ฟิสิกส์ พิชิต PAT 2

(การเคลื่อนที่แบบวงกลม)

อ. วิษณุวัฒน์ วินุราช

(พี่อั้ม)

การเคลื่อนที่แบบวงกลม

■ **<u>หลักการคำนวณเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม</u>**

1. เขียนแรงที่กระทำกับวัตถุ
2. แตกแรงสู่ 2 แนว คือ แนวรัศมี และแนวตั้งฉากกับรัศมี
3. เข้าสมการโดย

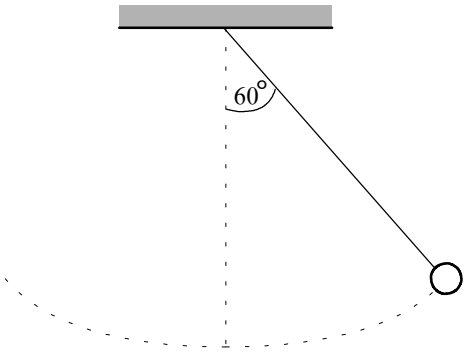
<u>แนวรัศมี</u>ใช้สมการ $F_c = ma_c$

<u>แนวตั้งฉากกับรัศมี</u>ใช้สมการ $\Sigma F = 0$ หรือ $\Sigma F = ma$

** แรงชี้เข้า คือ แรงที่มีทิศพุ่งเข้าหาจุดศูนย์กลาง
แรงชี้ออก คือ แรงที่มีทิศพุ่งออกจากจุดศูนย์กลาง

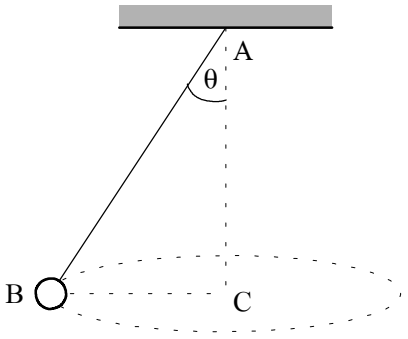
Problems

1. วัตถุก้อนหนึ่งมีมวล 0.2 กิโลกรัม ผูกกับเชือกยาว 40 เซนติเมตร แกว่งแบบลูกตุ้มนาฬิกา จงหาแรงตึงเชือกขณะวัตถุมีอัตราเร็ว 2 เมตรต่อวินาทีและเชือกทำมุม 60° กับแนวดิ่ง กำหนด g = 10 เมตรต่อวินาที^{2}



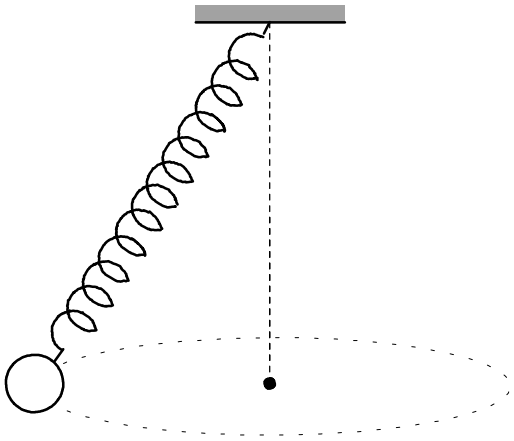
1. 1 N
2. 2 N
3. 3 N
4. 8 N

2. วัตถุผูกติดปลายเชือก แล้วแกว่งเป็นวงกลมตามแนวราบด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอแบบฐานกรวย โดยรัศมีของการแกว่งเป็นวงกลม = 30 เซนติเมตร และวัตถุมีมวล 0.8 กิโลกรัม เชือกยาว 50 เซนติเมตรดังรูป ถ้า g = 10 เมตรต่อวินาที^{2} จงหา



(ก) ขนาดของแรงตึงเชือก
(ข) อัตราเร็วเชิงมุมของวัตถุ
(ค) อัตราเร็วเชิงเส้นของวัตถุ
(ง) คาบเวลาของวัตถุ
(จ) ความถี่ของวัตถุ

3. วัตถุมวล 0.4 กิโลกรัม ผูกกับปลายสปริงยาว 0.5 เมตร และมีค่านิจสปริง 200 นิวตันต่อเมตร กำลังแกว่งเป็นรูปกรวยดังรูป ด้วยอัตราเร็วเชิงมุม 10 เรเดียนต่อวินาที จงหาว่าสปริงจะยืดออกจากปกติเท่าใด
กำหนด g = 10 เมตรต่อวินาที^{2}



1. 12.5 cm
2. 13.0 cm
3. 14.5 cm
4. 15.0 cm

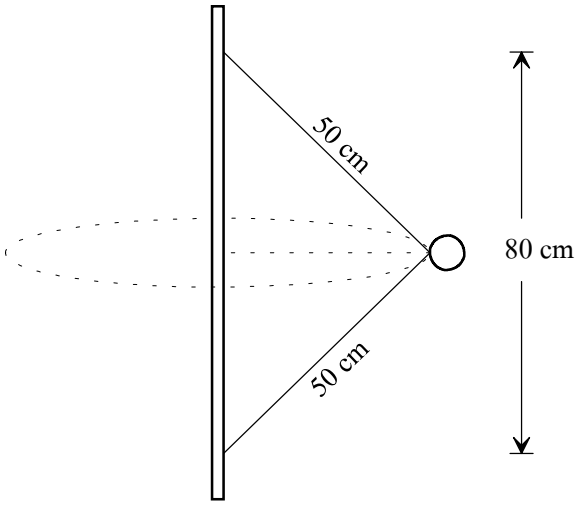
4. ชายคนหนึ่งมีมวล 80 กิโลกรัม ขับรถไปตามถนนด้วยอัตราเร็วคงที่ 15 เมตรต่อวินาที ถ้าพื้นถนนมีหลุมที่มีรัศมีความโค้งเท่ากับ 60 เมตร แรงที่เบาะนั่งกระทำกับชายคนนี้ ณ ตำแหน่งต่ำสุดของหลุมเป็นเท่าใด
กำหนด g = 9.8 เมตรต่อวินาที^{2}

1. 300 N
2. 484 N
3. 784 N
4. 1084 N

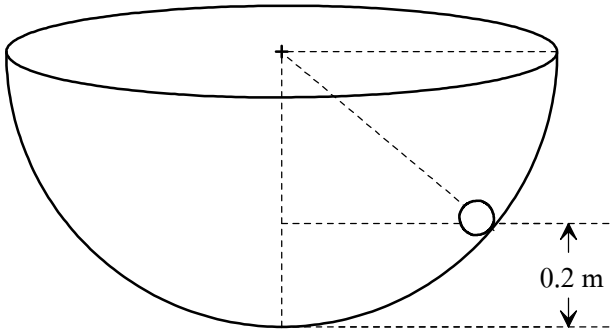
5. วัตถุ A วางอยู่บนโต๊ะราบซึ่งหมุนได้รอบแกนดิ่งโดย A อยู่ห่างแกนหมุน 0.5 เมตร หากสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างวัตถุ A กับพื้นโต๊ะมีค่าได้มากสุดเป็น 0.4 จงหาว่าสามารถหมุนโต๊ะรอบแกนดิ่งด้วยอัตราเร็วเชิงมุมสูงสุดเท่าใด วัตถุ A จึงจะไม่ไถลจากโต๊ะ กำหนด g = 10 เมตรต่อวินาที^{2}

1. $\sqrt{2}$ rad/s
2. $2\sqrt{2}$ rad/s
3. $3\sqrt{2}$ rad/s
4. $4\sqrt{2}$ rad/s

6. วัตถุมวล 0.2 กิโลกรัมโยงติดกับคานซึ่งตั้งในแนวดิ่งด้วยเชือก 2 เส้นดังรูป คานหมุนรอบตัวเองทำให้วัตถุเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับโดยมีอัตราเร็วเชิงมุมคงตัว ปรากฏว่าเชือกเส้นล่างมีแรงตึง 18.75 นิวตัน จงหาอัตราเร็วเชิงมุม กำหนด g = 10 เมตรต่อวินาที^{2}

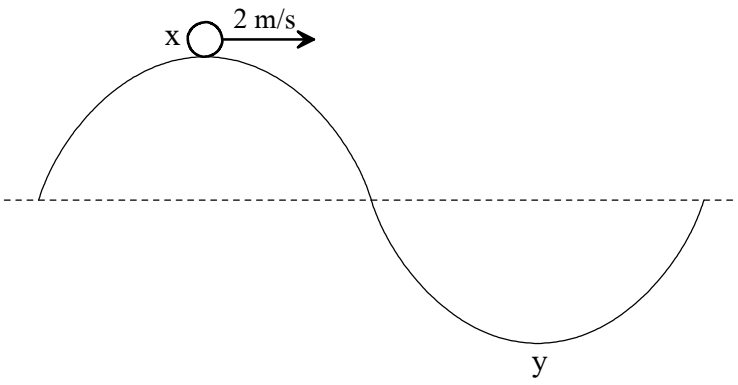


7. ครึ่งทรงกลมกลวงภายในลื่นอันหนึ่งมีรัศมี 0.5 เมตร วางหงายอยู่มีวัตถุก้อนหนึ่งวางอยู่ภายในทรงกลม ถ้าวัตถุอยู่สูงจากส่วนล่างของครึ่งทรงกลม 0.2 เมตร ครึ่งทรงกลมนี้จะต้องหมุนรอบแกนดิ่งด้วยความถี่เท่าใด
กำหนด g = 10 เมตรต่อวินาที^{2}



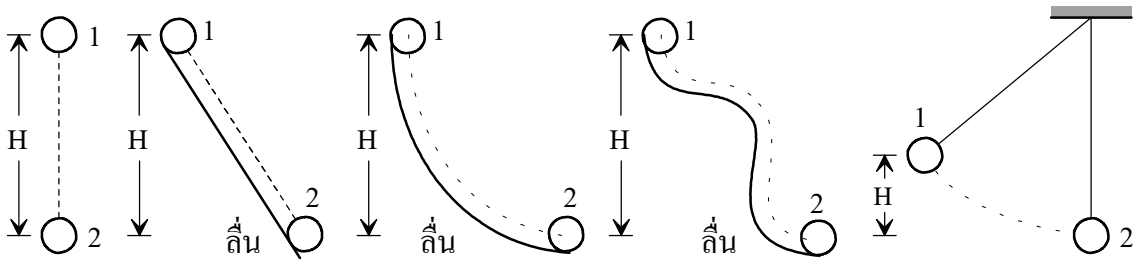
1. $\frac{5}{\sqrt{3}\,\pi}s^{-1}$
2. $\frac{10}{\sqrt{3}\,\pi}s^{-1}$
3. $\frac{15}{\sqrt{3}\,\pi}s^{-1}$
4. $\frac{20}{\sqrt{3}\,\pi}s^{-1}$

8. วัตถุเคลื่อนที่บนรางโค้งเรียบและลื่น ซึ่งมีรัศมี 1 เมตร ขณะเคลื่อนที่ผ่านจุดสูงสุด (จุด x) มีอัตราเร็ว 2 เมตรต่อวินาที จงหาอัตราส่วนระหว่างแรงที่รางทำกับวัตถุที่จุด x ต่อแรงที่รางกระทำกับวัตถุที่จุด y



1. 3/27
2. 27/3
3. 6/27
4. 27/6

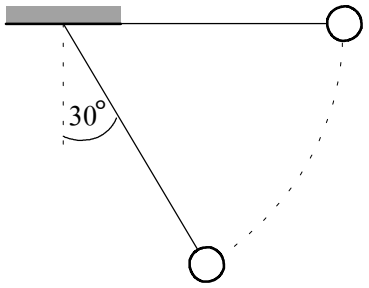
Note : **"พื้นลื่นไม่มีแรงเสียดทาน"**



จากรูป ถ้า**ปล่อยวัตถุ**จากตำแหน่งที่ 1 สามารถหาความเร็วที่จุดที่ 2 ได้จาก $v_2 = \sqrt{2gH}$

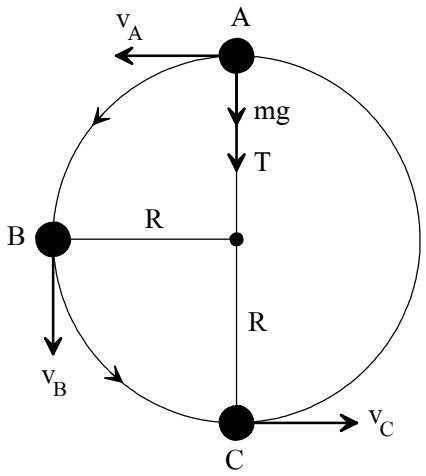
9. มวล m ติดที่ปลายเชือกยาว ℓ แบบลูกตุ้มนาฬิกาอย่างง่าย ถูกปล่อยจากตำแหน่งที่ทำมุม 90° กับแนวดิ่งดังรูป เมื่อมวลเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งที่เชือกทำมุมกับแนวดิ่งเป็น 30° ความเร่งลัพธ์มีค่าเท่าใด

กำหนด g = 10 เมตรต่อวินาที^{2}



1. $5\sqrt{10}$ m/s^2
2. $5\sqrt{11}$ m/s^2
3. $5\sqrt{12}$ m/s^2
4. $5\sqrt{13}$ m/s^2

■ **การเคลื่อนที่ครบรอบพอดีสำหรับวงกลมในระนาบดิ่ง**



พิจารณาการแกว่งของวัตถุมวล m ที่ผูกไว้ที่ปลายเชือกแล้วแกว่งเป็นวงกลมในระนาบดิ่ง

ที่จุด A : แนว R : $F_c = ma_c$

$$T + mg = \frac{mv_A^2}{R}$$

ค่า v_A จะน้อยที่สุดเมื่อเชือกพอดีหย่อน จะได้

$$mg = \frac{mv_{A(min)}^2}{R}$$

$$\boxed{v_{A(min)} = \sqrt{Rg}}$$

B → C : จาก $v_{B(min)}^2 = v_{A(min)}^2 + 2gH$

$$v_{B(min)}^2 = (\sqrt{Rg})^2 + 2gR$$

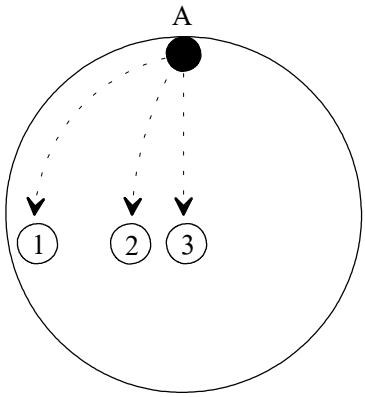
$$\boxed{v_{B(min)} = \sqrt{3Rg}}$$

A → C : จาก $v_{C(min)}^2 = v_{A(min)}^2 + 2gH$

$$= (\sqrt{Rg})^2 + 2g(2R)$$

$$\boxed{v_{C(min)} = \sqrt{5Rg}}$$

พิจารณาที่จุด A



ถ้า $\boxed{v_A \geq \sqrt{Rg}}$: วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมต่อไปได้ตามเส้นทางที่ (1)

ถ้า $\boxed{v_A < \sqrt{Rg}}$: วัตถุจะเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ตามเส้นทางที่ (2)

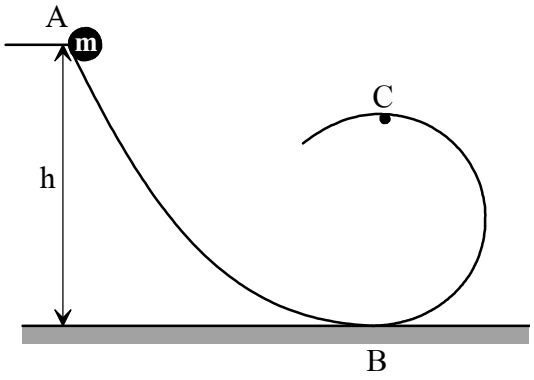
ถ้า $\boxed{v_A = 0}$: วัตถุจะตกตามแนวดิ่งอย่างอิสระตามเส้นทางที่ (3)

10. ลูกปืนมวล 0.2 กิโลกรัม เคลื่อนที่แนวแนวราบด้วยความเร็ว 10^3 เมตรต่อวินาที ชนเป้ามวล 2 กิโลกรัม ซึ่งแขวนอยู่ด้วยเชือกเบายาว 2 เมตร หลังชนเป้าเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้อย่างสมบูรณ์พอดี ลูกปืนเคลื่อนที่ออกจากเป้าด้วยความเร็วกี่เมตรต่อวินาที กำหนด g = 10 เมตรต่อวินาที^{2}

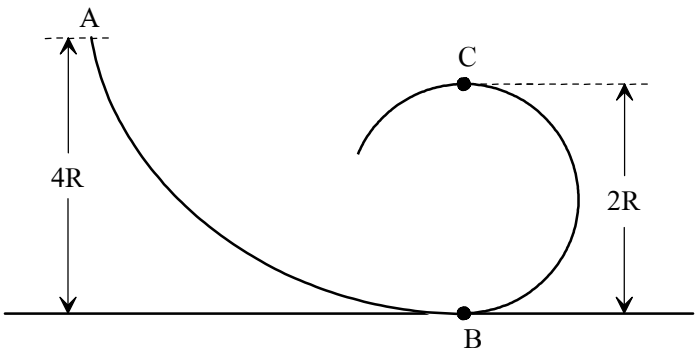
1. 450 m/s
2. 900 m/s
3. 1350 m/s
4. 1800 m/s

11. นำเชือกเบาและเหนียวมากเส้นหนึ่งยาว 50 เซนติเมตร ผูกลูกตุ้มมวล 1.0 กิโลกรัมที่ปลายข้างหนึ่ง ถ้าจับปลายเชือกอีกข้างหนึ่งแกว่งให้ลูกตุ้มเคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบดิ่งด้วยอัตราเร็วคงตัว 3.0 เมตรต่อวินาที แรงตึงในเส้นเชือกมีค่าต่ำสุดกี่นิวตัน กำหนด g = 9.8 เมตรต่อวินาที^{2}

12. จากรูปมวล m ถูกปล่อยให้ไถลลงมาตามทางลาดซึ่งไม่มีแรงเสียดทาน ถ้าห่วงดังรูปมีรัศมี R จงหาว่า h จะต้องมีค่าน้อยที่สุดเท่าใด จึงทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมได้ครบรอบพอดี

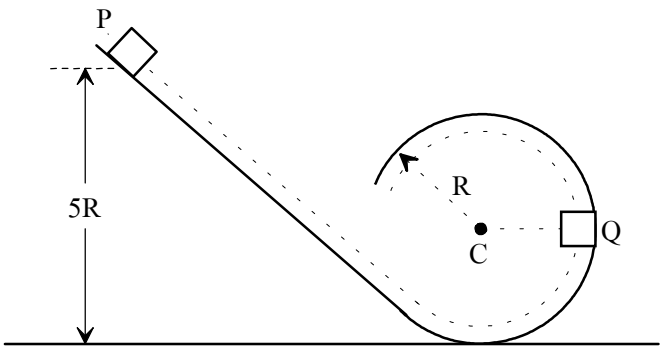


13. ปล่อยลูกกลมโลหะมวล m kg ให้เคลื่อนที่ตามรางเรียบเกลี้ยงรูปวงกลมในระนาบดิ่งจากตำแหน่ง A แรงกระทำต่อลูกกลมโลหะในทิศตั้งฉากกับผิวรางที่ B เป็นกี่เท่าของ C ตามรูป R เป็นรัศมีของวงกลม



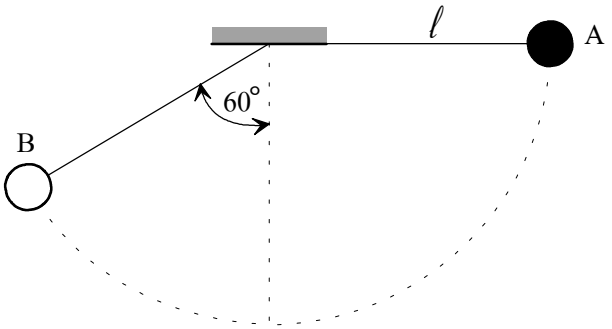
1. 1 เท่า
2. 2 เท่า
3. 3 เท่า
4. 4 เท่า

14. ก้อนวัตถุสี่เหลี่ยมๆ ไถลลงมาตามทางลื่นที่ไม่มีแรงเสียดทาน ซึ่งวางในลักษณะดังรูป ถ้าวัตถุเริ่มเคลื่อนที่จากหยุดนิ่งที่จุด P จงหาว่าแรงปฏิกิริยาที่กระทำต่อวัตถุที่จุด Q มีขนาด เป็นกี่เท่าของน้ำหนักวัตถุ



1. 1 เท่า
2. 2 เท่า
3. 4 เท่า
4. 8 เท่า

15. ลูกตุ้มมวล m แขวนด้วยเชือกยาว ℓ ปล่อยลูกตุ้มลงมาจากตำแหน่ง A ซึ่งเชือกแขวนอยู่ในแนวระดับดังรูป ขณะเมื่อลูกตุ้มเคลื่อนที่ลงมาที่ตำแหน่ง B ซึ่งเชือกทำมุม 60° กับแนวดิ่ง แรงตึงในเส้นเชือกขณะนั้นจะเป็นเท่าไร (g คือความเร่งโน้มถ่วง)



1. $\frac{1}{2}$mg
2. 1mg
3. $\frac{3}{2}$mg
4. $\frac{5}{2}$mg

16. กำหนดให้ดาวเคราะห์ A มีรัศมี R มวล M และมีดาวเทียมโคจรรอบดาวเคราะห์ที่ระดับความสูง h จากผิวดาวเคราะห์ ดาวเทียมนี้จะโคจรด้วยความเร็วเท่าใด กำหนดให้ G = ค่าคงที่โน้มถ่วงสากล

1. $\sqrt{\frac{GM}{R+h}}$ 2. $\sqrt{\frac{2GM}{R+h}}$ 3. $\sqrt{\frac{R+h}{GM}}$ 4. $\sqrt{\frac{R+h}{2GM}}$

17. ดาวเทียมดวงหนึ่งโคจรรอบดาวเคราะห์ที่ความสูง h จากพื้นผิว ถ้าดาวเคราะห์มีรัศมี R และมีมวล M คาบการโคจรของดาวเทียมรอบดาวเคราะห์นี้เท่ากับเท่าใด เมื่อ G คือค่าคงที่โน้มถ่วงสากล

1. $2\pi\sqrt{\frac{(R+h)}{GM}}$ 2. $2\pi\frac{(R+h)}{\sqrt{GM}}$ 3. $2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}}$ 4. $\pi\frac{(R+h)^2}{GM}$