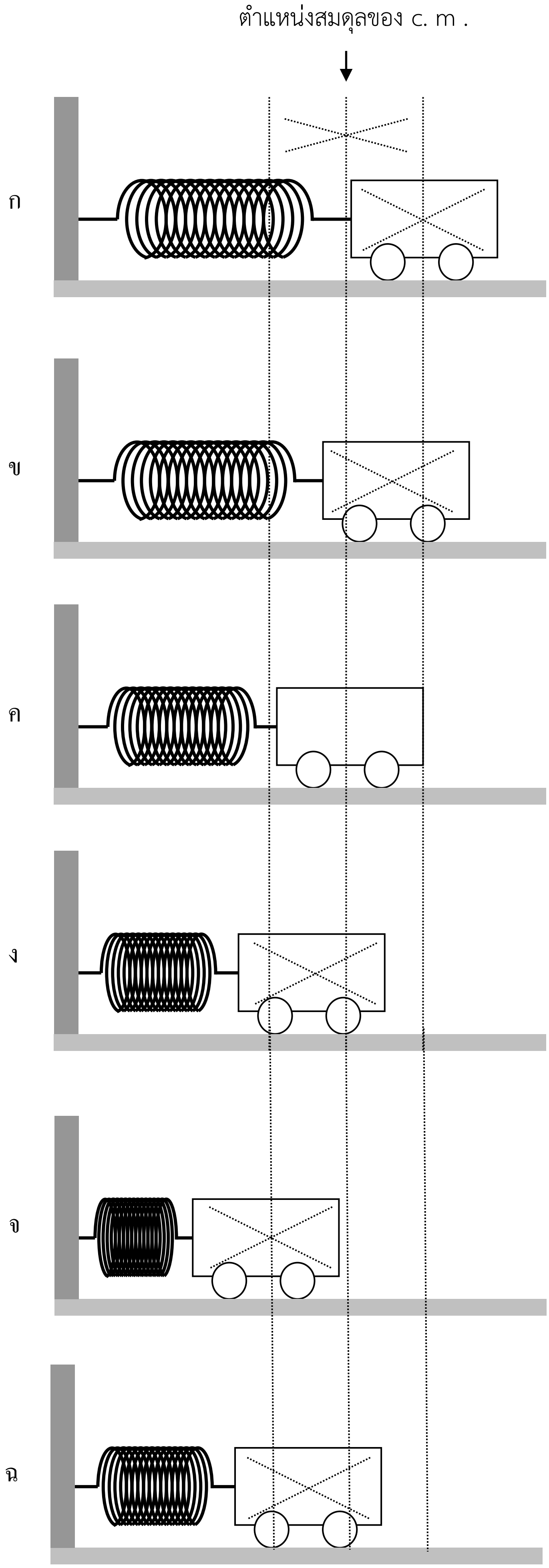
หรือ $a_x = -\omega^2 x$ ....****

จาก สมการ $a_x = -\omega^2 x$ แสดงลักษณะสำคัญประการหนึ่งของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย คือ การมีความเร่งเป็นปฏิภาคกับการกระจัดแต่มีทิศตรงข้าม เนื่องจาก ω^2 มีค่าคงตัว ทั้งนี้ทิศของความเร่งจะเป็นทิศเดียวกับแรง และแรงจะต้องเป็นแรงเข้าหาจุดสมดุลในขณะที่การกระจัดมีทิศออกไปจากสมดุล

การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุติดปลายสปริง ถ้านำปลายหนึ่งของสปริงยึดติดกับผนัง ส่วนอีกปลายหนึ่งยึดติดกับรถทดลองซึ่งอยู่บนพื้นราบที่มีแรงเสียดทาน แต่รถทดลองมีล้อที่มีแรงเสียดทานน้อยมาก จัดสปริงให้ขนานกับพื้นและรถทดลองอยู่นิ่ง ตำแหน่งเริ่มต้นของรถทดลองขณะนี้ เรียกว่า **ตำแหน่งสมดุล** ดังรูป 4 ค.

เมื่อดึงรถทดลองให้สปริงยืดและรถออกจากตำแหน่งสมดุลเป็นระยะ A จะได้การกระจัดของรถทดลองมีค่า A และมีแรง $\vec{F}$ ของสปริงดึงรถทดลองไปทางซ้าย ดังรูป 4 ก. แรงนี้เรียกว่า **แรงดึงกลับ** (restoring force) มีค่าตาม $\vec{F} = -k\vec{x}$ ซึ่งแสดงว่าขนาดของแรงดึงกลับแปรผันตรงกับระยะยืดหรือหดของสปริงหรือขนาดการกระจัด แต่แรงดึงกลับ $\vec{F}$ มีทิศตรงข้ามกับการกระจัด $\vec{x}$ โดย k เป็นค่าคงตัวของสปริง

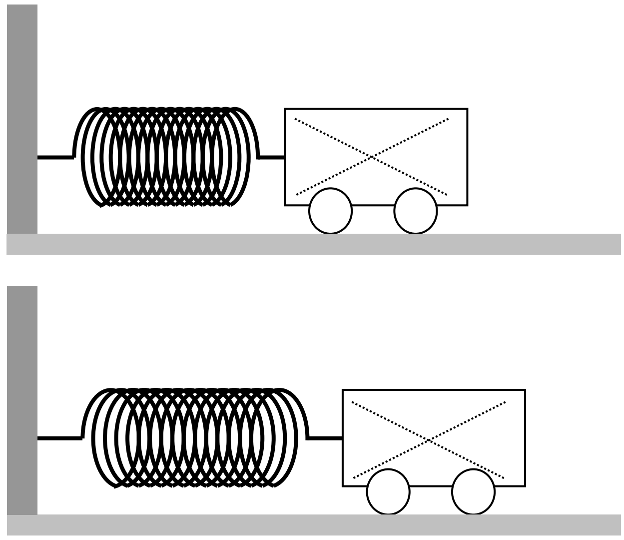
เมื่อปล่อยมือ แรง $\vec{F}$ จะดึงรถทดลองเคลื่อนที่กลับไปทางซ้ายเข้าหาตำแหน่งสมดุลด้วยความเร่ง $\vec{a}$ ทำให้ความเร็วมีขนาดเพิ่มขึ้นและมีทิศไปทางซ้าย ขนาดของแรง $\vec{F}$ จะลดลง เพราะขนาดการกระจัด $\vec{x}$ ลดลง การเคลื่อนที่เป็นแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อรถทดลองเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งสมดุล ขนาดของการกระจัด $\vec{x}$ เป็นศูนย์ ขนาดของ $\vec{F}$ และ $\vec{a}$ ก็เป็นศูนย์แต่ความเร็ว $\vec{v}$ ของรถทดลองจะมีค่ามากที่สุดและมีทิศไปทางซ้าย ดังรูป 4 ค. จากนั้นรถทดลองจะเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งสมดุลไปทางซ้ายต่อไปอีก และอัดลวดสปริงให้หดสั้น ลวดสปริงก็จะออกแรง $\vec{F}$ มีทิศไปทางขวาต้านการเคลื่อนที่ของรถทดลอง ในขณะนี้รถทดลองจะเคลื่อนที่ของรถทดลอง ในขณะนี้รถทดลองจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง



$\vec{a}$ ทีมีทิศไปทางขวาทำให้ความเร็วรถทดลองลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งความเร็วเป็นศูนย์ ขณะนี้รถทดลองมีการกระจัด – A ดังรูป 4 จ. แล้วเคลื่อนที่ต่อไปดังรูป ซึงการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เราอาจเขียนกราฟของการกระจัดกับเวลาของการเคลื่อนที่ของรถทดลองในรูป 4. ได้ดังกราฟ รูป 5

ช

ซ



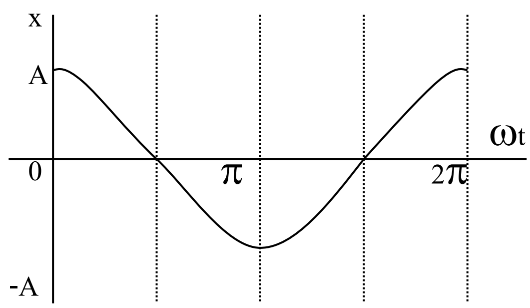
รูป 4. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของรถติดสปริง

เมื่อพิจารณาการเคลื่อนที่ของรถทดลองติดปลายสปริงที่เคลื่อนที่ แรงสปริงกระทำต่อรถทดลองจะมีค่าเป็น $\vec{F} = -k\vec{x}$ ถ้าให้ m เป็นมวลของรถทดลอง และ $\vec{a}$ เป็นความเร่งของรถทดลอง จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน จะได้

$$F = ma$$

$$-kx = ma$$

และ $$a = -\frac{k}{m}x$$



รูป 5. กราฟของการกระจัดกับเวลาสำหรับหนึ่งรอบของการเคลื่อนที่

นั่นคือ การเคลื่อนที่ของรถทดลองติดสปริงเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเช่นเดียวกับการเคลื่อนที่ของเงาของดินน้ำมัน มีความเร่งแปรผันตรงกับการกระจัด แต่มีทิศตรงกันข้าม

เทียบสมการ $a = -\frac{k}{m}x$ กับสมการ $a_x = -\omega^2 x$ จะได้ว่า

$$-\frac{k}{m}x = -\omega^2 x$$

ดังนั้น $$\omega^2 = \frac{k}{m}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$ ……………………****

ความถี่เชิงมุมของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย มีความสัมพันธ์กับค่าคงตัวของสปริง และมวลของวัตถุที่ติดกับสปริงดังสมการ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

ตัวอย่าง มวล 4 กิโลกรัมติดกับปลายลวดสปริงดึงสปริงให้ยืดออก แล้วปล่อยให้วัตถุเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย บนพื้นราบเกลี้ยง เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ครบ 1 รอบใช้เวลา 1 วินาที จงหาค่านิจของสปริงนี้

วิธีทำ จาก $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$, เมื่อ $\omega = \frac{2\pi}{T}$

จะได้ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

ดังนั้น $k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = \frac{4(3.14)^2(4\text{ kg})}{(1\text{ s})^2} = 157.75$ kg/s^2

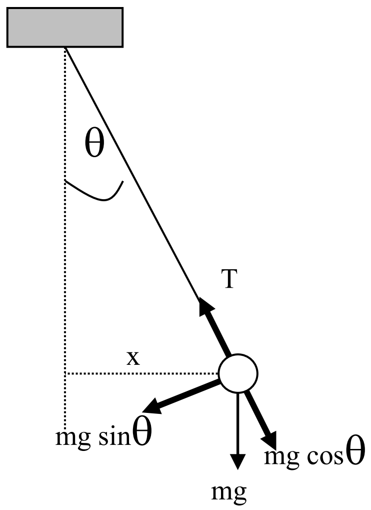
ตอบ ค่านิจของสปริงเท่ากับ 157.75 กิโลกรัมต่อวินาทียกกำลังสอง

การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย

ลูกตุ้มอย่างง่ายคือ ลูกตุ้มที่ประกอบด้วยมวลขนาดเล็ก ตามอุดมคติเป็นจุด แขวนที่ปลายด้ายหรือเชือกอ่อน โดยธรรมชาติวัตถุแขวนห้อยในแนวดิ่งเป็นตำแหน่งสมดุล เมื่อดึงวัตถุให้เอียงทำมุมเล็กๆ กับแนวดิ่งแล้วปล่อยให้วัตถุเคลื่อนที่แกว่งกลับไปมา ซึ่งจะพิจารณาได้ว่าเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

ถ้าแกว่งลูกตุ้มมวล m ผูกกับเส้นเชือกยาว L เอียงเป็นมุม θ เรเดียนกับแนวดิ่ง

ลูกตุ้มมวล m จะมีแรงสองแรงกระทำต่อมวล m คือ น้ำหนักของลูกตุ้ม mg และแรงในเส้นเชือก T ซึ่งทำมุม θ เรเดียนกับแนวดิ่ง ดังรูป 6. สองแรงนี้รวมกันได้แรงลัพธ์เป็น mg sinθ ตามแนวเส้นสัมผัสซึ่งตั้งฉากกับเส้นเชือก



รูป 6. ลูกตุ้มแกว่งทำมุม θ

เนื่องจากแรง mg สามารถคิดแยกออกเป็น 2 แรงในแนวตั้งฉากกัน ดังรูป จะเห็นว่าแรง mg sinθ เป็นแรงที่ดึงมวล m กลับสู่ตำแหน่งสมดุล ให้แรงนี้เป็นแรง F ขณะที่ mg cosθ มีขนาดเท่ากับ T ทำให้เชือกตึงยาวเท่าเดิม เมื่อคำนึงถึงทิศด้วย แรงลัพธ์ F คือ

$$F = -mg\sin\theta$$

ถ้ามุม θ เป็นมุมเล็กๆ การเคลื่อนที่โค้งประมาณได้ว่าเป็นเส้นตรง คือ การกระจัด x และ $\sin\theta = \frac{x}{L}$

จะได้ $F = -mg\frac{x}{L}$

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน $F = ma$

จะได้ $-mg\frac{x}{L} = ma$

$$a = -\frac{g}{L}x$$

จะเห็นว่า ความเร่งของลูกตุ้มแปรผันตรงกับการกระจัด และมีทิศตรงกันข้ามการแกว่งของลูกตุ้ม จึงเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายด้วย

เนื่องจากอัตราเร่งของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

คือ $a = -\omega^2 x$

ดังนั้น $-\omega^2 x = -\frac{g}{L}x$

$$\omega^2 = \frac{g}{L} \quad , \text{ และ } \quad \omega = 2\pi f$$

จะได้ $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$

และ $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

สมการ $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ อาจนับว่าเป็นสมการที่ทำนายคาบของลูกตุ้มอย่างง่ายจากที่ได้วิเคราะห์มาตามหลักการของการเคลื่อนที่ที่ต้องเป็นไปตามกฎของนิวตัน

สรุปการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จึงอาจจะเขียนได้ในรูปที่ซึ่งมีการกระจัดเป็นฟังก์ชันของเวลา

$x = A\cos\omega t$ ....*****

$v = \omega A\sin\omega t$ ....*****

$v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$ ....*****

$v_m = \omega A$ ....*****

$a = \omega^2 A\cos\omega t$ ....*****

$a = \omega^2 x$ ....*****

$a_m = \omega^2 A$ ....*****

ตัวอย่าง ลูกเหล็กทรงกลมมวล 1 กรัม แกว่งแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย มีแอมพลิจูด 2 มิลลิเมตร ความเร่งที่จุดปลายของการแกว่งมีค่า 8×10^3 เมตรต่อ(วินาที)^2

ก. จงหาความถี่ของการแกว่ง

ข. จงหาความเร็วที่จุดสมดุล

ค. จงหาความเร็วเมื่อวัตถุมีการกระจัด 1.2 มิลลิเมตร

ง. จงเขียนสมการแสดงแรงที่กระทำต่อลูกเหล็กทรงกลมให้เป็นฟังก์ชั่นของตำแหน่ง และเวลา

วิธีทำ ก. หาความถี่ของการแกว่ง

จาก $a_m = -\omega^2 A$

คิดเฉพาะขนาด $a_m = \omega^2 A$

$$\omega = \sqrt{\frac{a_m}{A}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{8\text{x}10^3\ \text{m/s}^2}{2\text{x}10^{-3}\ \text{m}}} = 2\text{x}10^3\ \text{rad/s} = 2{,}000\ \text{rad/s}$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{2000}{2\left(\frac{22}{7}\right)} = \frac{7000}{22} = 3.18\text{x}10^2\ \text{Hz}$$

ข. หาความเร็วที่จุดสมดุล

จาก $v_m = \omega A$

$$v = (2{,}000\ \text{rad / s})(2\text{x}10^{-3}\ \text{m})$$

$$v = 4\ \text{m/s}$$

ค. หาความเร็วเมื่อวัตถุมีการกระจัด 1.2 มิลลิเมตร

$$v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$$

$$v = (2{,}000\ \text{rad/s})\sqrt{(2\text{x}10^{-3}\ \text{m})^2 - (1.2\text{x}10^{-3}\ \text{m})^2}$$

$$v = 3.2\ \text{m/s}$$

ง. เขียนสมการแสดงแรงที่กระทำต่อลูกเหล็กทรงกลมให้เป็นฟังก์ชั่นของตำแหน่ง และเวลา

เขียนสมการแสดงแรงที่กระทำต่อลูกเหล็กทรงกลมให้เป็นฟังก์ชั่นของตำแหน่ง

จาก $F = ma$

$$F = m(-\omega^2 x)$$

$$F = -(1\text{x}10^{-3})(2{,}000)^2 x$$

$F = -4{,}000\ x$ ฟังก์ชั่นของตำแหน่ง

เขียนสมการแสดงแรงที่กระทำต่อลูกเหล็กทรงกลมให้เป็นฟังก์ชั่นของเวลา

จาก $F = ma$

$$F = m(-\omega^2 A\cos\omega t)$$

$$F = -(1\text{x}10^{-3})(2{,}000)^2(2\text{x}10^{-3})\cos 2{,}000t$$

$F = -8\cos 2{,}000t$ ฟังก์ชั่นของเวลา

แบบฝึกหัดเรื่องการเคลื่อนแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

1. จงอธิบายลักษณะของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย แล้วยกตัวอย่างในชีวิตประจำวันอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง...

....

2. จงเขียนสมการดังต่อไปนี้

คาบ(การแกว่งของลูกตุ้ม) ....

คาบ(มวลติดสปริง)..

ความถี่(การแกว่งของลูกตุ้ม) ....

ความถี่(มวลติดสปริง)..

3. จงทำเครื่องหมาย ☑ หน้าข้อที่เป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและ ☒ หน้าข้อที่ไม่ใช่การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก อย่างง่าย

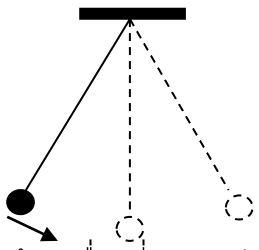
.... 1. แขวนลูกตุ้มด้วยเชือกในแนวดิ่ง ผลักลูกตุ้มให้แกว่งเป็นวงกลม โดยเส้นเชือกทำมุมคงตัวกับแนวดิ่ง

.... 2. แขวนลูกตุ้มด้วยเชือกในแนวดิ่ง ดึงลูกตุ้มออกมาจนเชือกทำมุมกับแนวดิ่งเล็กน้อยแล้วปล่อยมือ

.... 3. ผูกวัตถุกับปลายสปริงในแนวระดับ ตรึงอีกด้านของสปริงไว้ ดึงวัตถุให้สปริงยืดออกเล็กน้อยแล้วปล่อยมือ

.... 4. ผูกวัตถุกับปลายสปริงในแนวดิ่ง ตรึงอีกด้านของสปริงไว้ ดึงวัตถุให้สปริงยืดออกเล็กน้อยแล้วปล่อยมือ

4. การแกว่งที่ของลูกตุ้มจากจุด A ไป B ไป C แล้วกับมาที่จุด B ใช้เวลา 6 วินาที อยากทราบว่า คาบของลูกตุ้มเท่ากับเท่าไร



วิธีทำ ....

....

....

5. ลูกตุ้มเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายได้ 20 รอบ ใช้เวลา 4 วินาที ความถี่ในการแกว่งจะมีขนาดเท่าใด

วิธีทำ ....

....

....

6. จงเขียนเหตุการณ์ที่ทำให้การแกว่งของวัตถุที่ติดกับสปริงมีคาบของการแกว่งเท่ากับ 10 วินาที

....

....

7. จงเขียนเหตุการณ์ที่ทำให้การแกว่งของวัตถุที่ติดกับสปริงมีความถี่ของการแกว่งเท่ากับ 10 วินาที

....

....

แบบฝึกหัดเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

1.ถ้าความยาวของสายลูกตุ้มที่เคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิคเพิ่มขึ้น 0.2 % คาบของการแกว่งจะ

ก. เพิ่มขึ้น 0.1 % ข. เพิ่มขึ้น 0.2 % ค. เพิ่มขึ้น 0.4% ง. ลดลง 0.1 % จ. ลดลง0.2 %

2. ในการทดลองเพื่อหาความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (g) โดยใช้ลูกตุ้มซึ่งบันทึกความยาวของสายลูกตุ่ม (ℓ) และการแกว่ง (T) ค่า g สามารถหาได้จากความชันของกราฟระหว่าง

ก. T กับ $1/\ell$ ข. T กับ ℓ ค. T กับ ℓ^2 ง. T^2 กับ ℓ จ. Log T กับ log ℓ

3. ลูกตุ้มนาฬิกาอย่างง่ายยาว 1.5 m แกว่งได้ 100 รอบ ในเวลา 246 s ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง ณ ที่นั้นเป็นเท่าใด

ก. 0.248 m/s^2 ข. 3.115 m/s^2 ค. 4.829 m/s^2

ง. 9.785 m/s^2 จ. 24.072 m/s^2

4. มวล 0.01 kg ติดสปริงซึ่งตั้งไว้ในแนวดิ่ง ค่านิจสปริง 100 ถ้าทำให้เกิดการสั่นขึ้น -ลงของสปริงมวลนั้นจะสั้นด้วยความถี่เท่าใด

ก. 0.063 Hz ข. 0.63 Hz ค. 6.3 Hz ง. 1.59 Hz จ. 15.9 Hz

5. เมื่อแขวนน้ำหนักอันหนึ่งไว้กับขดสปริงที่ยาวและเบา ปรากฏว่าสปริงยืด 10 cm จงหาคาบเวลาการสั่นเมื่อดึงลงมาเล็กน้อยแล้วปล่อย

ก. 0.20 s ข. 0.31 s ค. 0.63 s ง. 1.26 s จ. 3.95 s

6. มอเตอร์ไฟฟ้ามวล 20kg ติดตั้งบนสปริง 4 ตัว แต่ละตังมีค่านิจสปริง 2500N/m คาบเวลาการสั่นของมอเตอร์ไฟฟ้าในแนวดิ่งเป็นเท่าใด

ก. 0.14 s ข. 0.16 s ค. 0.28 s ง. 0.56 s จ. 1.76 s

7.เหล็กสปริงแบนๆ ยาวพอสมควรถูกตรึงไว้กับที่ที่ปลายล่าง ส่วนที่ปลายบนมีลูกกลมมวล 2 kg ติดไว้เมื่อออกแรง 8 N สามารถดึงให้ลูกกลมโยกไปข้างหนึ่งได้ 20 cm คาบเวลาการสั่นของลูกกลมเป็นเท่าใดสมมติลูกกลมเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิค

ก. 0.44 s ข. 0.70 s ค. 1.40 s ง. 2.81 s จ. 8.83 s

8.กรอกปรอท 10 kg ลงในหลอดแก้วรูปตัว ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 cm ปรอทกระเพื่อมขั้นลงรอบตำแหน่งสมดุล คาบเวลาของการกระเพื่อมขึ้นลงเป็นเท่าใด กำหนดความหนาแน่น สัมพัทธ์ของปรอทเท่ากับ 13.6

ก. 0.54 s ข. 1.08 s ค. 3.58 s ง. 6.97 s จ. 21.34 s

9.อนุภาคหนึ่งเคลื่อนแบบซิมเปิลฮาร์โมนิค ด้วยแอมปลิจูด A และคาบเวลา T จงหาเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่จากจุดที่มีการกระจัด $\frac{A}{2}$ ไปยังจุดที่มีการกระจัด A

ก. T/12 ข. T/6 ค. T/4 ง. T/3 จ. T/2

10. อนุภาคหนึ่งเคลื่อนที่แบบซิมเปิลฮาร์โมนิคโดยมีแอมปลิจูดเท่ากับ 2 mm และความถี่ 100 Hz ขณะที่การกระจัดของอนุภาคเป็น 1 mm ความเร็วจะมีค่าเท่าใด

ก. 0.63 m/s ข. 1.09 m/s ค. 1.26 m/s ง. 10.9 m/s จ. 12.6 m/s

11. จากข้อ 10 ขณะที่การกระจัดของอนุภาคเป็น 1 mm ความเร่ง มีค่าเท่ากับ

ก. 39.5 m/s^2 ข. 62.8 m/s^2 ค. 79.0 m/s^2 ง. 394.8 m/s^2 จ. 789.6 m/s^2

สปริงเบา S_1, S_2 และ S_3 มีค่านิจสปริง K_1, K_2, K_3 ตามลำดับ

จงตอบคำถามข้อ 12-16

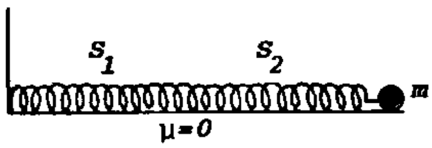
12. สปริง S_1 และ S_2 มีค่านิจ K_1 และ K_2 ตามลำดับ ผูกติดกับมวล m ดังรูป มวล m จะสั่นด้วยคาบเท่าใด

ก. $2\pi\sqrt{\frac{2m}{k_1+k_2}}$ ข. $2\pi\sqrt{\frac{m}{k_1+k_2}}$

ค. $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{k_1+k_2}}$ ง. $2\pi\sqrt{m(\frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2})}$

จ. $2\pi\sqrt{\frac{mk_1k_2}{k_1+k_2}}$

13. สปริง S_1 และ S_2 มีค่านิจ K_1 และ K_2 ตามลำดับ ผูกติดกัน แล้วผูกติดกับมวล m ดังรูป มวล m จะสั่น ด้วยคาบเวลาเท่าใด

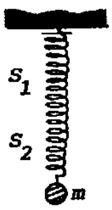


ก. $2\pi\sqrt{m\left(\frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2}\right)}$ ข. $2\pi\sqrt{\frac{m}{k_1+k_2}}$

ค. $2\pi\sqrt{\frac{mk_1k_2}{k_1+k_2}}$ ง. $2\pi\sqrt{2m/(k_1+k_2)}$

จ. $2\pi\sqrt{m/(k_1-k_2)}$

14. สปริง S_1 และ S_2 มีค่านิจ K_1 และ K_2 ตามลำดับ ผูกติดกัน แล้วผูกติดกับมวล m แขวนในแนวดิ่ง ดังรูป มวล m จะสั่นด้วยคาบเวลาเ

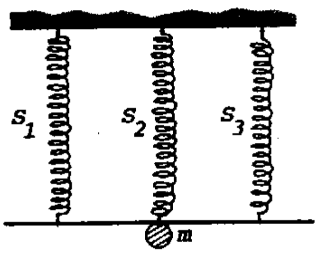


ก. $2\pi\sqrt{(k_1+k_2)m}$ ข. $2\pi\sqrt{m/(k_1+k_2)}$

ค. $2\pi\sqrt{2m/(k_1+k_2)}$ ง. $2\pi\sqrt{mk_1k_2/(k_1+k_2)}$

จ. $2\pi\sqrt{2m(\frac{1}{k_2}+\frac{1}{k_2})}$

15. สปริง S_1, S_2 และ S_3 มีค่านิจ K_1 , K_2 และ K_3 ตามลำดับ ผูกติดกับมวล m ดังรูป ค่านิจรวมของสปริงเท่ากับเท่าใด

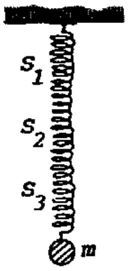


ก. $\frac{1}{3}(k_1+k_2+k_3)$ ข. $k_1+k_2+k_3$

ค. $\sqrt[3]{k_1.k_2.k_3}$ ง. $\frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2}+\frac{1}{k_3}$

จ. $1/\left(\frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2}+\frac{1}{k_3}\right)$

16.จากรูป ค่านิจรวมของสปริงทั้งสามเท่ากับเท่าใด ถ้า K_1 , K_2 และ K_3 เป็นค่านิจของสปริงทั้งสาม

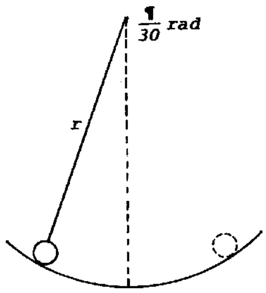


ก. $\frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2}+\frac{1}{k_3}$ ข. $1/\left(\frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2}+\frac{1}{k_3}\right)$

ค. $k_1+k_2+k_3$ ง. $\frac{1}{3}(k_1+k_2+k_3)$

จ. $\sqrt[3]{k_1.k_2.k_3}$

17.อนุภาคเคลื่อนที่บนผิวโค้งของภาชนะซึ่งเรียบลื่น โดยมีมุมที่รองรับแนวทางการเคลื่อนที่ที่จุดศูนกลางโตที่สุด $\frac{\pi}{15}\text{rad}$



ดังรูป จงหาความถี่ในการเคลื่อนที่ของอนุภาคนี้ ถ้า r = 10 m

ก. 0.16 Hz ข. 3.14 Hz

ค. 0.32 Hz ง. 6.28 Hz

จ. 1.57 Hz

18. มวล 60 g สั่นแบบซิมเปิอฮาโมนิก แอมปลิจูด 8 cm และคานเวลา 4 s พลังงานจลน์สูง สุดในระหว่างการเคลื่อนที่มีค่า

ก. 4.8×10^{-5} J ข. 4.74×10^{-4} J ค. $9..48\times10^{-4}$

ง. 7.52×10^{-3} J จ. 3.76×10^{-3} J

19. ลูกตุ้มของ Simple pendulum หนัก 0.500 N สายลูกตุ้มยาว 120 cm ความตึงในสายลูกตุ้มเท่ากับเท่าใด ในขณะที่ลูกตุ้มผ่านจะศูนย์กลางการสั่น กำหนดแอมปลิจูด 6 cm

ก. 0.500 N ข. 0.501 N ค. 0.510 N

ง. 0.750 N จ. 1.000 N

20. ข้อใดเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์นิกอย่างง่าย

ก. แกว่งลูกตุ้มเป็นวงกลม ข. มอร์เตอร์ไซไต่ถัง

ค. สปริงแกว่งกลับไปกลับมา ง. สปริงแกว่งเป็นวงกลม