

ภาคผนวก ค

ข้อสอบเก่า

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

การสอบกลางภาค ประจำภาคต้น ปีการศึกษา 2555-2556

วิชา ฟิสิกส์ ๑ (SCPY 157)

วันจันทร์ที่ 6 สิงหาคม 2555

เวลา 9.00-12.00 น.

นักศึกษาชั้นปีที่ 1

ประเภทวิชา วิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุล _____ เลขประจำตัว _____ เลขที่นั่งสอบ _____

ข้อสอบมีทั้งหมด 9 ข้อ รวม 10 หน้า (รวมหน้านี้) เต็ม 90 คะแนน

คำสั่ง ห้ามใช้เครื่องคำนวณทุกชนิด
ห้ามนำข้อสอบออกจากห้องสอบ

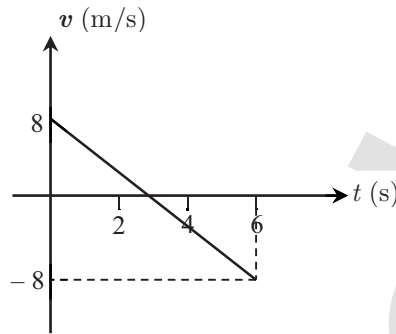
คำแนะนำ

- ให้เขียนคำตอบในกระดาษคำตอบเลย
- พยายามเขียนเหตุผลและรายละเอียดต่างๆ ให้มากที่สุด อย่าเขียนแค่คำตอบโดยไม่มีเหตุผล เพราะจะไม่ได้คะแนน
- ให้ใช้ปากกาในการทำข้อสอบ
- ให้ใช้ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

ข้อมูลที่อาจเป็นประโยชน์

- โมเมนต์ความเฉื่อยของทรงกลมตันรัศมี R มวล M
รอบแกนที่ผ่านจุดศูนย์กลางทรงกลมคือ $\frac{2}{5} MR^2$
- โมเมนต์ความเฉื่อยของคานยาว L มวล M
รอบแกนที่ตั้งฉากกับปลายด้านหนึ่งคือ $\frac{1}{3} ML^2$
- ทฤษฎีแกนขนานของโมเมนต์ความเฉื่อย $I = I_{CM} + Mh^2$

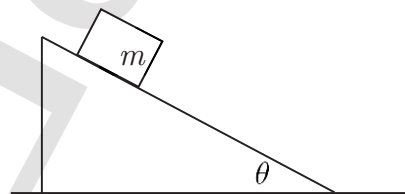
ข้อ 1 ที่เวลาเริ่มต้น $t = 0$ อนุภาคออกจากจุดกำเนิดแล้วเคลื่อนที่ไปในทิศ $+x$ เป็นเส้นตรง โดยในช่วงตั้งแต่เวลาเริ่มต้นถึงวินาทีที่ 6 อนุภาคมีความเร็วเปลี่ยนแปลงตามเวลา t ตามกราฟนี้



- (ก) จากกราฟ จงเขียนฟังก์ชันของ v t [2 คะแนน]
- (ข) จงหาตำแหน่ง x ของอนุภาคที่เวลา t ใดๆ [2 คะแนน]
- (ค) จงหาความเร็วเฉลี่ยของอนุภาคในช่วงเวลาระหว่าง $t_1 = 1.0\text{s}$ และ $t_2 = 3.0\text{s}$ [2 คะแนน]
- (ง) จงวาดกราฟความเร่งกับเวลาและตำแหน่งกับเวลา ของอนุภาคนี้ [2 คะแนน]
- (จ) วัตถุในข้อใดบ้างต่อไปนี้มีกราฟการเคลื่อนที่คล้ายกับอนุภาคในข้อนี้ (ขีดถูกหน้าข้อที่เลือก) [2 คะแนน]
- โยนวัตถุขึ้นในแนวตั้งแล้ววัตถุตกกลับลงมา (ไม่มีแรงต้านอากาศ)
 - วัตถุไถลงพื้นเอียงลื่น (ไม่มีแรงต้านอากาศ)
 - วัตถุที่ถูกเข้ากับสปริง สั่นไปกลับรอบจุดสมดุล (ไม่มีแรงต้านอากาศ)

ข้อ 2 แท่งไม้มวล m วางอยู่บนพื้นเอียงซึ่งทำมุม θ กับพื้นระดับ (กำหนดให้ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ ระหว่างแท่งไม้กับพื้นเอียง คือ μ_s และ μ_k ตามลำดับ)

- (ก) ขณะที่พื้นเอียงอยู่นิ่งกับที่บนพื้นระดับ พบว่าแท่งไม้ไถลงพื้นเอียง จงวาดแผนภาพวัตถุเสรี (Free-body diagram) แสดงแรงทุกแรงที่กระทำต่อแท่งไม้ [1 คะแนน]

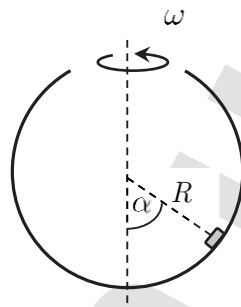


แรงเสียดทานที่วาดในรูปนี้ เป็นแรงเสียดทานจลน์หรือสถิต [1 คะแนน]

- (ข) คราวนี้ผลักพื้นเอียงให้เคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยความเร่งในแนวระดับ โดยเพิ่มขนาดความเร่งไปเรื่อยๆ จนถึงค่าหนึ่ง คือ a_0 พบว่าแท่งไม้จะไม่ไถลงพื้นเอียงอีกต่อไป แต่จะอยู่นิ่งเทียบกับพื้นเอียง จงวาดแผนภาพวัตถุเสรี แสดงแรงทุกแรงที่กระทำต่อแท่งไม้ [2 คะแนน]
- (ค) แรงเสียดทานที่วาดในข้อ (ข) เป็นแรงเสียดทานจลน์หรือสถิต [1 คะแนน]

- (ง) จงเขียนสมการการเคลื่อนที่ (กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน) ของแท่งไม้ในข้อ (ข) โดยให้แยกเขียนเป็นสมการในแนวระดับและสมการในแนวตั้ง และใช้ตัวแปรต่างๆ ที่นักศึกษาเขียนไว้ในแผนภาพเสรีข้างบน [2 คะแนน]
- (จ) จงหาขนาดของแรงเสียดทานที่พื้นเอียงกระทำต่อแท่งไม้ โดยให้ตอบในรูปของ m, a_0, θ และ g [3 คะแนน]

ข้อ 3 วัตถุชิ้นเล็กๆ มวล m อยู่ในภาชนะรูปทรงกลมรัศมี R ถ้าหมุนภาชนะนี้รอบแกนตั้งที่ผ่านจุดศูนย์กลางทรงกลม ด้วยอัตราเร็วเชิงมุม ω ที่พอดีค่าหนึ่ง พบว่าวัตถุจะไม่ไถลลงมาด้านล่างของภาชนะ แต่จะอยู่นิ่งเทียบกับตัวภาชนะ (หมุนไปด้วยกันกับภาชนะ) ณ ตำแหน่งหนึ่งซึ่งระบุด้วยมุม α ดังรูป

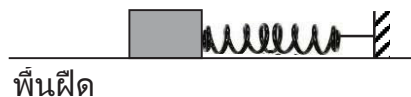


- (ก) ถ้ามีแรงเสียดทานระหว่างผิวด้านในของภาชนะกับวัตถุ จงวาดแผนภาพวัตถุเสรีของวัตถุ ขณะที่ภาชนะกำลังหมุนและวัตถุกำลังอยู่ในลักษณะดังรูปด้านบน [2 คะแนน]
- (ข) แรงใดจากแผนภาพวัตถุเสรีในข้อ (ก) ที่ทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลางของวัตถุ [2 คะแนน]
- (ค) ถ้าผิวด้านในของภาชนะลื่น แรงใดทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลางของวัตถุ [2 คะแนน]
- (ง) ถ้าผิวด้านในของภาชนะลื่น จงหาขนาดของอัตราเร็วเชิงมุม ω ที่ทำให้วัตถุอยู่นิ่งเทียบกับภาชนะในลักษณะดังรูปบนสุดได้ [4 คะแนน]

ข้อ 4.1 ผูกวัตถุเข้ากับสปริงเบาที่มีค่าคงตัวสปริง k และสปริงประพุดิตัวตามกฎของฮุก ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ภายใต้แรงสปริงนี้จากตำแหน่ง x_i ไปยังตำแหน่ง x_f วัดจากตำแหน่งของวัตถุตอนที่สปริงมีความยาวเท่ากับความยาวธรรมชาติพอดี จงใช้นิยามของงาน แสดงว่า งานที่ทำต่อวัตถุโดยแรงสปริงมี

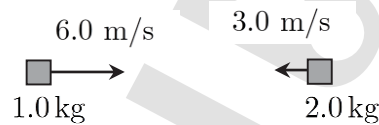
$$\text{ค่าเป็น } W_{\text{spring}} = \frac{1}{2} kx_i^2 - \frac{1}{2} kx_f^2 \quad [3 \text{ คะแนน}]$$

ข้อ 4.2 แท่งไม้มีน้ำหนัก 2.0 N ผูกติดอยู่กับปลายด้านซ้ายของสปริงเบาและวางอยู่บนพื้นฝืด ปลายด้านขวาของสปริงยึดติดอยู่กับผนัง ดังรูป ใช้มือดันแท่งไม้ไปทางขวาจากตำแหน่งสมดุลเป็นระยะ 0.10 m แล้วปล่อยมือ (กำหนดให้ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างแท่งไม้และพื้นเท่ากับ 0.50 และสปริงประพุดิตัวตามกฎของฮุกโดยมีค่าคงตัวสปริงเท่ากับ 30 N/m)



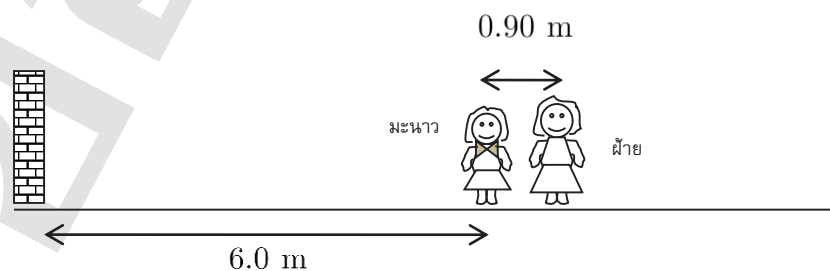
- (ก) จงหางานที่ทำต่อแท่งไม้โดยแรงสปริง ในช่วงตั้งแต่ปล่อยมือจนแท่งไม้กำลังผ่านตำแหน่งสมดุล [2 คะแนน]
- (ข) จงหางานที่ทำต่อแท่งไม้โดยแรงเสียดทาน ในช่วงตั้งแต่ปล่อยมือจนแท่งไม้กำลังผ่านตำแหน่งสมดุล [2 คะแนน]
- (ค) จงหาอัตราเร็วของแท่งไม้ ขณะที่กำลังเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งสมดุล [3 คะแนน]

ข้อ 5 พิจารณาการชนของมวลสองก้อน โดยที่มวล 1.0 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 6.0 m/s ไปทางขวา เข้าชนมวล 2.0 kg ที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 3.0 m/s ไปทางซ้าย (ไม่มีแรงภายนอกใดๆ มากระทำต่อมวลทั้งสองนี้ และให้พิจารณาว่าเป็นการชนในหนึ่งมิติเท่านั้น) หลังการชนพบว่ามวล 1.0 kg เคลื่อนที่ไปทางซ้ายด้วยความเร็ว 4.0 m/s



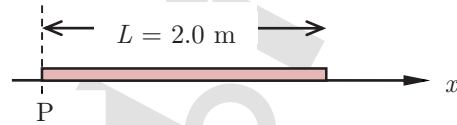
- (ก) จงหาโมเมนตัมรวมของวัตถุทั้งสองก่อนการชน [2 คะแนน]
- (ข) จงหาความเร็วของมวล 2.0 kg ภายหลังการชน [2 คะแนน]
- (ค) ความเร็วสัมพัทธ์ก่อนชนของมวล 1.0 kg เมื่อวัดโดยมวล 2.0 kg เป็นเท่าใด [1 คะแนน]
- (ง) ความเร็วสัมพัทธ์หลังชนของมวล 1.0 kg เมื่อวัดโดยมวล 2.0 kg เป็นเท่าใด [1 คะแนน]
- (จ) การชนครั้งนี้ เป็นการชนแบบยืดหยุ่นหรือไม่ ให้เหตุผลประกอบด้วย [2 คะแนน]
- (ฉ) เป็นไปได้หรือไม่ ที่หลังชนแล้วมวล 1.0 kg จะหยุดนิ่ง แล้วมวล 2.0 kg จะเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยความเร็ว 1.0 m/s เพราะเหตุใด [2 คะแนน]

ข้อ 6 มะนาวมวล 40 kg และฝ้ายมวล 80 kg ยืนนิ่งอยู่บนลานน้ำแข็งลื่นมาก ทั้งสองอยู่ห่างกันเป็นระยะ 0.90 m และมะนาวอยู่ห่างจากกำแพงเป็นระยะ 6.0 m จากนั้นทั้งสองคนก็ผลักกัน เพื่อให้ออกจากกัน กำหนดให้ระบบประกอบด้วยมะนาวและฝ้าย ให้คิดว่าเป็นปัญหาในหนึ่งมิติ และให้ประมาณว่ามะนาวและฝ้ายเป็นอนุภาค

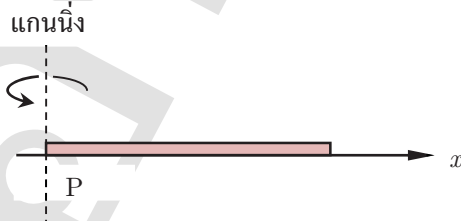


- (ก) ก่อนผลึกกัน จงหาตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวลของระบบมะนาวและฝ้าย เมื่อวัดจากกำแพง [2 คะแนน]
- (ข) แรงภายนอกที่กระทำต่อระบบมะนาว-ฝ้าย ในขณะที่คนทั้งสองผลึกกัน มีแรงอะไรบ้าง เขียนตอบ มาทุกแรง [2 คะแนน]
- (ค) หลังจากผลึกกัน จนกระทั่งมะนาวอยู่ห่างจากกำแพง 2.0 m จงหาตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวล ของระบบมะนาว-ฝ้าย เมื่อวัดจากกำแพง ให้เหตุผลด้วย [2 คะแนน]
- (ง) ขณะที่มะนาวอยู่ห่างจากฝ้าย 6.0 m มะนาวอยู่ห่างจากกำแพงเท่าใด [2 คะแนน]
- (จ) เมื่อมะนาวเคลื่อนที่มาถึงกำแพง จงหาว่าสองคนนี้อยู่ห่างกันเป็นระยะเท่าไร [2 คะแนน]

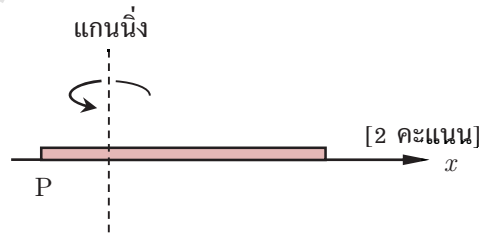
ข้อ 7 คานบางยาว 2.0 m มีมวลต่อหน่วยความ ยาวที่ตำแหน่งต่างๆ เป็น $\lambda = 15x^2$ kg/m โดยที่ x เป็นตำแหน่งในหน่วย m วัดจากจุด P



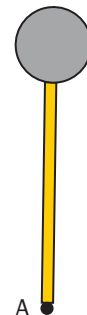
- (ก) จงหามวลของคานนี้ [2 คะแนน]
- (ข) โดยไม่แสดงการคำนวณ นักศึกษาคิดว่าจุดศูนย์กลางของคานนี้ควรจะอยู่บริเวณใด ให้เหตุผล ประกอบด้วย [2 คะแนน]
- (ค) จงหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลของคานนี้ วัดจากจุด P [2 คะแนน]
- (ง) จงหาโมเมนต์ความเฉื่อยของคานรอบ แกนหนึ่งที่ผ่านจุด P และตั้งฉากกับคาน โดยใช้นิยามของโมเมนต์ความเฉื่อย [2 คะแนน]



- (จ) การย้ายแกนหมุนจากจุด P เข้ามาด้านในคาน (ตั้งรูป) จะทำให้ค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของ คานรอบแกนนี้ มีค่ามากขึ้น น้อยลง หรือว่า เท่าเดิม เพราะเหตุใด



ข้อ 8 นาระบบคาน-ทรงกลม มาวางในแนวตั้งรอบสลักลื่นซึ่งตรึงไว้ที่จุด A กำหนดให้ คานบางยาว d มวล m และทรงกลมตันรัศมี $\frac{d}{3}$ มวล $3m$ มีจุดศูนย์กลางทรงกลมอยู่ห่างจากจุด A เป็นระยะ $\frac{4d}{3}$

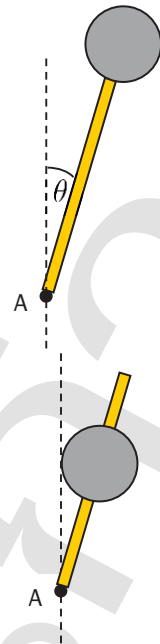


- (ก) จุดศูนย์กลางมวลของระบบนี้ อยู่ห่างจากจุด A เป็นระยะเท่าใด [2 คะแนน]
- (ข) จงหาโมเมนต์ความเฉื่อยของระบบนี้ รอบแกนที่ผ่านจุด A และตั้งฉากกับระนาบของกระดาษ [2 คะแนน]

(ค) ใช้มือจับคานให้เอียงเล็กน้อย จนคานทำมุม θ กับแนวตั้งตั้งรูป แล้วปล่อยมือ ระบบจะล้มลง จงหาขนาดและทิศทางของทอร์กรอบจุด A ที่กระทำต่อระบบ ณ ขณะนั้น [2 คะแนน]

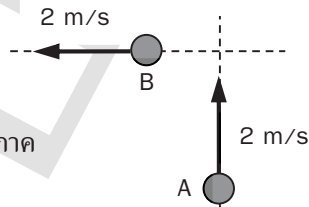
(ง) จากข้อ (ค) ขณะที่คานทำมุม θ กับแนวตั้ง จงหาขนาดและทิศทางของความเร็วเชิงมุมของระบบ [2 คะแนน]

(จ) ถ้าเปลี่ยนตำแหน่งที่ยึดทรงกลมเข้ากับคานจนมีลักษณะตั้งรูป แล้วนำมาปล่อยให้ล้มเช่นเดียวกับข้อ (ค) วัตถุตามรูปนี้จะล้มถึงพื้นเร็วกว่าหรือช้ากว่า ระบบที่ทรงกลมอยู่ตรงปลายคาน เพราะเหตุใด [2 คะแนน]

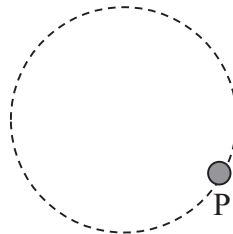


ข้อ 9 (ข้อย่อยละ 2.5 คะแนน)

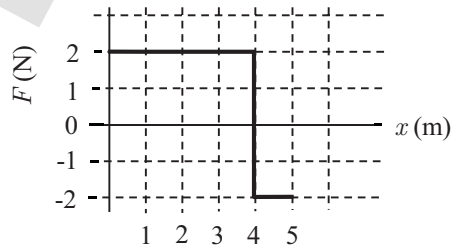
9.1 อนุภาคเคลื่อนที่จากจุด A ไปยังจุด B โดยทิศทางของความเร็วเปลี่ยนตั้งรูป แต่ยังคงมีอัตราเร็วเท่าเดิม จงวาดรูปแสดงวิธีการหาทิศของแรงเฉลี่ยที่กระทำต่ออนุภาคในช่วงการเคลื่อนที่ดังกล่าว



9.2 วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่เป็นวงกลมในทิศทวนเข็มนาฬิกา โดยในขณะที่วัตถุเคลื่อนที่ถึงจุด P พบว่าอัตราเร็วเชิงมุมของวัตถุเพิ่มขึ้น จงวาดรูปลูกศรแสดงทิศทางที่เป็นไปได้ของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุนี้ที่จุด P



9.3 วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่ไปทางทิศ $+x$ โดยมีแรงกระทำต่อวัตถุที่ตำแหน่งต่างๆ ดังกราฟ จงหางานที่ทำต่อวัตถุโดยแรงดังกล่าว จากตำแหน่ง $x = 0$ จนถึงตำแหน่ง $x = 5$ m



9.4 ลูกบอลมวล 500 g เคลื่อนที่ไปทางซ้ายด้วยความเร็ว 6.0 m/s เข้าชนแบบยืดหยุ่นกับลูกบอลอีกลูกที่มีมวลเท่ากันแต่อยู่นิ่งกับที่ ถ้าลูกศรในรูปแสดงเวกเตอร์โมเมนตัม P_1 ของลูกบอลลูกแรกหลังการชน จงวาดเวกเตอร์โมเมนตัม P_2 ของลูกบอลอีกลูกหลังการชน

