บทที่ 7 การเคลื่อนที่แนวโค้ง

7.1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 7.1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

1. ที่ตำแหน่งสูงสุดของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ อัตราเร็วของวัตถุเท่ากับศูนย์หรือไม่ อย่างไร

2. ในการยิงวัตถุขึ้นจากพื้นให้เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์อัตราเร็วขาขึ้นกับขาลงที่ระดับความสูง เท่ากันมีค่าเท่ากันหรือไม่ จงอธิบาย

3. ยิงวัตถุจากขอบหน้าผาสูงด้วยอัตราเร็วเท่ากัน แต่ทำมุมแตกต่างกัน วัตถุที่ถูกยิงด้วยมุม 45 องศากับแนวระดับจะไปตกบนพื้นด้านล่างไกลที่สุดจากขอบหน้าผาหรือไม่ จงอธิบาย

4. วัตถุที่ถูกยิงด้วยคู่มุมใด ๆ ที่มีผลรวมเป็น 90 องศา เช่น มุม 15 องศากับมุม 75 องศา ด้วย อัตราเร็วต้นเท่ากัน ซึ่งมีการกระจัดในแนวระดับเท่ากัน จะใช้เวลาในการเคลื่อนที่เท่ากัน หรือไม

แบบฝึกหัด 7.1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

1. ก้อนหินถูกขว้างออกจากหน้าผาในแนวระดับด้วยความเร็วต้น 10 เมตรต่อวินาที ก้อนหินตกถึง พื้นดินในเวลา 8.0 วินาที ก้อนหินตกห่างจากจุดขว้างในแนวระดับเท่าใด (80 m)

2. ลูกบอลลูกหนึ่งกลิ้งตกลงมาจากโต๊ะราบซึ่งสูง 1.0 เมตร ถ้าลูกบอลกระทบพื้นตรงจุดที่ห่างจากขอบโต๊ะตามแนวระดับ 1.0 เมตร ความเร็วของลูกบอลขณะหลุดจากขอบโต๊ะมีค่าเท่าใด (2.22 m/s)

3. หินก้อนหนึ่งถูกขว้างออกไปในแนวระดับจากที่สูง 10 เมตร จากพื้น ก้อนหินตกกระทบพื้นดิน ทำมุม 45 องศา กับพื้น ความเร็วต้นที่ใช้ขว้างก้อนหินมีค่าเท่าใด (14 m/s)

ครูตุ้ย - ฟิสิกส์

4. วัตถุชิ้นหนึ่งถูกยิงจากพื้นดินด้วยความเร็ว 60 เมตรต่อวินาทีในทิศทางทำ มุม 30 องศา กับ แนวระดับ จงหาว่า

ก. วัตถุนั้นลอยอยู่ในอากาศเป็นเวลานานเท่าใดก่อนจะตกถึงพื้น (6.12 s)

ข. ขณะที่อยู่จุดสูงสุด วัตถุอยู่สูงจากพื้นดินเท่าใด (46 m)

5. เตะลูกบอลขึ้นไปในอากาศ ถ้าลูกบอลลอยอยู่ในอากาศนาน 4.0 วินาที และลูกบอลเคลื่อนที่ไปได้ไกลในแนวระดับ 45.0 เมตร จงหาว่า

ก. ลูกบอลขึ้นไปได้สูงสุดเท่าไหร่ (19.6 m)

ข. ความเร็วของลูกบอลที่ออกมาจากเท้ามีค่าเท่าใด (22.6 m/s)

ครูตุ้ย - ฟิสิกส์

7.2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม

คำถามตรวจสอบความเข้าใจ 7.2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม

1. ขณะวัตถุมีการเคลื่อนที่แบบวงกลมสม่ำเสมอ ปริมาณใดต่อไปนี้มีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางของ วงกลม และปริมาณใดมีทิศทางในแนวเส้นสัมผัสวงกลม
    1. การกระจัด $\vec{S}$
    2. ความเร็ว $\vec{v}$
    3. แรงที่กระทำต่อวัตถุ $\vec{F}$
    4. ความเร่ง $\vec{a}$

2. ดาวเทียมค้างฟ้าอยู่ที่ตำแหน่งความสูงต่างกันได้หรือไม่ จงอธิบาย

3. เหตุใด นักมอเตอร์ไซค์ไต่ถังจึงสามารถควบคุมให้รถมอเตอร์ไซค์วิ่งไต่ถังไปตามผนังของถังได้

แบบฝึกหัด 7.2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม

1. วัตถุเคลื่อนที่อย่างสม่ำ เสมอในแนววงกลมด้วยอัตรา 20 รอบในเวลา 4.0 วินาที จงหา

   ก. คาบของการเคลื่อนที่ (0.2 s)

   ข. ความถี่ของการเคลื่อนที่ ($5\ s^{-1}$)

   ค. อัตราเร็วของการเคลื่อนที่ ถ้ารัศมีของการเคลื่อนที่เท่ากับ 2.0 เมตร (62.8 m/s)

2. จงหาความเร่งสู่ศูนย์กลางของวัตถุที่เคลื่อนที่ในแนววงกลมรัศมี 16.0 เมตร ด้วยอัตราเร็ว 40.0 เมตร/วินาที ($100\ m/s^2$)

3. ลูกยางกลมลูกหนึ่งผูกไว้กับเชือกแล้วแกว่งให้เคลื่อนที่ตามแนววงกลมรัศมี 1.30 เมตร ด้วย ความถี่ 5.0 รอบต่อวินาทีจงหาความเร่งสู่ศูนย์กลางของลูกยางกลม ($1.3 \times 10^3 m / s^2$)

4. ในการแกว่งชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลมให้จุกยางเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงตัวในแนวระดับ ปรากฏว่าขณะนั้นเชือกทำมุม 20 องศา กับแนวระดับตลอดเวลา ถ้าขนาดน้ำหนักของขอเกี่ยวโลหะ และนอตที่ใช้มีค่า 1.2 นิวตัน

จงหา

ก. แรงสู่ศูนย์กลางของจุกยาง (1.1 N)

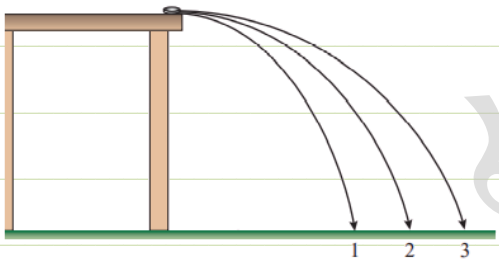
ข. ความเร่งสู่ศูนย์กลางของจุกยาง ($27\ m/s^2$)

5. วงโคจรของดวงจันทร์รอบโลกมีรัศมีประมาณ 384,000 กิโลเมตร และคาบการโคจรของดวง จันทร์27.3 วัน อัตราเร็วของดวงจันทร์เทียบกับโลกเป็นเท่าใด ในหน่วยกิโลเมตรต่อชั่วโมง ($3.68 \times 10^3\ km/h$)

ครูตุ้ย - ฟิสิกส์

ปัญหาท้ายบทที่ 7 การเคลื่อนที่แนวโค้ง

1. การดีดเหรียญออกจากขอบโต๊ะด้วยแรงในแนวระดับที่มีค่าแตกต่างกัน เส้นทางการเคลื่อนที่ของ วัตถุจะเป็นดังรูป



รูป ประกอบคำถามข้อ 1

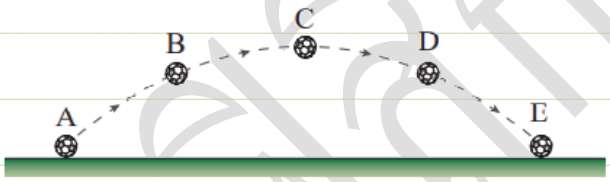
ความเร็วตามแนวระดับของเหรียญตามเส้นทาง ทั้งสามเป็นอย่างไร

2. นักกีฬายิงธนูออกไปในแนวระดับไปยังเป้า ลูกธนูมีการเคลื่อนที่แนวตรงหรือการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ให้เหตุผล

3. ดีดเหรียญที่วางบนขอบโต๊ะ ถ้าบริเวณนั้นปราศจากสนามโน้มถ่วง แนวการเคลื่อนที่ของเหรียญจะเป็นอย่างไร

4. ขณะที่กำลังถีบรถจักรยานด้วยอัตราเร็วคงตัว ก็ปล่อยเหรียญบาทให้ตกสู่พื้นถนน แนวทางเดินของเหรียญบาทที่สังเกตโดยผู้ถีบรถจักรยานจะเป็นอย่างไร และผู้ที่ยืนอยู่ฝั่งตรงข้ามของถนนจะเห็นแนวทางเดินของเหรียญบาทเป็นอย่างไร เหมือนผู้ถีบรถจักรยานเห็นหรือไม่ (ลองทำดู) และเขียนแนวทางเดินของเหรียญที่ผู้สังเกตทั้งสองเห็น

5. พิจารณาทางเดินของลูกบอลที่ถูกเตะออกไป ดังรูป ขณะที่ลูกบอลลอยอยู่



รูป ประกอบคำถามข้อ 5

จงหา

ก. ตำ แหน่งใดที่ขนาดของความเร็วในแนวดิ่งมีค่ามากที่สุด

ข. ตำแหน่งใดที่ขนาดของความเร็วในแนวระดับมีค่าเท่ากัน

ค. ตำแหน่งใดที่ขนาดของความเร็วในแนวดิ่งมีค่าน้อยที่สุด

ง. ตำแหน่งใดที่ขนาดของการกระจัดมีค่ามากที่สุด

6. เด็กคนหนึ่งกำลังเล่นรถบังคับไร้สายบนระเบียงบ้าน ปรากฏว่ารถพุ่งออกนอกระเบียงตกสู่พื้นด้านล่าง เวลาที่รถตกถึงพื้นขึ้นกับอัตราเร็วขณะพ้นขอบระเบียงหรือไม่ เพราะเหตุใด

7. การปั่นผ้าของเครื่องซักผ้าทำให้ผ้าหมาดได้เพราะน้ำพุ่งออกจากผ้าในแนวรัศมี คำกล่าวนี้ถูกต้องหรือไม่ให้เหตุผล

8. จากชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลม ขณะที่จุกยางเคลื่อนที่แบบวงกลม ถ้าเชือกที่ผูกจุกยางขาด จุกยางจะเคลื่อนที่อย่างไร

9. วัตถุเคลื่อนที่ตามแนวทางโค้งโดยมีความเร่งเป็นศูนย์หรือความเร่งคงตัวได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

10. แรงที่กระทำ ต่อวัตถุที่ตกแบบเสรีวัตถุที่เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และวัตถุที่เคลื่อนที่แบบ วงกลม กับแนวการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งสามกรณีเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

ปัญหาท้ายบท

1. นักกระโดดไกลกระโดดด้วยความเร็ว 9.8 เมตรต่อวินาที ทำมุม 45 องศากับพื้นดิน จงหาว่า

   ก. จะกระโดดไปได้ระยะทางไกลเท่าใด (9.8 m)

   ข. ถ้าเขากระโดดบนผิวดวงจันทร์ด้วยความเร็วเท่ากันและมุมเท่ากัน เขาจะกระโดดได้ไกลเท่าใด เมื่อความเร่งโน้มถ่วงบนผิวดวงจันทร์เป็น $\frac{1}{6}$ เท่าของความเร่งโน้มถ่วงบนผิวโลก (59 m)

2. ก้อนหินถูกยิงขึ้นจากพื้นดินด้วยความเร็ว 29.4 เมตรต่อวินาที ในแนวเอียงทำมุม 30 องศา กับ พื้นดิน จงหา

   ก. ความเร็วและความสูงของก้อนหินที่จุดสูงสุด (25.5 m/s, 11.0 m)

   ข. เวลาทั้งหมดที่ก้อนหินอยู่ในอากาศ (3.0 s)

ค. ก้อนหินตกถึงพื้นได้ระยะทางไกลเท่าใด (76.4 m)

ง. จุดสูงสุดอยู่ห่างจากจุดตั้งต้นเป็นระยะทางเท่าใด (39.8 m)

3. ขว้างลูกกอล์ฟให้เคลื่อนออกไปด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ในทิศทางทำ มุม 60 องศา กับแนวระดับ ลูกกอล์ฟตกถึงพื้นดินในเวลา 2.0 วินาที ลูกกอล์ฟตกได้ระยะทางในแนวระดับกี่เมตร (10 m)

4. ในการเตะฟุตบอลด้วยความเร็วต้นค่าหนึ่งได้การกระจัดในแนวระดับไกลที่สุด พบว่าที่จุดสูงสุดลูกฟุตบอลที่พุ่งออกไปมีความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที ช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่จนกระทั่งตกถึงพื้นมีค่าเท่าใด (2.0 s)

5. ในการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบโพรเจกไทล์เมื่อเวลาผ่านไป t การกระจัดในแนวระดับ $\Delta x = u_x t$ และการกระจัดในแนวดิ่ง $\Delta y = \frac{1}{2}a_y t^2$

ก. จงพิสูจน์ว่า $\Delta y = \left(\frac{a_y}{2u_x^2}\right)(\Delta x)^2$

ข. จากสมการในข้อ ก. จงแสดงว่า วัตถุมีเส้นทางเดินเป็นรูปพาราโบลา

6. ยิงวัตถุ A ให้เคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ด้วยความเร็วเริ่มต้น $\vec{u}_1$ ขนาดเท่ากับ 40 เมตรต่อวินาที ทำมุม 30 องศากับแนวระดับ ขณะเดียวกันวัตถุ B ถูกยิงขึ้นไปในแนวดิ่งด้วยความเร็วต้น $\vec{u}_2$ ดังรูป

รูป ประกอบปัญหาข้อ 6

วัตถุB จะต้องถูกยิงขึ้นไปในแนวดิ่งด้วยความเร็วต้น $\vec{u}_2$ขนาดเท่าใดจึงจะทำ ให้วัตถุ A และ B ชนกันกลางอากาศ

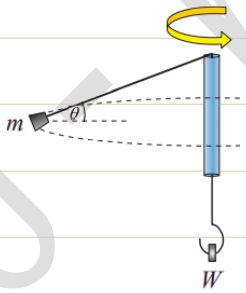
7. ขว้างก้อนหินออกไปในแนวระดับด้วยอัตราเร็ว 5.0 เมตรต่อวินาที จากตึกสูงแห่งหนึ่ง เมื่อก้อนหินตกกระทบพื้น ความเร็วของก้อนหินขณะนั้นทำมุม 60° กับแนวระดับ กำหนดให้ $\tan 60^0 = \sqrt{3}$
ก้อนหินตกห่างจากตึกในแนวระดับเท่าใด (4.4 m)

8. ทหารยิงปืนในแนวระดับสูงจากพื้น 1.5 เมตร ลูกปืนที่ออกจากลำกล้องมีอัตราเร็ว 500 เมตรต่อวินาที ถูกต้นไม้ที่อยู่ห่างออกไป 100 เมตร (1.3 m)
เมื่อไม่คิดแรงต้านจากอากาศ ลูกปืนจะเจาะต้นไม้ที่ความสูงจากพื้นเท่าใด

9. ขว้างวัตถุ A ด้วยอัตราเร็ว 20.0 เมตรต่อวินาที ขึ้นทำมุม 60 องศา กับแนวระดับ วัตถุ A กลับถึงระดับเดิม โดยใช้เวลาเท่ากับการขว้างวัตถุ B ด้วยอัตราเร็ว u_B ขึ้นทำ มุม 30 องศา กับแนวระดับ (34.6 m/s)
อัตราเร็ว u_B เป็นเท่าใด ถ้าไม่คิดแรงต้านของอากาศ

10. ลูกแก้วกลิ้งไปตามพื้นห้องด้วยอัตราเร็วคงตัว 4.0 เมตรต่อวินาที แล้วตกลงไปบนบันไดซึ่ง แต่ละขั้นสูง 10 เซนติเมตร กว้าง 20 เซนติเมตร ลูกแก้วจะตกลงบนบันไดขั้นที่เท่าใดในครั้งแรก (9)

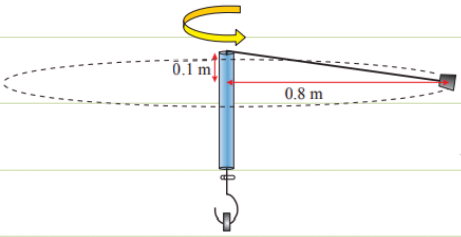
11. ในการแกว่งจุกยางมวล m ของชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลม ใช้นอตหนัก W พบว่า เมื่อแกว่งจุกยางจนทำให้นอตหยุดนิ่ง เส้นเชือกเอียงทำมุม θ กับแนวระดับ ดังรูป



รูป ประกอบปัญหาข้อ 11

ถ้าแกว่งจุกยางให้เร็วขึ้นจนทำให้นอตเคลื่อนที่จนหยุดนิ่ง เส้นเชือกจะเอียงทำมุม θ กับแนวระดับเหมือนเดิมหรือไม่ จงอธิบาย

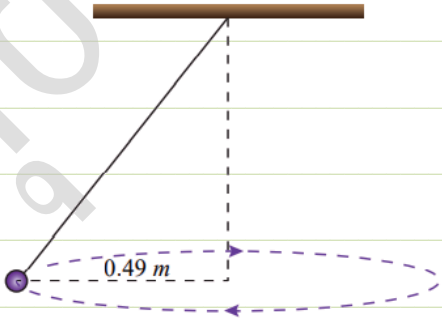
12. นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลองการเคลื่อนที่แบบวงกลม โดยใช้เชือกผูกกับจุกยางแล้วแกว่งให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบระดับ น้ำหนักของจุกยางทำให้เส้นเชือกไม่อยู่ในแนวระดับและจุกยางอยู่ห่างจากท่อพีวีซี 0.8 เมตร ดังรูป



รูป ประกอบปัญหาข้อ 12

จุกยางแกว่งด้วยอัตราเร็วกี่เมตรต่อวินาที (8 m/s)

13. ลูกกลมเหล็กมวล 0.4 กิโลกรัม ผูกไว้ด้วยเชือกเบา ปลายข้างหนึ่งตรึงไว้กับที่ แกว่งเชือกเพื่อให้ลูกเหล็กเคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบระดับรัศมี 0.49 เมตร โดยมีอัตราเร็วเชิงมุม 4.0 เรเดียนต่อวินาที ดังรูป



รูป ประกอบปัญหาข้อ 13

ขณะนั้นแรงดึงของเส้นเชือกมีค่าเท่าใด (5 N)

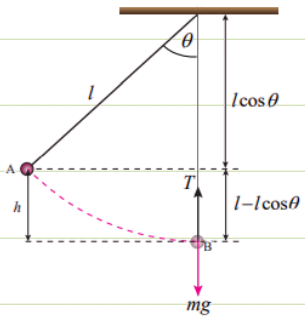
14. ในการนั่งม้าหมุนในเทศกาลแห่งหนึ่ง ผู้โดยสารที่นั่งเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงตัวเป็นวงกลม รัศมี 5 เมตร และเคลื่อนที่ครบ 2 รอบ ในเวลา 20 วินาที ขนาดความเร่งสู่ศูนย์กลางของผู้โดยสารมีค่าเท่าใด (ตอบในเทอม π)

$(0.2\pi^2\ m/s^2)$

15. แกว่งจุกยางให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบระดับ โดยมีรัศมีการเคลื่อนที่คงตัว เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดความเร่งสู่ศูนย์กลาง (a_c) กับอัตราเร็วเชิงมุมยกกำลังสอง (ω^2) ได้ดังกราฟ

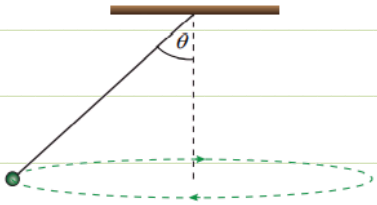
รัศมีการเคลื่อนที่มีค่าเท่าใด (0.75 m)

16. ลูกตุ้มมวล m ถูกปล่อยจากตำแหน่งหยุดนิ่ง ในขณะที่เชือกซึ่งยาว ℓ เอียงทำมุม θ กับแนวดิ่ง เมื่อลูกตุ้มผ่านจุดต่ำสุด แรงดึงในเส้นเชือกมีค่าเท่าใด วิธีทำเขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของลูกตุ้ม ดังรูป



พิจารณาวัตถุมวล m ที่ตำแหน่งต่ำสุด คือ ตำแหน่ง B [mg(3 - 2cos θ)]

17. ลูกกลมมวล 2 กิโลกรัม ผูกไว้ด้วยเชือกยาว 2 เมตร จัดให้ปลายข้างหนึ่งตรึงไว้กับที่แกว่ง เชือกเพื่อให้ลูกกลมเคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับ โดยเชือกเอียงทำมุม θ กับแนวดิ่ง ดังรูป ถ้าอัตราเร็วเชิงมุมของลูกกลมเพิ่มขึ้นทีละน้อย และเส้นเชือกทนแรงดึงได้มากที่สุด 100 นิวตัน



รูป ประกอบปัญหาข้อ 17

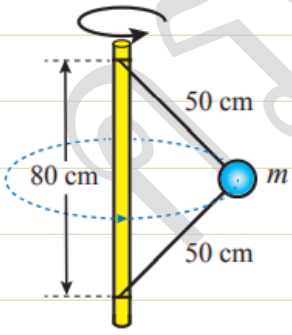
จงหา

ก. เส้นเชือกจะขาดเมื่อมุม θ มีค่ากี่องศา (78.7 องศา)

ข. อัตราเร็วเชิงมุมขณะนั้นมีค่าเท่าใด (5 rad/s)

18. วัตถุมวล 300 กรัม โยงติดกับคานที่ตั้งอยู่ในแนวดิ่งด้วยเชือก 2 เส้น โดยที่คานหมุนรอบตัวเองทำให้วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบระดับโดยมีความถี่คงตัว ดังรูป

ถ้าเชือกเส้นบนมีแรงดึง 20 นิวตัน จงหา



รูป ประกอบปัญหาข้อ 18

ก. แรงดึงของเส้นล่าง (16.3 N)

ข. ความถี่ของการเคลื่อนที่ของวัตถุ ($2.5\ s^{-1}$)

19. ถ้าแกว่งเชือกที่มีวัตถุก้อนหนึ่งผูกอยู่ที่ปลายให้เคลื่อนที่ในแนววงกลมในระนาบระดับ โดย แนวเส้นเชือกทำมุม θ กับแนวดิ่ง รัศมีของการเคลื่อนที่ในแนววงกลมเท่ากับ r และวัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ v จงแสดงว่า $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$ เมื่อ g คือความเร่งโน้มถ่วง

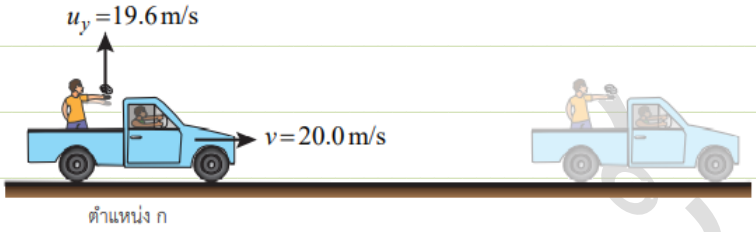
20. ขณะโลกหมุนรอบตัวเอง พบว่าวัตถุต่าง ๆ ที่อยู่บนผิวโลกเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเชิงมุม 7.27×10^{-5} เรเดียน-ต่อวินาที โลกมีรัศมี 6.37×10^{6} เมตร ดาวเทียมสื่อสารดวงหนึ่งอยู่สูงจากผิวโลกเป็น 5 เท่าของรัศมีโลก ดาวเทียมดวงนี้เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเชิงเส้นเท่าใด $(2.78 \times 10^{3}\ \text{m/s})$

21. ดาวเทียม A มวล m โคจรรอบโลก โดยมีรัศมี r ดาวเทียม B มวล 2m โคจรรอบโลก โดยมี รัศมี 2r อัตราส่วนระหว่างอัตราเร็วเชิงเส้นของดาวเทียม A และ B มีค่าเท่าใด ($\sqrt{2}$:1)

22. ขณะที่ถนนแห้ง อัตราเร็วสูงสุดที่รถยนต์คันหนึ่งจะแล่นเลี้ยวโค้งที่ถนนแห่งหนึ่งอย่าง ปลอดภัยมีค่า 18 เมตร-ต่อวินาที ถ้าแรงเสียดทานสถิตสูงสุดขณะรถคันนี้แล่นเลี้ยวโค้งตอนถนนเปียก มีค่าเพียงหนึ่งในสามของแรงเสียดทานสถิตสูงสุดขณะถนนแห้ง เมื่อถนนเปียก (10.4 m/s)
รถคันนี้ควรใช้ อัตราเร็วขณะแล่นเลี้ยวโค้งไม่เกินกี่เมตรต่อวินาที

ปัญหาท้าทาย

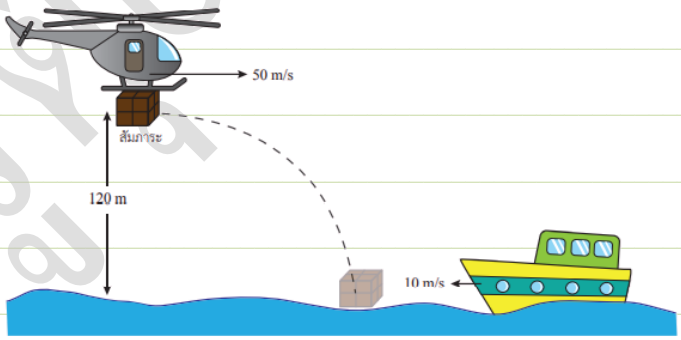
23. รถคันหนึ่งวิ่งในแนวตรงด้วยอัตราเร็วคงตัว 20.0 เมตรต่อวินาที เมื่อถึงตำแหน่ง ก คนในรถยิงก้อนหินขึ้นไปในแนวดิ่งด้วยอัตราเร็ว 19.6 เมตรต่อวินาที ดังรูป



รูป ประกอบปัญหาท้าทายข้อ 23

ขณะที่ก้อนหินตกกลับมาถึงมือคนยิง รถอยู่ห่างจากตำแหน่ง ก เป็นระยะทางเท่าใด (80 m)

24. เฮลิคอปเตอร์ลำหนึ่งบินในแนวระดับด้วยความเร็ว 50 เมตรต่อวินาที และบินที่ความสูงจากผิวน้ำทะเล 120 เมตร เมื่อนักบินเห็นเรือบรรทุกสัมภาระที่แล่นสวนทางมาด้วยความเร็ว 10 เมตรต่อวินาที จึงตัดสินใจปล่อยสัมภาระลงไป ดังรูป

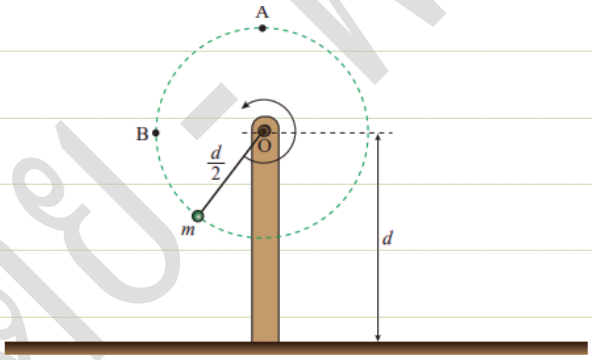


รูป ประกอบปัญหาท้าทายข้อ 24

ถ้าสัมภาระจากเฮลิคอปเตอร์ลงเรือพอดี ต้องปล่อยสัมภาระเมื่อเฮลิคอปเตอร์ห่างเรือใน แนวระดับเป็นระยะทางเท่าใด (297 m)

25. นักกีฬาทุ่มน้ำหนักทุ่มลูกเหล็กออกไป ปรากฏว่าเมื่อลูกเหล็กขึ้นไปได้สูงสุดขนาดความเร็วในแนวระดับมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของขนาดความเร็วขณะที่ลูกเหล็กอยู่สูงจากพื้นเป็นครึ่งหนึ่งของการกระจัดสูงสุด มุมระหว่างทิศทางของความเร็วต้นกับแนวระดับจะมีค่ากี่องศา (68 องศา)

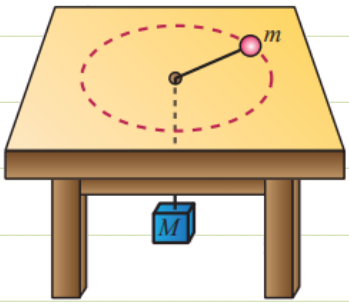
26. วัตถุมวล m ผูกด้วยเชือกเบาถูกทำให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบดิ่งด้วยอัตราเร็วคงตัว $\sqrt{3dg}$ และมีรัศมี $\frac{d}{2}$ โดย O เป็นศูนย์กลางการเคลื่อนที่ซึ่งอยู่สูงจากพื้น d ดังรูป



รูป ประกอบปัญหาท้าทายข้อ 26

ถ้าเชือกขาดขณะวัตถุอยู่ที่ตำแหน่ง A วัตถุจะตกถึงพื้นห่างจากจุด O ในแนวระดับมากกว่ากรณีเชือกขาดขณะวัตถุอยู่ที่ตำแหน่ง B เท่าใด ในเทอม d $(\frac{5}{2}d)$

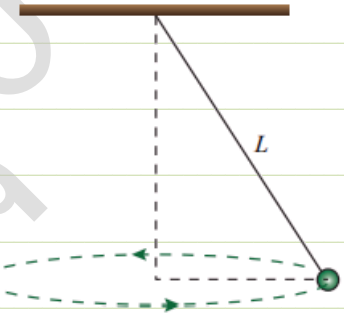
27. มวล m ผูกกับเชือกเบาวางบนโต๊ะลื่นตรงกลางโต๊ะเจาะรูเอาเชือกคล้องผ่านรูแล้วไปผูกกับมวล M ดังรูป



รูป ประกอบปัญหาท้าทายข้อ 27

เมื่อมวล m เคลื่อนที่เป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัว 9.8 เมตรต่อวินาที โดย M มีมวลเป็น 49 เท่าของ m ถ้ามวล M ไม่เคลื่อนที่ขึ้นลง รัศมีการเคลื่อนที่ของมวล m มีค่าเท่าใด (0.2 m)

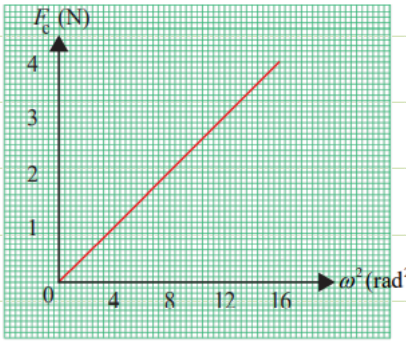
28. เชือกเส้นหนึ่งยาว L ผูกวัตถุแล้วแกว่งวัตถุให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบระดับด้วย อัตราเร็วเชิงมุมคงตัว ω ดังรูป



รูป ประกอบปัญหาท้าทายข้อ 28

มุมที่เส้นเชือกเอียงทำมุมกับแนวดิ่งมีค่าเท่าใด ในเทอมของ L, ω และ g $[\cos^{-1}\left(\frac{g}{\omega^2 L}\right)]$

29. วัตถุมวล 0.10 กิโลกรัม เคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วและรัศมีการเคลื่อนที่คงตัว เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแรงสู่ศูนย์กลาง (F_c) กับอัตราเร็วเชิงมุมยกกำลังสอง (ω_2) ได้ดังรูป



รูป ประกอบปัญหาท้าทายข้อ 29

รัศมีการเคลื่อนที่มีค่าเท่าใด (2.5 m)

30. รถยนต์มวล 900 กิโลกรัม วิ่งมาตามถนนตรงในแนวระดับด้วยอัตราเร็ว 72 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ได้ลดอัตราเร็วอย่างสม่ำเสมอก่อนถึงทางโค้งราบเป็นเวลา 3.0 วินาที ในระยะทาง 45 เมตร จึงวิ่งได้อย่างปลอดภัย ถ้าทางโค้งราบนั้นมีรัศมีความโค้ง 150 เมตร

แรงเสียดทานระหว่างยางกับถนนในแนวรัศมีความโค้งขณะที่รถยนต์วิ่งทางโค้งเป็นเท่าใด (600 N)

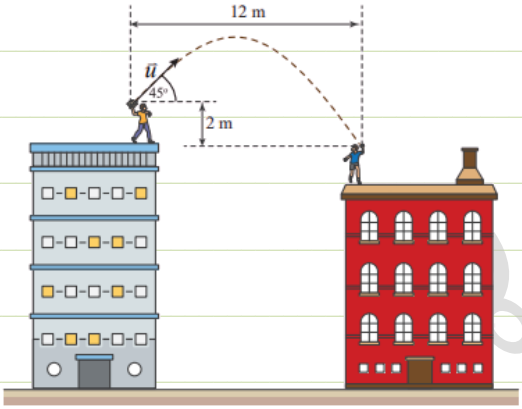
31. ในการแข่งขันรถจักรยานยนต์บนทางราบ ขณะที่ผู้เข้าแข่งขันเข้าสู่ทางโค้งที่มีรัศมีความโค้งค่าหนึ่ง พบว่าคนแข่งคนที่ 1 เอียงรถทำ มุม θ_1 กับแนวดิ่ง คนแข่งคนที่ 2 เอียงรถทำ มุม θ_2 กับแนวดิ่ง (60 km/h)

กำหนด $\tan\theta_1 = \frac{3}{4},\ tan\theta_2 = \frac{4}{3}$

ถ้าอัตราเร็วของรถคันที่ 1 เท่ากับ 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อัตราเร็วของรถคันที่ 2 เป็น กี่กิโลเมตรต่อชั่วโมง

32. ถนนโค้งราบเส้นหนึ่งมีรัศมีความโค้ง 250 เมตร เมื่อพื้นถนนแห้งอัตราเร็วสูงสุดของรถที่เลี้ยวโค้งปลอดภัยคือ 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในวันที่ฝนตกอัตราเร็วสูงสุดของรถเพื่อเลี้ยวโค้ง ได้ปลอดภัยคือ 40 กิโลเมตรต่อ-ชั่วโมง สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตระหว่างล้อรถกับพื้นถนนขณะฝนตกเป็นร้อยละเท่าใดของค่าปกติ (ถนนแห้ง) (25 %)

33. ชายคนหนึ่งต้องการโยนกล่องพัสดุข้ามตึกไปให้เพื่อนที่อยู่ตึกข้าง ๆ ที่อยู่ห่างกัน 12.0 เมตร และจุดที่รับอยู่ต่ำกว่าจุดที่โยน 2.0 เมตร เขาโยนกล่องพัสดุมุม 45 องศา กับแนวระดับ ดังรูป



รูป ประกอบปัญหาท้าทายข้อ 33

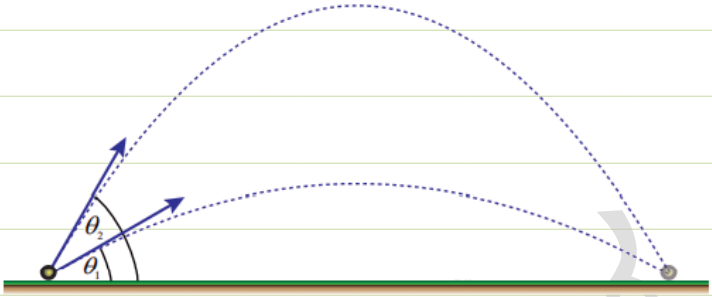
จงหาว่า

ก. กล่องพัสดุใช้เวลาในการเคลื่อนที่เท่าใด (1.7 s)

ข. เขาจะต้องโยนกล่องพัสดุด้วยอัตราเร็วเท่าใด (10 m/s)

ค. กล่องพัสดุตกถึงผู้รับด้วยความเร็วเท่าใด (12 m/s)

34. การยิงวัตถุสองครั้งด้วยอัตราเร็วต้นเท่ากัน ครั้งแรกยิงด้วยมุมเงย θ_1 ครั้งที่สองยิงด้วย มุมเงย θ_2 เมื่อ $\theta_1 < \theta_2$ และ $\theta_1 + \theta_2 = 90°$ จงพิสูจน์ว่าขณะที่วัตถุตกถึงระดับเดิมในการยิงแต่ละครั้ง ขนาดการกระจัดมีค่าเท่ากัน



รูป ประกอบปัญหาท้าทายข้อ 34

ครูตุ้ย - ฟิสิกส์