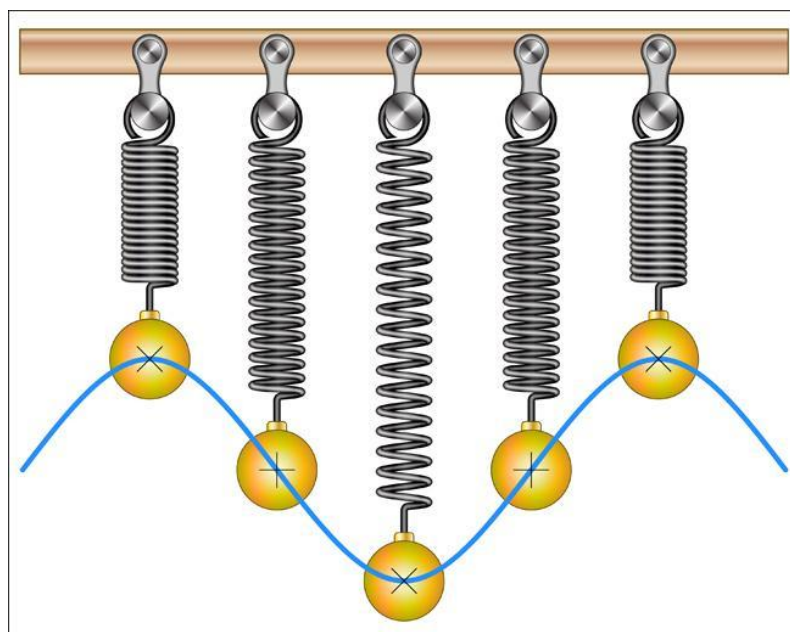


แบบฝึกหัด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

(Simple Harmonics Motion ; SHM)



ผู้สอน

นายปรมินทร์ แก้วดี

ชื่อ สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

สรุปแนวความคิดสำคัญ

การสั่น (vibration) หรือการแกว่งกวัด (oscillation) ทั้งสองคำนี้หมายถึงการเคลื่อนที่เดียวกัน การสั่นแบบที่ง่ายที่สุด คือ การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (simple harmonic motion) เป็นการเคลื่อนที่กลับไปมาซ้ำรอยเดิมผ่านตำแหน่งสมดุล (equilibrium position) มีคาบและแอมพลิจูดคงตัว

เมื่อฉายแสงให้ขนานกับระนาบการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบวงกลมด้วยอัตราเร็วเชิงมุมคงตัว เงามของวัตถุบนฉากจะเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำรอยเดิมในแนวตรงมีความเร่งเข้าสู่จุดสมดุลซึ่งเป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จากการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของเงากับการเคลื่อนที่แบบวงกลมของวัตถุสรุปเป็นสมการของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของเงาได้ดังนี้

การกระจัด	$x = A \sin(\omega t + \phi)$
ความเร็ว	$v = A\omega \cos(\omega t + \phi)$
ความเร่ง	$a = -A\omega^2 \sin(\omega t + \phi)$

ความเร่งแปรผันตรงกับการกระจัด แต่มีทิศตรงข้ามกัน สัมพันธ์กันตามสมการ $a = -\omega^2 x$ ส่วนความเร็วสัมพันธ์กับการกระจัดตามสมการ $v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$

การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุจะมีแรงที่ดึงวัตถุให้กลับมาที่ตำแหน่งสมดุล เรียกแรงนี้ว่า **แรงดึงกลับ (restoring force)** การสั่นของมวลติดปลายสปริงและการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่ายเป็นตัวอย่างของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

การสั่นของมวลติดปลายสปริง แรงดึงกลับเท่ากับ $-kx$ จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงตัวสปริง (k) มวลของวัตถุ (m) กับความถี่เชิงมุมตามสมการ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ และจากความสัมพันธ์ระหว่างความถี่เชิงมุมกับคาบและความถี่ จะได้

คาบ	$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$
ความถี่	$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$

ในทำนองเดียวกันนี้ของการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่ายแรงดึงกลับเท่ากับ $-mg \sin \theta$ เมื่อพิจารณากรณี $\theta < 10^\circ$ จะได้

ความถี่เชิงมุม	$\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$
คาบ	$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$

ความถี่

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

เมื่อให้วัตถุสั่นหรือแกว่งอย่างอิสระ เช่น การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายในวัตถุติดสปริงหรือลูกตุ้มอย่างง่าย วัตถุจะสั่นด้วยความถี่เฉพาะตัวค่าหนึ่ง เรียกว่า **ความถี่ธรรมชาติ** (natural frequency) เมื่อวัตถุถูกกระตุ้นต่อเนื่องให้สั่นอย่างอิสระด้วยแรงหรือพลังงานที่มีความถี่เท่ากับหรือใกล้เคียงกับความถี่ธรรมชาติของวัตถุ วัตถุนั้นจะสั่นด้วยความถี่ธรรมชาติของวัตถุนั้นและสั่นด้วยแอมพลิจูดที่มีค่ามาก เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า **การสั่นพ้อง** (resonance)

ความรู้เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ความถี่ธรรมชาติ และการสั่นพ้องนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ระบบต้านแผ่นดินไหวของตึกสูง การออกแบบสะพาน อาคาร และสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ

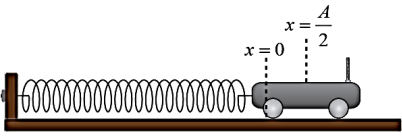
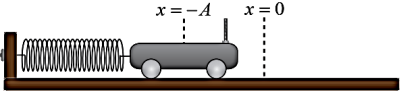
แบบฝึกหัด เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

- 1 การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายมีลักษณะอย่างไร
- 2 จงอธิบายตำแหน่งสมดุล
- 3 การเคลื่อนที่แบบวงกลมของลูกยาง การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย เป็นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายหรือไม่ เพราะเหตุใด
- 4 ถ้าวินาทีสั่นครบ 20 รอบ ในเวลา 40 วินาที จงหาความถี่และคาบของวินาที
- 5 จงหาคาบของการเคลื่อนที่ต่อไปนี้ (ในหน่วยวินาที)
 - ก. ซีพจรเต้น 29 ครั้ง ใน 20 วินาที
 - ข. เครื่องยนต์หมุน 3200 รอบต่อนาที
- 6 จงหาความถี่ของเหตุการณ์ต่อไปนี้ (ในหน่วยต่อวินาทีหรือเฮิรตซ์)
 - ก. สายซอสั่น 43 รอบ ใน 0.1 วินาที
 - ข. ไขควงเครื่องปั่นอาหารหมุน 13 000 รอบ ใน 1 นาที
- 7 คำนวณเครื่องเคาะสัญญาณเวลาทำให้เกิดจุดบนแถบกระดาษ 1200 จุด ใน 1 นาที คาบและความถี่ของคันเคาะมีค่าเท่าใด (ในหน่วยวินาที และต่อวินาทีหรือเฮิรตซ์ ตามลำดับ)

- 8 ขณะที่วัตถุสั่นแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ปริมาณใดที่มีทิศทางตรงข้ามกันเสมอ
- 9 วัตถุที่สั่นแบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายโดยมีแอมพลิจูดเท่ากับ A วัตถุจะเคลื่อนที่ได้ระยะทางเท่าใดในเวลา 1 คาบ
- 10 จงอธิบายรายละเอียดของปริมาณต่าง ๆ ในสมการการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
$$x = A \sin(\omega t + \phi)$$
- 11 มุมเฟสและเฟสเริ่มต้น ต่างกันอย่างไร และมีความสำคัญอย่างไร
- 12 วัตถุเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย มีแอมพลิจูด 30 เซนติเมตร มีคาบการเคลื่อนที่ 4 วินาที อัตราเร็วสูงสุดของการเคลื่อนที่มีค่าเท่าใด
- 13 วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายด้วยความถี่ 30 รอบต่อวินาที มีขนาดการกระจัดสูงสุด 20 เซนติเมตร ความเร่งสูงสุดของวัตถุนี้มีค่าเท่าใด

14

จงเขียนสมการการกระจัดที่ขึ้นกับเวลาของวัตถุติดปลายสปริงที่เคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย มีตำแหน่งเริ่มต้นต่างกันในตาราง กำหนดให้ ความถี่เชิงมุมเท่ากับ ω แอมพลิจูด เท่ากับ A

รูปแสดงตำแหน่งเริ่มต้นที่ $t = 0$		เฟสเริ่มต้น (ϕ)	สมการการกระจัด
ก.			
ข.			

15

วัตถุเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ด้วยความถี่ 5 รอบต่อวินาที

ก. เมื่อเวลาผ่านไป 2 วินาที วัตถุอยู่ในมุมเฟสต่างจากเดิมเท่าใด

ข. เมื่อวัตถุอยู่ในเฟสต่างจากเดิม $\frac{21\pi}{2}$ เรเดียน วัตถุเคลื่อนที่ได้กี่รอบ

ค. วัตถุใช้เวลาเท่าใด จึงจะอยู่ในเฟสต่างไปจากเดิม 4π เรเดียน

16

วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายรอบจุดสมดุล O โดยมีอัตราเร็วสูงสุด

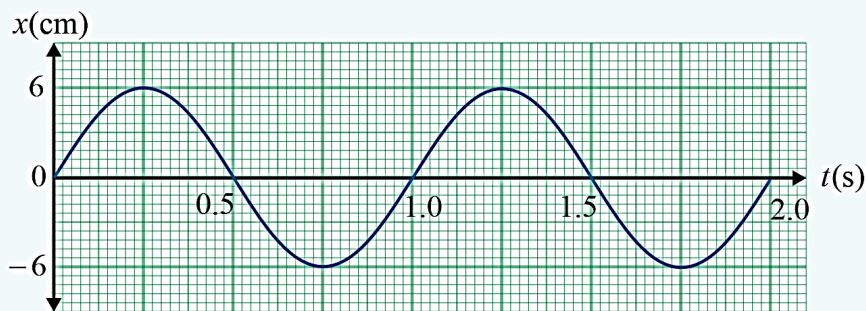
5.0 เซนติเมตรต่อวินาที และมีคาบการสั่นเท่ากับ 4π วินาที ขณะที่วัตถุมีอัตราเร็ว

3.0 เซนติเมตรต่อวินาที วัตถุอยู่ห่างจากจุดสมดุล O เป็นระยะกี่เซนติเมตร

17 แขนงมวล 4.9 กิโลกรัมกับสปริง แล้วปล่อยให้สั่นขึ้นลง วัดคาบของการสั่นได้ 0.5 วินาที ถ้า แขนงมวล 4.9 กิโลกรัมออก สปริงจะสั้นกว่าตอนที่แขนงมวลอยู่เท่าใด

18 เมื่อนำมวล 0.5 กิโลกรัม แขนงกับปลายสปริงในแนวตั้ง ทำให้สปริงมีความยาวเพิ่มขึ้น 4.9 เซนติเมตร ถ้าทำให้มวลติดสปริงสั้นในแนวตั้งจะสั้นได้กี่รอบในเวลา 1 วินาที (ให้คำตอบ ติดค่า π)

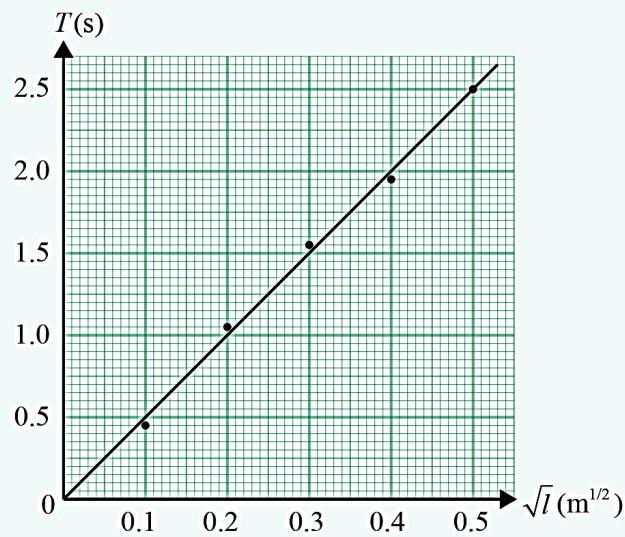
19 จากรูป เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดกับเวลาของการเคลื่อนที่ของวัตถุมวล 50.0 กรัม ซึ่งติดไว้กับปลายข้างหนึ่งของลวดสปริงเบา ถ้าไม่คิดแรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุ และลวดสปริง ค่าคงตัวของลวดสปริงมีค่าเท่าใดในหน่วยนิวตันต่อเมตร



20 ลูกเหล็กทรงกลมมวล 1 กรัม แกว่งแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย มีแอมพลิจูด 2 มิลลิเมตร ความเร่งที่จุดปลายของการแกว่งมีค่า 8×10^3 เมตรต่อวินาที²

- ก. จงหาความถี่ของการแกว่ง
- ข. จงหาความเร็วที่จุดสมดุล
- ค. จงเขียนสมการแสดงแรงที่กระทำต่อให้ลูกเหล็กทรงกลมให้เป็นฟังก์ชันของตำแหน่งและเวลา

- 21 จากรูป เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคาบการแกว่งของลูกตุ้มกับรากที่สองของความยาวเชือกบนดาวดวงหนึ่ง ถ้าลูกตุ้มเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ค่าความเร่งโน้มถ่วงเนื่องจากดาวดวงนี้เป็นเท่าใด



- 22 จงหาความถี่ธรรมชาติของการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่ายที่ผูกติดกับเชือกเบาที่มีความยาว 50 เซนติเมตร

- 23 จงหาความถี่ธรรมชาติของวัตถุติดปลายสปริง เมื่อวัตถุมีมวล 0.1 กิโลกรัม และสปริงมีค่าคงตัวของสปริง 1000 นิวตันต่อเมตร

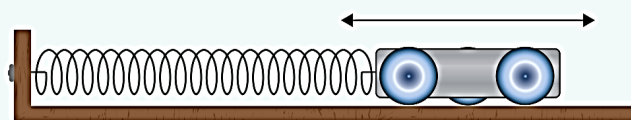
แบบฝึกหัดท้ายบท เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

1. ส้อมเสียงอันหนึ่งสั่น 5000 รอบในเวลา 20 วินาที คาบและความถี่ของส้อมเสียงมีค่าเท่าใด

2. ในการบันทึกภาพการกระพือปีกของนกชนิดหนึ่ง พบว่านกกระพือปีกด้วยความถี่ 20 เฮิรตซ์ คาบและความถี่เชิงมุมของการกระพือปีกเป็นเท่าใด

3. วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายตามแนวแกน x มีคาบการเคลื่อนที่เป็น 6 วินาที มีสมการการเคลื่อนที่เป็น $x = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$ เมื่อ A และ T เป็นค่าคงตัว t เป็นเวลา เวลาที่ใช้เคลื่อนที่จากตำแหน่ง $x = 0$ ไป $x = \frac{1}{2}A$ มีค่าเท่าใด

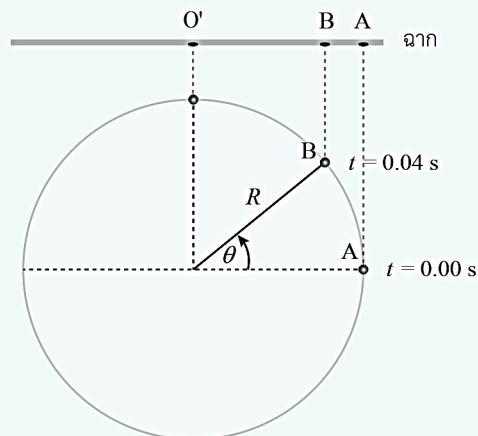
4. รถทดลองติดอยู่กับปลายข้างหนึ่งของสปริงที่วางบนพื้นราบลื่น ตรึงปลายอีกข้างของสปริงไว้ ดังรูป



รูป ประกอบปัญหาข้อ 4

ถ้ารถเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยมีแอมพลิจูด 0.4 เมตร และอัตราเร็วสูงสุดเป็น 2.0 เมตรต่อวินาที ในเวลา 10 วินาที รถวิ่งกลับไปกลับมาได้กี่รอบ (ให้คำตอบติดค่า π)

5. อนุภาคมวล 0.2 กิโลกรัม เคลื่อนที่เป็นวงกลมรัศมี 5.0 เซนติเมตร ด้วยอัตราเร็วเชิงมุมคงตัว 40π เรเดียนต่อวินาที ทำให้เงาของวัตถุบนฉากเคลื่อนที่กลับไปกลับมาแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย รอบจุด O' ถ้าวัตถุเริ่มเคลื่อนที่จากตำแหน่ง A ถึง B โดยใช้เวลา 0.04 วินาที ดังรูป



รูป ประกอบปัญหาข้อ 5

ขณะวัตถุอยู่ที่ตำแหน่ง B จงหาขนาดของ

- ก. การกระจัด
- ข. ความเร็ว
- ค. ความเร่ง

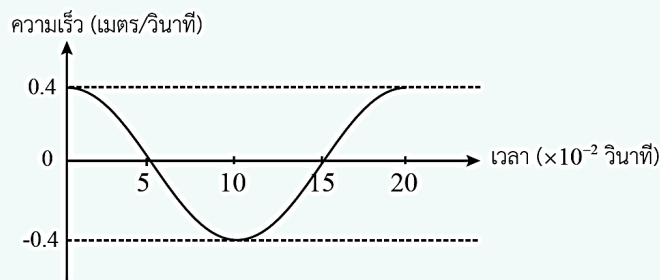
6. สมการการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของอนุภาคเป็น $x = (5.00 \text{ cm}) \cos\left(\frac{\pi}{60} t\right)$

เมื่อ x เป็นการกระจัดในหน่วย เซนติเมตร t เป็นช่วงเวลาการเคลื่อนที่ในหน่วย วินาที ที่เวลา $t = 10.0$ วินาที

- จงหา ก. การกระจัดของอนุภาค
 ข. ความเร็ว
 ค. ความเร่ง

7. อนุภาคหนึ่งเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย มีแอมพลิจูด 30 เซนติเมตร มีคาบการเคลื่อนที่ 4 วินาที อัตราเร็วสูงสุดของการเคลื่อนที่มีค่าเท่าใด

8. กราฟระหว่างความเร็วกับเวลาของอนุภาคหนึ่ง เป็นดังรูป



รูป ประกอบปัญหาข้อ 8

ที่เวลา 5×10^{-2} วินาที อนุภาคมีขนาดความเร่งเท่าใด (ให้คำตอบติดค่า π)

9. วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายด้วยแอมพลิจูด 2.00 เซนติเมตร ในแนวระดับ ความเร็วของวัตถุที่ตำแหน่งใดจากตำแหน่งสมดุลมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของความเร็วสูงสุด

10. รถทดลองติดยาลวดสปริงเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ด้วยแอมพลิจูด 15 เซนติเมตร และความถี่ 4 รอบต่อวินาที จงหาความเร็วสูงสุด และความเร่งสูงสุดของรถทดลอง

11. ลูกตุ้มมวล m ผูกเชือกยาว L แกว่งแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย มีคาบการแกว่งเป็น 2 วินาที ถ้าใช้ลูกตุ้มมวล $2m$ แกว่งแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ต้องการให้มีคาบการแกว่งเป็น 1 วินาที ต้องใช้เชือกยาวกี่เท่าของความยาว L

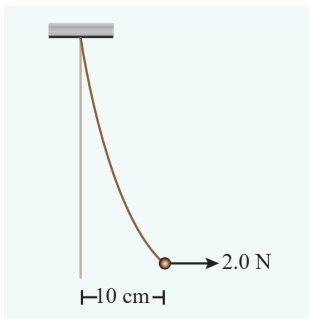
12. อนุภาคหนึ่งสั่นแบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายในแนวแกน y โดยมีการกระจัด ความเร็วและความเร่งของอนุภาค ดังสมการ $y = A \cos \omega t$ $v = -\omega A \sin \omega t$ และ $a = -\omega^2 A \cos \omega t$ ตามลำดับ
ก. กรอกรข้อมูลการกระจัด ความเร็วและความเร่งของอนุภาคที่มุมเฟสต่าง ๆ ลงในตารางต่อไปนี้

มุมเฟส ωt	การกระจัด y	ความเร็ว v	ความเร่ง a
0			
$\frac{\pi}{2}$			
π			
$\frac{3\pi}{2}$			
2π			

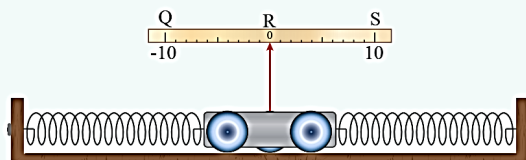
ข. เขียนกราฟระหว่างการกระจัดกับเวลา ความเร็วกับเวลา และความเร่งกับเวลา

13. แขนมวล 4.0 กิโลกรัมกับสปริงแล้วปล่อยให้สั่นขึ้นลงในแนวดิ่ง ปรากฏว่าวัดคาบการสั่นได้ 2.0 วินาที ถ้านำมวล 8.0 กิโลกรัม มาแขวนแทนมวล 4.0 กิโลกรัม แล้วปล่อยให้สั่นขึ้นลงจะสั่นด้วยความถี่เท่าใด

14. เมื่อออกแรง 2.0 นิวตัน ดึงปลายแผ่นสปริงของเครื่องชั่งมวล ปลายแผ่นสปริงเบนไปจากตำแหน่งสมดุล 10 เซนติเมตร ดังรูป ที่ปลายแผ่นสปริงติดมวล 0.3 กิโลกรัม ถ้าดึงให้ปลายแผ่นสปริงเบนไปจากตำแหน่งสมดุล 15 เซนติเมตร แล้วปล่อยมือ จงหา
- ค่าคงตัวสปริง
 - คาบของการสั่นของมวล
 - ขนาดความเร่งสูงสุดของมวล



15. รถทดลองมวล 2 กิโลกรัม ปลายทั้งสองยึดติดกับสปริงที่เหมือนกันทุกประการ ดังรูป รถเคลื่อนที่ระหว่างสปริงบนพื้นราบลื่น (ไม่คิดแรงเสียดทาน) ตอนบนของรถติดเข็มชี้ไว้และเข็มชี้จะเคลื่อนที่ระหว่างจุด Q กับ S เป็นแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย บนสเกลที่วัดเป็นเซนติเมตร มี R เป็นจุดสมดุล
- ณ เวลา $t = 0$ รถเริ่มเคลื่อนที่จากจุด Q ไปทางขวามือ ซึ่งมีเครื่องหมายบอก



รูป ประกอบปัญหาข้อ 16

- ถ้าคาบของการสั่นในหน่วยวินาทีเท่ากับ π แรงดึงกลับที่กระทำต่อรถในหน่วยนิวตันต่อเมตร ณ เวลา เริ่มต้น มีค่าเท่าใด
- ความเร็วของรถทดลองที่ตำแหน่ง S มีค่าเท่าใด ในหน่วยเมตรต่อวินาที

16. กล่องมวล m ติดอยู่กับปลายข้างหนึ่งของสปริงและอยู่บนพื้นลื่นระดับ มีคาบของการสั่น 4.0 วินาที ถ้านำวัตถุมวล 1.0 กิโลกรัม ไปวางบนกล่อง คาบการสั่นเป็น 5.0 วินาที จงหามวลของกล่อง

17. กล่องมวล m อยู่บนแผ่นราบที่กำลังสั่นแบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายในระนาบระดับ ด้วยความถี่ 2.0 เฮิรตซ์ ถ้ากล่องไม่ไถลบนแผ่นราบ จงหาการกระจัดสูงสุด กำหนดให้สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตระหว่างกล่องและแผ่นราบเท่ากับ 0.6

18. สมการการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุเป็น $x = (5.00 \text{ cm}) \cos(3t)$ เมื่อ x เป็นการกระจัด หน่วย เซนติเมตร t เป็นช่วงเวลาการเคลื่อนที่ หน่วย วินาที ที่เวลา $t = 10.0 \text{ s}$ จงหา

ก. การกระจัดของอนุภาค ข. ความเร็ว ค. ความเร่ง

19. วัตถุเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายด้วยความถี่ 5 รอบต่อวินาที ในแต่ละช่วงเวลา 1 วินาที วัตถุอยู่มีมุมเฟสต่างกันเท่าใด

20. ลูกเหล็กทรงกลมมวล 1 กรัม แกว่งแบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายมีแอมพลิจูด 2 มิลลิเมตร ความเร่งที่จุดปลายของการแกว่งมีค่า 8×10^3 เมตรต่อวินาที²

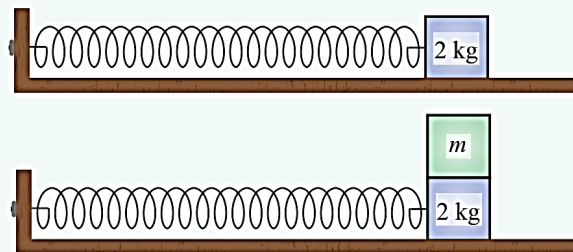
ก. จงหาความถี่ของการแกว่ง

ข. จงหาความเร็วที่จุดสมดุล

ค. จงเขียนสมการแสดงแรงที่กระทำต่อลูกเหล็กให้เป็นฟังก์ชันของตำแหน่งและฟังก์ชันของเวลา

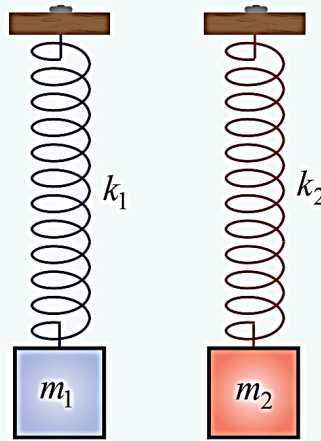
21. วัตถุเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายรอบจุดสมดุล O ที่อยู่ระหว่างตำแหน่ง A และ B โดยใช้เวลา 1 วินาที ในการเคลื่อนที่จากตำแหน่ง A ไป B ซึ่งอยู่ห่างกัน 20 เซนติเมตร ที่ตำแหน่ง A และ B วัตถุจะอยู่นิ่ง ขณะที่วัตถุผ่านตำแหน่ง C ซึ่งอยู่ห่างจาก O เป็นระยะ 6 เซนติเมตร วัตถุจะมีอัตราเร็วกี่เมตรต่อวินาที

22. มวล 2 กิโลกรัม ติดกับปลายลวดสปริง ดังรูป ก. ดึงสปริงให้ยืดออกแล้วปล่อยให้วัตถุเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย บนพื้นราบเกลี้ยง วัตถุเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ ใช้เวลา 1 วินาที ถ้ามีมวลวางทับมวล 2 กิโลกรัมเดิมดังรูป ข ทำให้วัตถุเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและครบ 1 รอบใช้เวลา 1.5 วินาที จงหามวล m



รูป ประกอบปัญหาท้าทายข้อ 22

23. สปริงสองเส้นมีมวลน้อยมาก ปลายด้านหนึ่งยึดติดกับเพดาน ปลายอีกด้านหนึ่งมีมวล m_1 และ m_2 ติดไว้ ดังรูป



รูป ประกอบปัญหาท้าทายข้อ 22

โดยค่าคงตัวสปริง k_1 เป็น 3 เท่าของค่าคงตัวสปริง k_2 และมวล m_1 เป็น 2 เท่าของมวล m_2 เมื่อออกแรงดึงมวล m_1 และ m_2 ให้สปริงยืดออกเล็กน้อยแล้วปล่อย มวล m_1 จะใช้เวลาในการสั่นครบรอบ เป็นกี่เท่าของมวล m_2

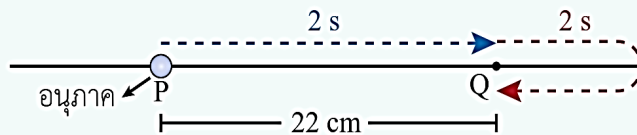
□

24. อนุภาคเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับเคลื่อนที่ได้ 10 รอบ ใช้เวลา 3 วินาที เงามของอนุภาคเคลื่อนที่เป็นแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยมีแอมพลิจูด 8.0 เซนติเมตร ณ ตำแหน่งที่งามของอนุภาคมีอัตราเร็วสูงสุด มีขนาดของการกระจัดเท่าใด และอัตราเร็วสูงสุดมีค่าเท่าใด

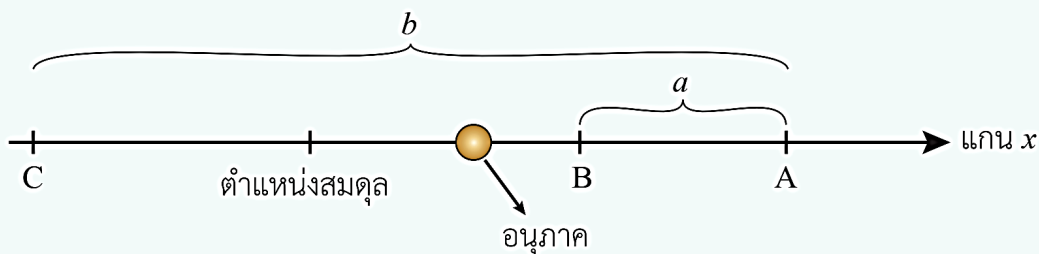
25. อนุภาคหนึ่งเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ด้วยความถี่ 3 รอบต่อวินาที ถ้าแอมพลิจูดของการเคลื่อนที่ 2 เซนติเมตร อัตราเร็วสูงสุดของการเคลื่อนที่มีค่าเท่าใด

26. วัตถุเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย มีแอมพลิจูด 10 เซนติเมตร มีความถี่ 2 รอบต่อวินาที ณ ตำแหน่งที่มีการกระจัด 7 เซนติเมตร วัตถุจะมีความเร่งเท่าใด

27. อนุภาคหนึ่งเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยใช้เวลา 2 วินาทีในการเคลื่อนที่ผ่านจุด P ไป Q ซึ่งอยู่ห่างกัน 22.0 เซนติเมตร ขณะผ่าน P และ Q อนุภาคมีอัตราเร็วเท่ากัน อีก 2 วินาทีต่อมาวัตถุเคลื่อนที่กลับมาที่ Q จงหาคาบและแอมพลิจูดของการเคลื่อนที่



28. A B C เป็นจุดบนเส้นตรงเส้นหนึ่ง อนุภาคหนึ่งเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายที่ตำแหน่ง B และ C อนุภาคจะอยู่นิ่งโดยจุด B และ C อยู่ห่างจาก A เป็นระยะ a และ b ตามลำดับ ที่จุดกึ่งกลางของ B และ C อนุภาคมีความเร็ว v จงแสดงให้เห็นว่า คาบของการเคลื่อนที่มีค่าเท่ากับ $\frac{\pi(b-a)}{v}$



29. ล้อวงกลมอันหนึ่งมีรัศมี 0.3 เมตร ที่ขอบล้อติดวัตถุไว้ก้อนหนึ่ง ล้อหมุนด้วยความถี่ 0.5 รอบต่อวินาที รอบแกนหมุนในแนวแกนซึ่งอยู่กับที่ ขณะนั้นมีแสงแดดตกตั้งฉากกับพื้นโลก ทำให้เงาของวัตถุเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
- ก. คาบของการเคลื่อนที่ของเงามีค่าเท่าใด
 - ข. ความถี่ของการเคลื่อนที่ของเงามีค่าเท่าใด
 - ค. แอมพลิจูดของการเคลื่อนที่ของเงามีค่าเท่าใด
 - ง. จงเขียนสมการแสดงการกระจัดในการเคลื่อนที่ ณ เวลาต่าง ๆ กำหนดให้มุมเฟสเริ่มต้นเป็นศูนย์

30. เชือกเส้นที่หนึ่งยาว L เชือกเส้นที่สองยาว $2L$ ต่างมีมวลติดที่ปลายเชือก เมื่อทำให้มวลแกว่งแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ถ้าอัตราเร็วสูงสุดของมวลที่ปลายเชือกทั้งสองมีค่าเท่ากัน แอมพลิจูดของมวลที่ปลายของเชือกเส้นที่หนึ่งเป็นกี่เท่าของเส้นที่สอง

31. การกระจัดของอนุภาคหนึ่งที่เคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เป็นฟังก์ชันของเวลาดังสมการ

$$x = (2 \text{ m}) \sin(3\pi t + \frac{\pi}{4}) \text{ จงหา}$$

ก. การกระจัดที่เวลา $t = 2.0 \text{ s}$

ข. มุมเฟสที่เวลา $t = 2.0 \text{ s}$

ค. ความเร่งสูงสุด

ง. สมการความเร็วที่เวลา t

จ. สมการความเร่งที่เวลา t

32. อนุภาคหนึ่งมีการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายรอบจุด $x = 0$ ที่เวลา $t = 0$ อนุภาคมีการกระจัด 0.02 เมตร และความเร็วเป็นศูนย์ ถ้าความถี่ของการเคลื่อนที่ 0.25 เฮิรตซ์ จงหา

ก. คาบ ข. ความถี่เชิงมุม ค. แอมพลิจูด ง. อัตราเร็วสูงสุด จ. อัตราเร็วที่เวลา $t = 3.0 \text{ s}$

33. อนุภาคหนึ่งเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย มีการกระจัดดังสมการ

$$y = (1.0 \text{ m}) \cos(10t - \frac{\pi}{6}) \text{ จงหา}$$

- ก. ความถี่ ข. การกระจัดสูงสุด ค. ความเร็วสูงสุด ง. ความเร่งสูงสุด
จ. การกระจัด ความเร็วและความเร่งที่เวลา $t = 2.0 \text{ s}$