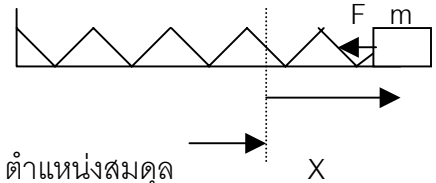
การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย(Simple Harmonic Motion, SHM)

1. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เป็นการเคลื่อนที่กลับไปกลับมา โดยแรงดึงกลับจะแปรผันตรงกับการกระจัดจากตำแหน่งสมดุล

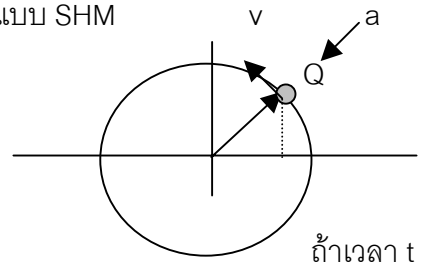
กรณีมวล m ติดปลายสปริง ที่มี k เป็นค่าคงตัว เคลื่อนที่แบบ SHM



จะได้ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, $T = \frac{1}{f}$

และ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

2. การเคลื่อนที่ของเงาของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบวงกลมที่มี ความเร็วเชิงมุมคงตัว (ω) เป็นการเคลื่อนที่แบบ SHM



$X = A\,\mathrm{Cos}\,\theta\ \cos^{-1}\theta$

$X = A\,\mathrm{Cos}(\omega t + \phi)$

เมื่อ เป็นมุมเฟส(phase angle)

ถ้าเวลา t = 0 โดยให้ $X = X_0$ แทนค่าในสมการ

จะได้ $X_0 = A\mathrm{Cos}\,\phi$

ถ้า $\phi = 0^0$ แล้ว $X_0 = +A$ วัตถุ Q เริ่มเคลื่อนที่ที่ +A

ถ้า $\phi = \pi$ แล้ว $X_0 = -A$ วัตถุ Q เริ่มเคลื่อนที่ที่ -A

ถ้า $\phi = \frac{\pi}{2}$ แล้ว $X_0 = 0$ วัตถุ Q เริ่มเคลื่อนที่ที่ตำแหน่ง origin

$V_X = -\omega A\,\mathrm{Sin}(\omega t + \phi)$, $a_X = -\omega^2 X = -\frac{k}{m}X$

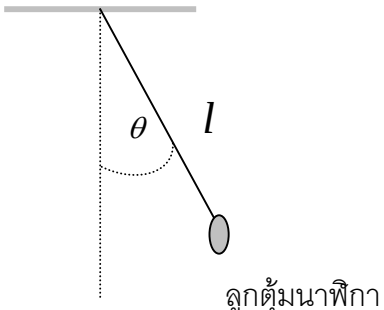
3. พลังงาน ในการเคลื่อนที่แบบ SHM : $E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kX^2 = \text{constant}$

ตัวอย่าง ออกแรงดึงสปริงขนาด 6.0 N **สปริงยืดออกเป็นระยะ** 0.030 m **นำมวล** 0.50 Kg ไปติดแทนตาชั่ง ดึงสปริงให้ยืดออก 0.02 m แล้วปล่อยวัตถุ จงหาค่า k ของสปริง และ ω , f , T ของการเคลื่อนที่แบบ SHM

วิธีทำ 1. $K = \frac{F}{X} = \frac{6.0N}{0.030m} = 200$ N/m 2. $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{200N/m}{0.50Kg}} = 20$ rad/s

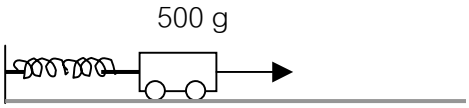
การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาอย่างง่าย(Simple Pendulum)

การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาที่ค่ามุมที่แนวของลูกตุ้มกระทำกับแนวดิ่งมีค่าน้อยมาก ประมาณได้ว่าลูกตุ้มนาฬิกามีการเคลื่อนที่แบบ SHM



จากรูปจะได้ว่า $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ เมื่อ $\theta \rightarrow 0$

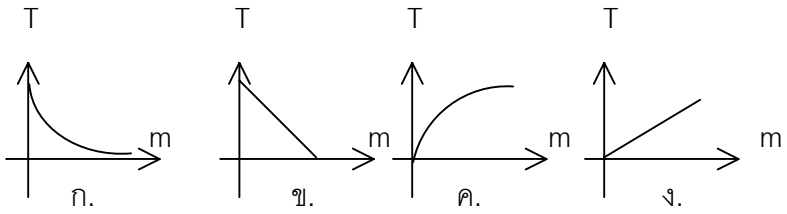
1. มวล m Kg แขวนอยู่ที่ปลายสปริงซึ่งห้อยในแนวดิ่ง ถูกดึงแล้วปล่อยให้สั่นขึ้นลงในแนวดิ่ง พบว่ามีการสั่น n รอบ/วินาที ถ้าเปลี่ยนมวลที่แขวนเป็นครึ่งหนึ่งของมวลเดิม แล้วปล่อยให้สั่นเช่นเดิม จะมีการสั่นเป็นเท่าใดในหน่วยรอบ/วินาที
2. แขวนลวดสปริงให้ปลายบนติดแน่นกับจุดคงที่ ปลายล่างมีมวล 4.0 kg แขวนอยู่ แล้วปล่อยให้สั่นขึ้นลงในแนวดิ่ง ปรากฏว่าวัดคาบการสั่นได้ 2.0 s ถ้านำมวล 2.0 kg มาแขวนแทนมวล 4.0 kg แล้วปล่อยให้สั่นขึ้นลง จะสั่นด้วยความถี่เท่าไร
3. แขวนมวล 100 g ที่ปลายหนึ่งของสปริงที่มีมวลน้อยมาก ดึงมวลจากตำแหน่งสมดุล10 cm แล้วปล่อย อัตราเร็วเชิงเส้นขณะเคลื่อนที่ผ่านสมดุลมีค่าเท่าใด ถ้าคาบของการแก่วงมีค่า 2 s
4. รถทดลองมวล 500 g ติดอยู่กับปลายสปริง ดังรูป เมื่อดึงมวลด้วยแรง 5 N ในทิศขนานกับพื้น จะทำให้สปริงยืดออก 10 cm เมื่อปล่อยรถจะเคลื่อนที่กลับไปกลับมาบนพื้นเกลี้ยงแบบซิมเปิลฮาร์มอนิกด้วยคาบเท่าใด



5. วัตถุชิ้นหนึ่งติดอยู่กับปลายข้างหนึ่งของสปริงซึ่งยาว 2 m และมีปลายข้างหนึ่งตรึงอยู่กับที่ ถ้าวัตถุชิ้นนี้วางอยู่บนพื้นราบเกลี้ยง และกำลังเคลื่อนที่แบบ SHM โดยมีความเร็วมากที่สุด 2 m/s และมีการกระจัดจากจุดสมดุลมากที่สุด 0.5 m อัตราเร็วเชิงมุมของการเคลื่อนที่นั้นเป็นเท่าใดในหน่วย rad/s

6. แขวนมวลอันหนึ่งติดกับสปริงแล้วปล่อยให้สั่นขึ้นลง โดยมีคาบการเคลื่อนที่ 1 s ถ้าวัตถุอยู่นิ่งแล้วปลดมวลออก สปริงจะหดสั้นกว่าตอนที่แขวนมวลเท่าใด

7. ออกแรง F กระทำต่อวัตถุมวล m ที่ปลายลวดสปริง ซึ่งแขวนไว้ในแนวดิ่ง ตามรูป ปล่อยให้มีการเคลื่อนที่แบบ SHM ความสัมพันธ์ระหว่างคาบของการแกว่ง(T) และมวล(m) เป็นไปตามกราฟรูปใด



เฉลย 1. $\sqrt{2}$ n 2. 0.707 Hz 3. 0.314 m/s 4. 0.63 s 5. 4 rad/s 6. g/4π^2 7. รูป ค.