

## ข้อสอบเก่า (เผยแพร่โดยอาจารย์ประจำวิชาเอง)

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

การสอบปลายภาค ประจำปีภาคต้น ปีการศึกษา 2555 – 2556

วิชา ฟิสิกส์ ๑ (SCPY 157)

วันอังคารที่ 2 ตุลาคม 2555

เวลา 9.00 – 12.00 น.

นักศึกษาชั้นปีที่ 1

ประเพณีวิชา วิทยาศาสตร์

ข้อสอบมีทั้งหมด 9 ข้อ เต็ม 90 คะแนน

### ข้อมูล

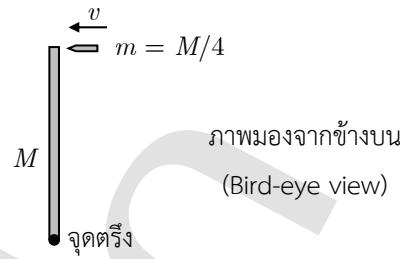
- โมเมนต์ความเฉื่อยของ ทรงกลมตันรัศมี  $R$  รอบแกนที่ผ่านจุดศูนย์กลางมวล เท่ากับ  $\frac{2}{5}MR^2$
- โมเมนต์ความเฉื่อยของ คานสม่ำเสมอยาว  $L$  รอบแกนที่ผ่านปลายคานและตั้งฉากกับคาน เท่ากับ  $\frac{1}{3}ML^2$
- $\sin \theta \approx \theta$  เมื่อ  $\theta$  มีค่าน้อยๆ และมีหน่วยเป็นเรเดียน
- $g = 9.8 \text{ m/s}^2$
- $\sin A + \sin B = 2 \sin \left( \frac{A+B}{2} \right) \cos \left( \frac{A-B}{2} \right)$

ข้อ 1. ทรงกลมตันลูกหนึ่งมวล  $M$  รัศมี  $R$  กลิ้งไปบนพื้นระดับฝืดโดยไม่ไถลด้วยความเร็วคงตัว  $9.8 \text{ m/s}$  แล้วกลิ้งโดยไม่ไถลต่อขึ้นไปบนพื้นเอียงที่ทำมุม  $30^\circ$  องศา กับแนวระดับ ดังรูป



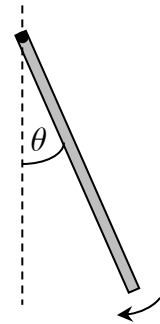
- (ก) จงเขียนแผนภาพวัตถุเสรี (free-body diagram) ของทรงกลมตัน ขณะกำลังกลิ้งโดยไม่ไถลบนพื้นระดับด้านล่าง และขณะกำลังกลิ้งโดยไม่ไถลขึ้นพื้นเอียง โดยให้เขียนตัวแปรของแต่ละแรงกำกับลงในภาพพร้อมเขียนอธิบายความหมายของแต่ละตัวแปรด้วย [3 คะแนน]
- (ข) จงหาพลังงานกล (พลังงานจลน์บวกพลังงานศักย์) ของทรงกลมตันนี้ ก่อนขึ้นพื้นเอียง โดยกำหนดให้พื้นระดับด้านล่างเป็นระดับอ้างอิงของพลังงานศักย์ [3 คะแนน]
- (ค) จงหาว่าทรงกลมตันนี้จะกลิ้งขึ้นไปตามพื้นเอียงได้ระยะทางเท่าไร (ระยะทางตามพื้นเอียง) [4 คะแนน]

**ข้อ 2.** คานสม่ำเสมอ ยาว  $L$  มวล  $M$  วางอยู่บนพื้นระนาบระดับที่ ไม่มีความฝืด ที่ปลายด้านหนึ่งของคานตรึงอยู่กับสลักลื่น ในตอนเริ่มต้นเมื่อคานอยู่นิ่ง มีลูกกระสุนมวล  $M/4$  ซึ่งวิ่งขนานกับพื้นระนาบมาชนกับคานในแนวตั้งฉากด้วยอัตราเร็ว  $v$  โดยพุ่งเข้าชนและฝังอยู่ตรงปลายคานพอดี ดังรูป กำหนดให้ โมเมนต์ความเฉื่อยของอนุภาคมวล  $m$  ที่วิ่งรอบแกนหมุนเป็นวงกลมรัศมี  $R$  คือ  $mR^2$



- (ก) จงหาขนาดของโมเมนต์เชิงมุมรวมของระบบคาน-กระสุน เทียบกับจุดที่ตรึง ขณะที่ลูกกระสุนกำลังจะเข้าชน ดังรูป [3 คะแนน]
- (ข) โมเมนต์เชิงมุมรวมของระบบเทียบกับจุดที่ตรึง หลังจากลูกกระสุนชนและฝังติดกับคานไปแล้ว มีขนาดเท่ากับข้อ (ก) หรือไม่ เพราะเหตุใด [1 คะแนน]
- (ค) จงหาอัตราเร็วเชิงมุมของระบบหลังจากที่กระสุนฝังเข้าไปในคาน [3 คะแนน]
- (ง) จงหาอัตราส่วนระหว่างพลังงานจลน์ของระบบหลังชนกับพลังงานจลน์ของระบบก่อนชน [3 คะแนน]

**ข้อ 3.** แขนงปลายด้านบนของท่อนไม้ยาว  $L$  มวล  $M$  ไว้กับสลักลื่น ดึงท่อนไม้ออกไปทางขวาทำมุม  $\theta_0$  เล็กๆ เทียบกับแนวตั้ง แล้วปล่อย ทำให้ท่อนไม้แกว่งกวัดอยู่ในระนาบตั้งรูปด้านขวานี้แสดงท่อนไม้ขณะกำลังแกว่งลงและทำมุม  $\theta$  เล็กๆ เทียบกับแนวตั้ง

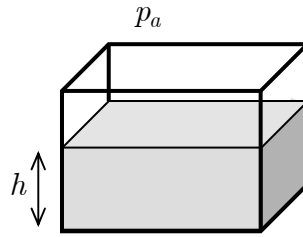


- (ก) จงพิสูจน์ว่า ท่อนไม้มีสมการการเคลื่อนที่เชิงมุมเป็น  $\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{3g}{2L}\theta$  โดยให้เริ่มต้นจากสมการ  $\vec{\tau} = I\vec{\alpha}$  และกำหนดให้ ทิศพุ่งออกจากกระดาษเป็นบวก [4 คะแนน]
- (ข) คำตอบของสมการการเคลื่อนที่ในข้อ (ก) คือ [2 คะแนน]
- (ค) ถ้า  $L = 0.98$  m จงหาคาบของการแกว่งกวัดของท่อนไม้ [2 คะแนน]
- (ง) จงเขียนกราฟระหว่างตำแหน่งเชิงมุมกับเวลา โดยระบุค่าที่สำคัญต่างๆ บนแต่ละแกนด้วย [2 คะแนน]



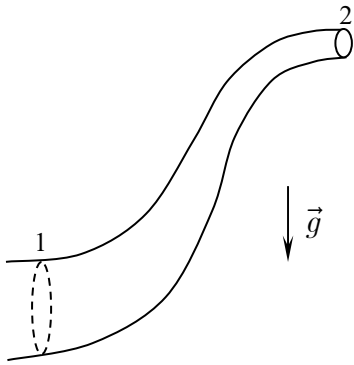
**ข้อ 4.1** จงหาความดันที่ก้นภาชนะเปิดตั้งรูป เมื่อบรรจุของเหลวความหนาแน่นคงตัว  $\rho$  สูง  $h$  กำหนดให้อากาศ

ข้างบนมีความดัน  $p_a$  โดยเริ่มต้นจากสมการความดันในของไหล  $\frac{dp}{dy} = -\rho g$  [5 คะแนน]



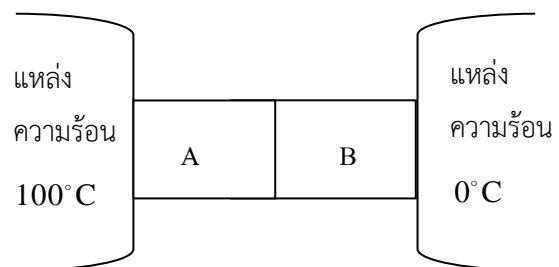
**ข้อ 4.2** ของไหลอุดมคติความหนาแน่น  $\rho$  ไหลในท่อที่มีพื้นที่หน้าตัดไม่คงตัว จากด้านล่างขึ้นไปด้านบน ดังรูป ที่

ตำแหน่งที่ 1 ท่อมีพื้นที่หน้าตัด  $A$  และของไหลมีอัตราเร็ว  $v$  ตำแหน่งที่ 2 ท่อมีพื้นที่หน้าตัด  $A/2$  อยู่สูงจากตำแหน่งที่ 1 เป็นระยะ  $h$  และเปิดออกสู่อากาศด้านนอก จงหาความดันเกจในของไหลที่ตำแหน่งที่ 1 [5 คะแนน]



**ข้อ 5.1**

แท่งโลหะสองอัน พื้นที่หน้าตัดเท่ากัน ความยาวเท่ากัน อันหนึ่งทำจากโลหะ A และอีกอันหนึ่งทำจากโลหะ B ถูกวางเรียงต่อกันและเชื่อมต่อกับแหล่งความร้อนขนาดใหญ่ ที่มีอุณหภูมิคงตัว  $100^\circ\text{C}$  และ  $0^\circ\text{C}$  ดังรูป แล้ววางทิ้งไว้จนเข้าสู่ภาวะคงตัว พบว่าที่ผิวรอยต่อระหว่าง โลหะ A และ B มีอุณหภูมิเท่ากับ  $80^\circ\text{C}$



(ก) จงหาว่าโลหะชนิดใดนำความร้อนได้ดีกว่า เพราะเหตุใด [2 คะแนน]

(ข) กระแสความร้อนที่ผ่านแท่งโลหะ A มากกว่า น้อยกว่า หรือ เท่ากับกระแสความร้อนที่ผ่านแท่งโลหะ B เพราะเหตุใด [2 คะแนน]

**ข้อ 5.2**

ทรงกลมตันทำจากเหล็กมวล  $m$  มีรัศมี  $r$  วางอยู่บนพื้น ถ้าทรงกลมนี้ได้รับความร้อนจนมีรัศมีเพิ่มขึ้น 1.0% โดยที่ยังคงมีลักษณะเป็นทรงกลมเหมือนเดิม กำหนดให้เหล็กมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงปริมาตรเชิงความร้อนเท่ากับ  $\beta$  และมีความร้อนจำเพาะเท่ากับ  $c$

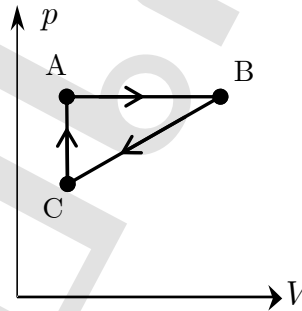
(ก) ทรงกลมนี้ได้รับความร้อนเท่าใด [4 คะแนน]

(ข) เมื่อพิจารณาถึงตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลของทรงกลมนี้พบว่าสูงขึ้นจากเดิม แสดงว่าพลังงานศักย์โน้มถ่วงของทรงกลมนี้มีการเปลี่ยนแปลง ข้อมูลนี้มีผลทำให้คำตอบในข้อ (ก) ชัดกับกฎข้อใดของเทอร์โมไดนามิกส์ หรือไม่อย่างไร [2 คะแนน]

**ข้อ 6.1** เครื่องจักรเครื่องหนึ่งใช้แก๊สอุดมคติในการทำงาน

โดยในหนึ่งรอบการทำงาน แก๊สมีการเปลี่ยนแปลงสถานะ

จาก  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$  ดังรูป



(ก) จงเติมตัวเลขลงในตารางด้านล่างให้สมบูรณ์ (ให้ใส่เฉพาะตัวเลขเท่านั้น) [4 คะแนน]

	$Q(J)$	$W(J)$	$\Delta U(J)$
$A \rightarrow B$		-60	
$B \rightarrow C$	-140	+40	
$C \rightarrow A$	+10		

(ข) จงหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรนี้ [2 คะแนน]

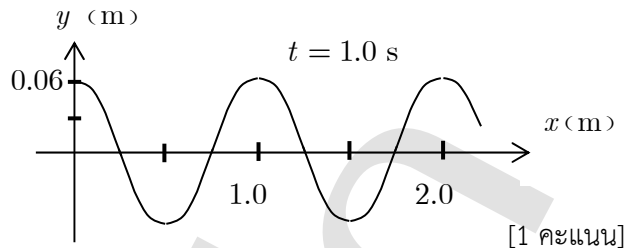
**ข้อ 6.2** แก๊สอุดมคติระบบหนึ่งมีจำนวน  $\frac{2}{8.3}$  โมล ปริมาตร  $16 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  และความดัน  $3.0 \times 10^4 \text{ N/m}^2$

มีการเปลี่ยนแปลงสถานะโดยกระบวนการแอดิเอแบติก ทำให้ปริมาตรลดลงเหลือหนึ่งในสี่ จงหาอุณหภูมิของแก๊สนี้

ภายหลังที่ปริมาตรลดลงแล้ว กำหนดให้  $\gamma = 1.5$ ,  $R = 8.3 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$  [4 คะแนน]

ข้อ 7. พิจารณาคลื่นในเส้นเชือกเส้นหนึ่ง ซึ่งมีการ

เคลื่อนที่ไปทาง  $+x$  มีคาบเท่ากับ 4.0 s  
และมีรูปร่างตามกราฟนี้ที่เวลา  $t = 1.0$  s



(ก) ความยาวคลื่น =

[1 คะแนน]

(ข) จงเขียนฟังก์ชันคลื่นของคลื่นนี้

[2 คะแนน]

(ค) จงหาตำแหน่งในแนวดิ่งของอนุภาคเชือกที่  $x = \frac{1}{8}$  m และ  $t = 1.0$ s

[2 คะแนน]

(ง) อนุภาคเชือกที่ตำแหน่ง  $x = \frac{1}{8}$  m และ  $t = 1.0$ s กำลังเคลื่อนที่ไปทางใด เพราะเหตุใด

[2 คะแนน]

(จ) จงเขียนกราฟระหว่างตำแหน่งแนวดิ่งกับตำแหน่งนอน ( $y$  กับ  $x$ ) ที่เวลา  $t = 4.0$  s

[2 คะแนน]



(ฉ) ทำซ้ำข้อ (ข) ในกรณีที่คลื่นเคลื่อนที่ไปทาง  $-x$

[1 คะแนน]

ข้อ 8.1 ตารางต่อไปนี้แสดงฟังก์ชันของคลื่นสองขบวนที่มาแทรกสอดกัน ใน 4 กรณีต่อไปนี้ จงเติมแอมพลิจูดและความถี่ของคลื่นรวม และเติมข้อความอื่นๆ ลงช่องว่างในตารางทั้ง 6 ช่อง ให้สมบูรณ์ ( $x$  มีหน่วยเป็น m และ  $t$  มีหน่วยเป็น s)

[6 คะแนน]

กรณี ที่	$y_1$	$y_2$	แอมพลิจูด ของคลื่นรวม	ความถี่ของคลื่น รวม (Hz)	ชื่อของ ปรากฏการณ์
1	$4 \sin(\pi x - 2\pi t)$	$4 \sin(\pi x - 2\pi t + 2\pi)$		ไม่ต้องตอบ	ไม่ต้องตอบ
2	$4 \sin(201x - 201t)$	$4 \sin(203x - 203t)$	ไม่ต้องตอบ		
3	$4 \sin(\pi x - \pi t)$	$4 \sin(\pi x + \pi t)$	ไม่ต้องตอบ		
4	$4 \sin(\pi x - 2\pi t)$	$4 \sin\left(\pi x - 2\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$		ไม่ต้องตอบ	ไม่ต้องตอบ

**ข้อ 8.2** ลวดยาว 1.0 m ถูกขึงตึงที่ปลายสองด้าน เมื่อใช้คลื่นเสียงที่มีความถี่ตั้งแต่ 600 Hz ไปจนถึง 750 Hz ไปกระตุ้นให้สั่น พบว่าลวดสั่นอย่างแรงที่ความถี่ 640 Hz และ 720 Hz โดยไม่มีการสั่นอย่างแรงที่ความถี่อื่นๆ ได้อีกในช่วง 600 – 750 Hz (เขียนเฉพาะคำตอบเท่านั้น) [4 คะแนน]

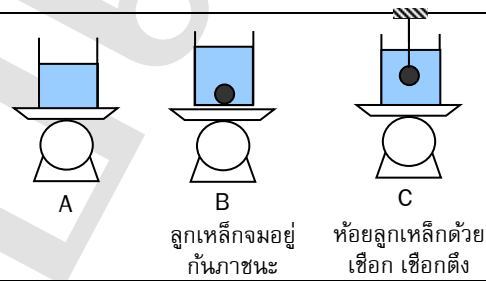
(ก) ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า

(ข) ความถี่ธรรมชาติของลวดเส้นนี้ =

(ค) อัตราเร็วของคลื่นในลวดเส้นนี้มีค่า =

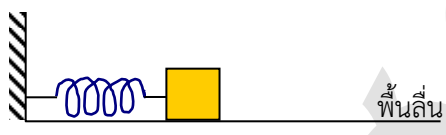
**ข้อ 9** (ข้อย่อยละ 2 คะแนน) ไม่ต้องแสดงวิธีทำ ไม่ต้องเขียนอธิบายเหตุผล เขียนเฉพาะคำตอบสั้นๆ เท่านั้น

**9.1** จงหาเรียงลำดับค่าที่อ่านได้จากตาชั่งจากแต่ละกรณี ดังรูป จากค่าน้อยที่สุดไปมากที่สุด (ภาชนะและน้ำในแต่ละกรณีเหมือนกัน)

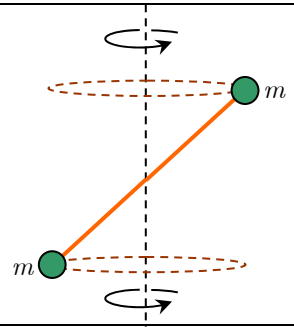


A B C  
ลูกเหล็กจมอยู่  
กันภาชนะ      ห้อยลูกเหล็กด้วย  
เชือก เชือกตึง

**9.2** ดันมวลเข้ากับสปริงที่ยึดติดกับกำแพง ไปทางซ้าย แล้วปล่อยมือ ทำให้มวลสั่นแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เฟสเริ่มต้นของมวลมีค่าเท่าไร ถ้าเราบรรยายตำแหน่งของมวลด้วยฟังก์ชัน sine และให้ทิศขวาเป็นทิศบวก



**9.3** วัตถุเล็ก ๆ มวล  $m$  เหมือนกันสองอัน ต่อกันอยู่ด้วยคานเบาๆ ระบบดังกล่าวหมุนรอบแกนในแนวตั้งในลักษณะดังรูป จงเขียนรูปแสดงทิศทางของโมเมนตัมเชิงมุมรวมของระบบ โดยให้จุดอ้างอิงอยู่ตรงกลางคานระหว่างมวลทั้งสองซึ่งอยู่ตรงกับแกนหมุนพอดี



**9.4** งานโดยแรงภายนอกในการเปลี่ยนปริมาตรของแก๊สอุดมคติจำนวน  $n$  โมล ที่มีอุณหภูมิ  $T$  โดยกระบวนการอุณหภูมิคงตัว ทำให้มีปริมาตรลดลงเหลือครึ่งหนึ่งเท่ากับเท่าใด

**9.5** ถ้าอยากจะเพิ่มความยาวคลื่นของคลื่นในเส้นเชือกที่ขึงตึงที่ปลายทั้งสองด้าน จะทำได้อย่างไรบ้าง บอกมาสองอย่าง