

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

การสอบกลางภาค ประจำปีภาคต้น ปีการศึกษา 2556-2557

วิชา ฟิสิกส์ ๑ (SCPY 157) วันพุธที่ 31 กรกฎาคม 2556 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

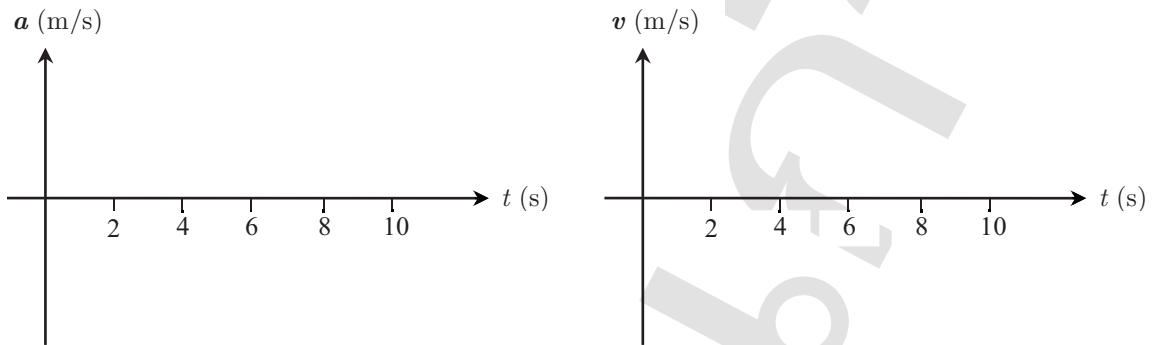
- ให้เขียนคำตอบในกระดาษคำตอบเลย
- พยายามเขียนเหตุผลและรายละเอียดต่างๆ ให้มากที่สุด
อย่าเขียนแค่คำตอบโดยไม่มีเหตุผลเพราะจะไม่ได้คะแนน
- ให้ใช้ปากกาในการทำข้อสอบ
- ให้ใช้ $g_{\text{Earth}} = 9.8 \text{ m/s}^2$

ข้อมูลที่อาจเป็นประโยชน์

- $\sin 37^\circ = 3/5$, $\cos 37^\circ = 4/5$
- $\sin 30^\circ = 0.50$, $\cos 30^\circ = 0.87$
- ทฤษฎีแกนขนานของโมเมนต์ความเฉื่อย $I = I_{CM} + Mr^2$

ข้อ 1.1 ดาวเคราะห์ดวงหนึ่งมีอัตราเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วงเป็น 1.5 m/s^2 ทดลองโยนลูกบอลลูกหนึ่งขึ้นไปตรงๆ ในแนวตั้ง (ทิศ $+y$) ด้วยอัตราเร็วต้น 6.0 m/s จากจุดที่อยู่สูง h จากพื้น โดยไม่มีแรงต้านใดๆ มีเพียงแรงโน้มถ่วงเท่านั้นที่กระทำต่อลูกบอล

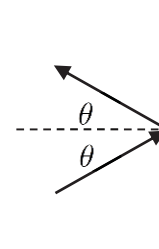
(ก) จงวาดกราฟความเร่งกับเวลา และกราฟความเร็วกับเวลา ของลูกบอลในช่วง 10 วินาที นับตั้งแต่โยนลูกบอล [3 คะแนน]



(ข) จงหาตำแหน่ง y ของลูกบอลที่เวลา t ใดๆ [2 คะแนน]

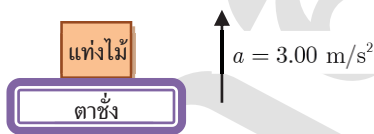
(ค) ถ้าลูกบอลกระทบพื้นทีเวลา $t = 10 \text{ s}$ จงหาความสูง h [2 คะแนน]

ข้อ 1.2 จงแสดงวิธีหาขนาดและทิศทางของความเร่งของลูกบอล ที่สะท้อนที่ผนังด้วยมุมตกกระทบและมุมสะท้อน θ ดังรูป โดยเมื่อสะท้อนกลับออกมาลูกบอลมีอัตราเร็ว v เท่าเดิม (เท่ากับตอนที่ตกกระทบ) และใช้เวลาในการสะท้อนเป็น τ [3 คะแนน]

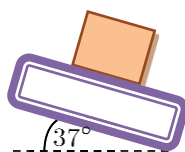


ข้อ 2 แท่งไม้แท่งหนึ่ง มวล 2.00 kg วางอยู่บนตาชั่ง (ตาชั่งจะอ่านค่าแรงปฏิกิริยาตั้งฉากเท่านั้น)

(ก) จับตาชั่งให้เคลื่อนที่ขึ้นตรงๆ ในแนวตั้งด้วยความเร่ง 3.00 m/s^2 ในทิศขึ้น ในขณะที่แท่งไม้ยังอยู่บนตาชั่ง จงวาด Free-body diagram ของแท่งไม้ และหาว่าตาชั่งอ่านค่าได้เท่าไรในหน่วยนิวตัน [3 คะแนน]

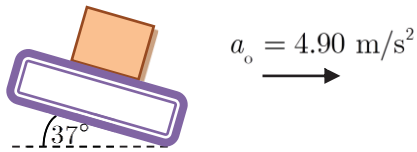


(ข) จับตาชั่งให้เอียงทำมุม 37° กับพื้นระดับและอยู่นิ่งกับที่ ดังรูป พบว่าแท่งไม้ไถลลงตาชั่ง จงวาด Free-body diagram ของแท่งไม้ และหาค่าที่ตาชั่งอ่านได้ในหน่วยนิวตันขณะที่แท่งไม้ไถลลงแต่ยังไม่หลุดออกจากตาชั่ง [2 คะแนน]

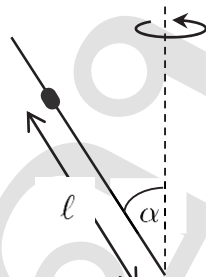


(ค) คราวนี้ผลึกตาซังเอียงในข้อ (ข) ให้เคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยความเร่งในแนวระดับ โดยเพิ่มขนาดความเร่งไปเรื่อยๆ จนถึงค่าหนึ่ง คือ $a_0 = 4.90 \text{ m/s}^2$ พบว่าแท่งไม้จะไม่ไถลลงตาซัง แต่จะ **อยู่นิ่งเทียบกับตาซัง**

- (ค.1) จงวาด Free-body diagram ของแท่งไม้ [1 คะแนน]
- (ค.2) จงหาค่าที่ตาซังอ่านได้ในหน่วยนิวตัน [2 คะแนน]
- (ค.3) จงหาขนาดของแรงเสียดทานที่ตาซังทำต่อแท่งไม้ [2 คะแนน]



ข้อ 3 ร้อยลูกบิดชิ้นเล็กๆ มวล m เข้ากับเส้นลวดตรงสั้น (ไม่มีแรงเสียดทาน) ถ้าหมุนเส้นลวดนี้รอบแกนตั้งด้วยอัตราเร็วเชิงมุมที่พอดีค่าหนึ่ง พบว่าลูกบิดจะไม่ไถลลงมาด้านล่างของเส้นลวด แต่จะอยู่นิ่ง (หมุนไปด้วยกันกับเส้นลวด) ที่ตำแหน่งหนึ่งบนเส้นลวดซึ่งระบุด้วยมุม α และห่างจากด้านล่างเป็นระยะ l ตามแนวเส้นลวด ดังรูป

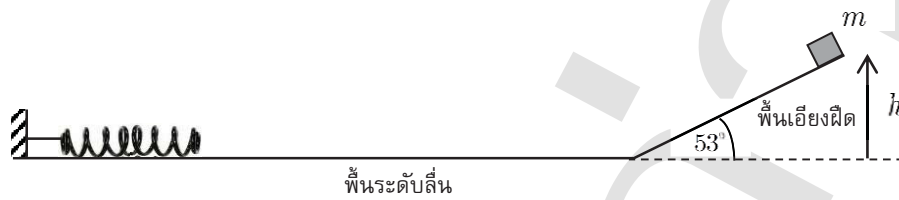


- (ก) จงวาด Free-body diagram แสดงแรงทุกแรงที่กระทำต่อลูกบิด ขณะที่กำลังหมุนไปกับเส้นลวด [2 คะแนน]
- (ข) จงวาดภาพแสดงเส้นทางการเคลื่อนที่ของลูกบิด และหาว่าเมื่อเส้นลวดหมุนไปครบหนึ่งรอบ ลูกบิดเคลื่อนที่ไปได้ระยะทางเท่าไร โดยตอบในรูปของ l และ α [2 คะแนน]
- (ค) แรงใดทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลางของลูกบิด [2 คะแนน]
- (ง) จงหาขนาดของอัตราเร็วเชิงมุม ω ที่ทำให้ลูกบิดอยู่นิ่งเทียบกับเส้นลวดได้ [4 คะแนน]

ข้อ 4.1 ผูกวัตถุเข้ากับสปริงเบาที่มีค่าคงตัวสปริง k และสปริงประพืดตัวตามกฎของฮุก ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ภายใต้แรงสปริงนี้จากตำแหน่ง x_i ไปยังตำแหน่ง x_f วัดจากตำแหน่งของวัตถุตอนที่สปริงมีความยาวเท่ากับความยาวธรรมชาติพอดี **จงใช้นิยามของงาน** เพื่อแสดงว่า งานที่ทำต่อวัตถุโดยแรง

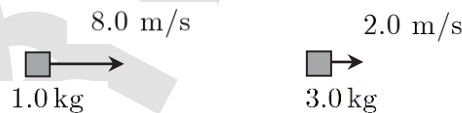
สปริงมีค่าเป็น $W_{\text{spring}} = \frac{1}{2} kx_i^2 - \frac{1}{2} kx_f^2$ [3 คะแนน]

ข้อ 4.2 ปล่อยแท่งไม้มวล $m = 0.10 \text{ kg}$ ที่ความสูง $h = 8.0 \text{ m}$ วัดจากพื้นด้านล่าง ให้ไถลลงตามพื้นเอียงฝืดที่ทำมุม 53° กับแนวระดับ แรงเสียดทานจลน์ที่พื้นเอียงทำต่อแท่งไม้มีขนาด $f = 0.30 \text{ N}$ เมื่อแท่งไม้ลงมาถึงด้านล่างของพื้นเอียงก็ไถลต่อไปบนพื้นระดับสั้น จนกระทั่งไปชนเข้ากับสปริงเบาที่ผูกติดอยู่กับผนัง ดังรูป



- (ก) จงหางานทั้งหมดที่ทำต่อแท่งไม้ ในช่วงตั้งแต่ปล่อยจนแท่งไม้มาถึงด้านล่างของพื้นเอียง [2 คะแนน]
- (ข) จงใช้ทฤษฎีบทงาน-พลังงานจลน์ เพื่อหาขนาดความเร็วของแท่งไม้ที่ด้านล่างของพื้นเอียง [2 คะแนน]
- (ค) จงหาระยะที่สปริงยุบเข้าไปมากที่สุด โดยใช้ทฤษฎีบทงาน-พลังงานจลน์ กำหนดให้สปริงมีค่าคงตัวเป็น $k = 40 \text{ N/m}$ [3 คะแนน]

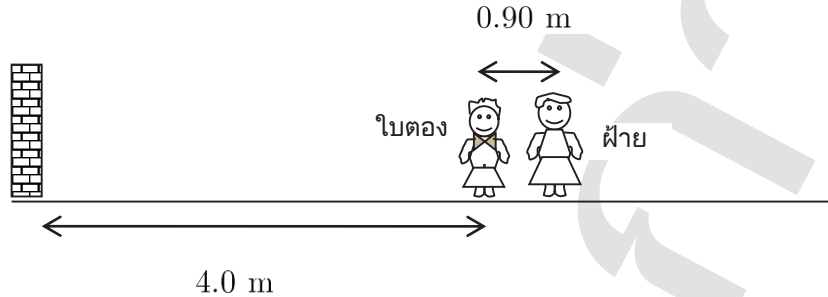
ข้อ 5.1 พิจารณาการชนแบบยืดหยุ่นของมวลสองก้อน โดยที่มวล 1.0 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 8.0 m/s ไปทางขวา เข้าชนมวล 3.0 kg ที่กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2.0 m/s ไปทางขวา (ไม่มีแรงภายนอกใดๆ มากระทำต่อมวลทั้งสองนี้ และให้พิจารณาว่าเป็นการชนในหนึ่งมิติเท่านั้น) จงหาความเร็วของมวล 3.0 kg ภายหลังการชน [4 คะแนน]



ข้อ 5.2 มวล 4.0 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 6.0 m/s ไปทางขวา เข้าชนมวล 2.0 kg ที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 3.0 m/s ไปทางซ้าย แล้วติดกันไป จงหาว่าในการชนครั้งนี้ พลังงานจลน์ของระบบมวลทั้งสองลดลงกี่จูล (ไม่มีแรงภายนอกใดๆ มากระทำต่อมวลทั้งสองนี้ และให้พิจารณาว่าเป็นการชนในหนึ่งมิติเท่านั้น) [3 คะแนน]

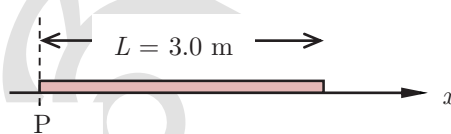
ข้อ 5.3 ใหญ่มวล $9m$ กับเล็กมวล m เดิมยืนนิ่งบนพื้นลื่น ต่างออกแรงผลักกันทำให้เคลื่อนที่ออกจากกัน จงหาว่าหลังจากผลักแล้ว ใครจะมีพลังงานจลน์มากกว่า และมากกว่าเป็นกี่เท่าของคนที่ มีพลังงานจลน์น้อยกว่า (ไม่มีแรงภายนอกใดๆ มากระทำต่อมวลทั้งสองนี้ และให้พิจารณาว่าเป็นการชนในหนึ่งมิติเท่านั้น) [3 คะแนน]

ข้อ 6 ไบตองมวล 40 kg และฝ้ายมวล 80 kg ยืนนิ่งอยู่บนลานน้ำแข็งลื่นมาก ทั้งสองอยู่ห่างกันเป็นระยะ 0.90 m และไบตองอยู่ห่างจากกำแพงเป็นระยะ 4.0 m จากนั้นทั้งสองคนก็ผลักกันเพื่อให้ห่างจากกัน และพบว่าฝ้ายเคลื่อนออกไปทางขวาด้วยความเร็ว 0.5 m/s กำหนดให้ระบบประกอบด้วยไบตองและฝ้าย ให้คิดว่าเป็นปัญหาในหนึ่งมิติ และให้ประมาณว่าไบตองและฝ้ายเป็นอนุภาค

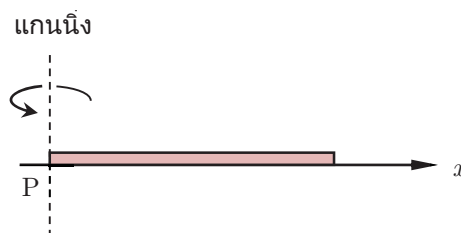


- (ก) ก่อนผลักกัน จงหาตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวลของระบบไบตองและฝ้าย เมื่อวัดจากกำแพง [2 คะแนน]
- (ข) มีแรงใดบ้างที่เป็นแรงภายนอกที่กระทำต่อระบบไบตอง-ฝ้าย ในขณะที่คนทั้งสองผลักกัน และแรงลัพธ์ของแรงภายนอกมีขนาดเป็นศูนย์หรือไม่ [2 คะแนน]
- (ค) หลังจากผลักกัน ขณะที่ไบตองอยู่ห่างจากกำแพง 1.0 m จงหาตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวล เมื่อวัดจากกำแพง ให้เหตุผลด้วย [2 คะแนน]
- (ง) ขณะที่ไบตองอยู่ห่างจากกำแพง 1.0 m ฝ้ายอยู่ห่างจากกำแพงเท่าใด [2 คะแนน]
- (จ) เมื่อไบตองเคลื่อนที่มาถึงกำแพงแล้วอยู่นิ่งด้วยการเกาะกำแพงไว้ เป็นเวลา 4.2 s จงหาว่าขณะนั้น จุดศูนย์กลางมวลของระบบไบตองและฝ้าย อยู่ห่างจากกำแพงเป็นระยะเท่าใด [2 คะแนน]

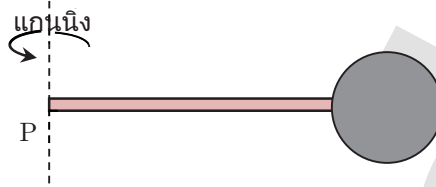
ข้อ 7 คานบางยาว 3.0 m มีมวลต่อหน่วยความยาวที่ตำแหน่งต่างๆ เป็น $\lambda = 6x$ kg/m โดยที่ x เป็นตำแหน่งในหน่วย m วัดจากจุด P ดังรูป



- (ก) จงแสดงว่าคานนี้มีมวล 27 kg [2 คะแนน]
- (ข) จงแสดงว่าจุดศูนย์กลางมวลของคานนี้อยู่ที่ระยะห่าง 2.0 m วัดจากจุด P [2 คะแนน]
- (ค) จงใช้นิยามของโมเมนต์ความเฉื่อยเพื่อแสดงว่าโมเมนต์ความเฉื่อยของคานรอบแกนนิ่งที่ผ่านจุด P และตั้งฉากกับคานมีค่าเท่ากับ $121.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ [3 คะแนน]

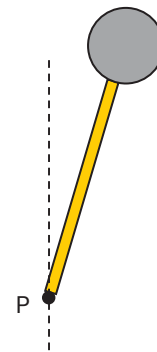


- (ง) จงแสดงว่าค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของระบบคานที่มีทรงกลมตันมวล 4.0 kg รัศมี 0.50 m ติดอยู่ตรงปลาย รอบแกนหนึ่งที่ผ่านจุด P และตั้งฉากกับคาน มีค่าเท่ากับ 170.9 kgm^2 กำหนดให้โมเมนต์ความเฉื่อยของทรงกลมตันรอบแกนที่ผ่านจุดศูนย์กลางมวลของทรงกลมมีค่าเท่ากับ 0.40 kgm^2 [3 คะแนน]



ข้อ 8.1 นำคานในข้อ 7(ง) มาวางในแนวตั้งรอบสลักลื่นซึ่งตั้งไว้ที่จุด P

- (ก) ใช้มือจับคานให้เอียงจนคานทำมุม 30° กับแนวตั้ง ดังรูป แล้วปล่อยมือ ระบบจะล้มลง จงหาขนาดและทิศทางของทอร์กรอบจุด P ที่กระทำต่อระบบ ณ ขณะนั้น [3 คะแนน]



- (ข) ขณะที่คานทำมุม 30° กับแนวตั้ง จงหาขนาดของความเร่งของจุดศูนย์กลางมวลของทรงกลมตัน [2 คะแนน]

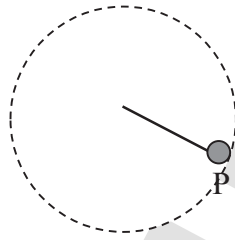
ข้อ 8.2 ปล่อยทรงกลมตันมวล M รัศมี R ให้กลิ้งแบบไม่ไถลลงมาตามพื้นเอียง ที่มีระยะตามแนวพื้นเอียง ℓ แล้วกลิ้งแบบไม่ไถลต่อไปบนพื้นระดับฝืด จงหาว่าเมื่อทรงกลมตันนี้ กลิ้งแบบไม่ไถลไปตามพื้นระดับเป็นระยะ 0.5ℓ จุดศูนย์กลางมวลของทรงกลมนี้จะมีอัตราเร็วเท่าใด [5 คะแนน]



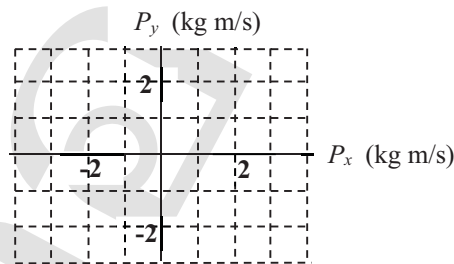
ข้อ 9 (ข้อย่อยละ 2.5 คะแนน)

9.1 ลูกเหล็กมวล m ตกลงในถังน้ำมัน ซึ่งมีแรงต้านการเคลื่อนที่ขนาด $f = bv^n$ เมื่อ b และ n เป็นค่าคงตัว และ v คืออัตราเร็วของลูกเหล็กในน้ำมัน จงหาอัตราเร็วปลาย (terminal speed) ของลูกเหล็กนี้

9.2 ผู้วัตถุอันหนึ่งไว้กับเชือก แล้วแกว่งให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมในระนาบตั้งในทิศทวนเข็มนาฬิกา โดยในขณะที่วัตถุเคลื่อนที่ถึงจุด P พบว่าอัตราเร็วเชิงมุมของวัตถุนี้ลดลง แรงดึงเชือกมีขนาดเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร



9.3 อนุภาคมวล 0.50 kg เคลื่อนที่ไปทางตะวันออก (ขวา) ด้วยความเร็ว 4.0 m/s เข้าชนกับอีกอนุภาคหนึ่งที่มีมวลเท่ากันและกำลังเคลื่อนที่ไปทางใต้ด้วยความเร็ว 3.0 m/s หลังจากการชนทั้งคู่ติดกันไปกลายเป็นอนุภาคเดียว จงวาดเวกเตอร์โมเมนตัมของอนุภาคเดียวนี้หลังการชน



9.4 อนุภาคมวล m กำลังหมุนในแนวระดับเป็นวงกลมรอบแกนหนึ่ง ด้วยอัตราเร็ว v ดังรูป จงวาดรูปลูกศรแสดงทิศของโมเมนตัมเชิงมุมรอบจุด O

