

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำปีภาคการศึกษาที่ 2

ปีการศึกษา 2556

วันศุกร์ที่ 7 มีนาคม 2557

เวลา 9:00-12:00 น.

วิชา 215, 216-221 Engineering Mechanics II

215-221 → R201, 216-221 → A400

คำสั่ง

1. ข้อสอบทั้งหมด 3 ตอน 14 หน้า **บังคับทำทุกตอน** สามารถฉีก 2 หน้าสุดท้ายออกมาเป็นกระดาษทด
2. ให้เขียนชื่อ-สกุล, รหัสนักศึกษา และ ชื่ออาจารย์ผู้สอน ลงในข้อสอบทุกหน้า
3. **อนุญาต** ให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบ และ **ห้าม** ยืมอุปกรณ์ใดๆ ในห้องสอบ
4. **กำหนด** ให้ใช้ค่า $g = 10 \text{ m/s}^2$ ทุกข้อ และใช้ตารางในหน้า 13 ในการหา Mass Moment of Inertia
5. **หมายเหตุ** ตัวย่อ FBD = Free Body Diagram และ KD = Kinetic Diagram

❀ ผม(หนู) _____ ❀

❀ **ไม่คิดจะกระทำการอันใด ที่ได้ชื่อว่าทุจริตในการสอบอย่างแน่นอนอนครีบอาจารย์!** ❀

ตอนที่	Topic	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	1.1 Using IC	20	
	1.2 Relative Motion Analysis	30	
2	2.1 Newton's Law	25	
	2.2 Newton's Law	25	
3	3.1 Work & Energy	20	
	3.2 Work & Energy	20	
	3.3 Work & Energy	10	
รวม		150 (40%)	

215-221 => (01) อ. สมชาย แซ่อึ้ง (01 : 2MaE, 2MnE) (02) อ. ชลิตา หิรัญสุข (วศ. ตกค้าง)

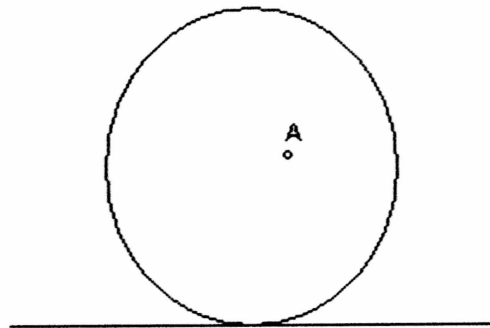
216-221 => (01) อ. จีระภา สุขแก้ว (วศ. ตกค้าง)

(ผู้ออกข้อสอบ)

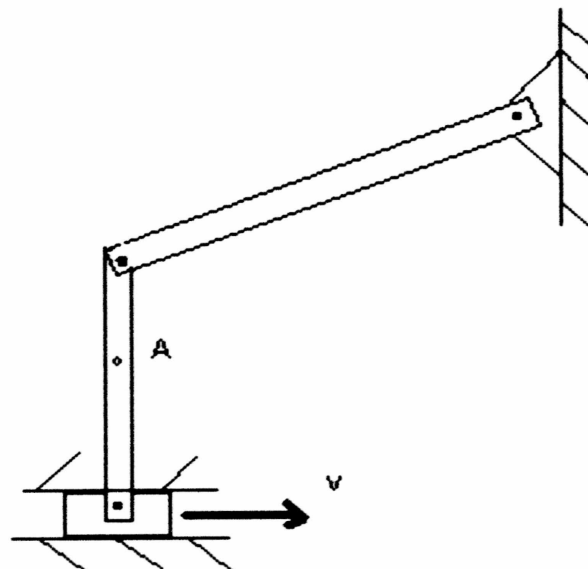
ตอนที่ 1 Kinematics of a rigid body ออกและตรวจโดย อาจารย์ ชลิตา ธีรวิสุข

ข้อ 1.1 จงแสดงตำแหน่งของ Instantaneous Center of Zero Velocity (IC) ของทุก Rigid Body ที่สามารถแสดงได้ และแสดงทิศทางของความเร็วของจุด A บน rigid body ที่กำหนด

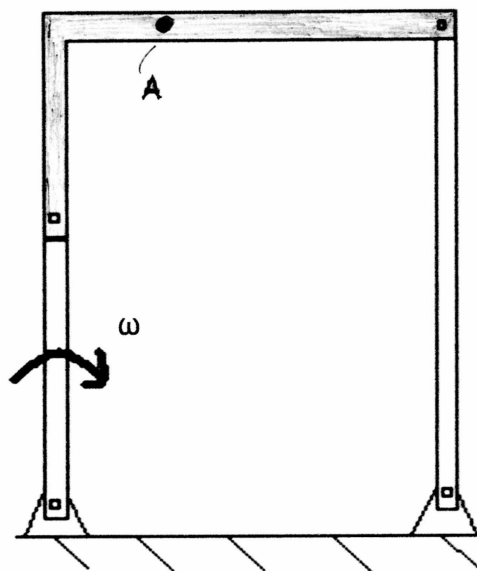
a) Disk rolls without slipping ทิศตามเข็มนาฬิกา (5 คะแนน)



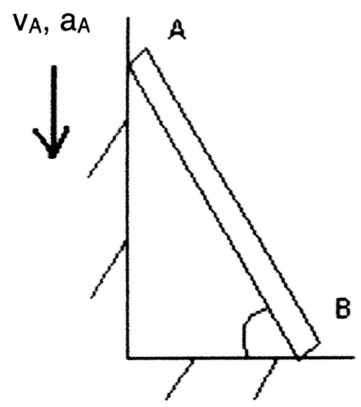
b) (5 คะแนน)



c) (10 คะแนน)



ข้อ 1.2 หาความเร็ว และ ความเร่งของปลายแท่ง B และ ความเร็วเชิงมุม และ ความเร่งเชิงมุมของแท่ง AB ในขณะที่ $\theta = 60^\circ$ ถ้า AB ยาว 4m $v_A = 2 \text{ ms}^{-1}$ และ $a_A = 1 \text{ ms}^{-2}$ (30 คะแนน)



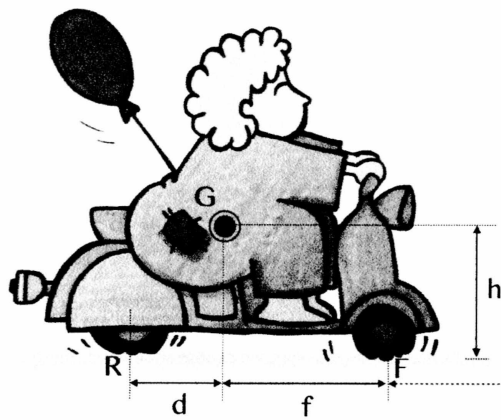
ตอนที่ 2 Kinetics of a Rigid Body : ใช้ Newton's law ออกและตรวจโดยอาจารย์ จีระภา สุขแก้ว

ข้อ 2.1 เมื่อคุณป้าใจดี ผลุนผลันขับรถออกจากงานวันเด็ก เพื่อเอาลูกโป่ง กลับไปให้หลานตัวเล็กที่รออยู่ที่บ้าน ขณะขับรถอยู่ด้วย อัตราเร็วคงที่ U m/s คุณป้าเลื้อบเห็นลูกหมาน้อยนั่งเหม่อมอง UFO โดยไม่มีทีท่าจะขยับอยู่บนถนนด้านหน้าห่างไปเป็นระยะ s เมตร คุณป้าก็รีบกำเบรคมือทั้งสองข้างทำให้ล้อทั้งสองล้อคและสิ้นไกลไปบนถนนจนหยุด จงหาค่าตอบต่อไปนี้ เมื่อ

กำหนดให้ คุณป้ากับรถ มีมวลรวม M kg โดยมีจุดรวมมวลอยู่ที่ G กำหนด ระยะห่าง d , f และ h เมตร ดังรูป

สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน สถิตย และ จลน์ ระหว่างล้อกับถนน คือ μ_s และ μ_k ตามลำดับ

หมายเหตุ ทุกคำตอบจะต้องอยู่ในรูปของตัวแปรที่กำหนดให้ $f, d, h, g, M, U, \mu_k, \mu_s$ เท่านั้น และต้องเติม คำตอบลงในช่องว่างที่กำหนด



$s = ?$



[5 points] จงเขียน FBD & KD ของ คุณป้ากับรถ

แผนภาพ FBD

แผนภาพ KD



\equiv



☛ [3 points] จงเขียน Equations of Motion ของ คุณป้าก็บรด ในแต่ละแนว

แนวนอน ← => =

แนวตั้ง ↑ => =

☛ [2 points] แก๊สมการหาค่า ความเร่ง ของ คุณป้าก็บรด

=> $a_G =$

☛ [4 points] คุณป้าจะต้องเริ่มเบรก เมื่อเจ้าหมาน้อยต้องอยู่ห่างออกไป เป็นระยะอย่างน้อยที่สุดเท่าไร จึงจะไม่ถูกชน

=> $s =$

☛ [5 points] จงหา แรงปฏิกิริยา ที่พื้นถนนกระทำกับ ล้อหน้า (Front Wheel) และ ล้อหลัง (Rear Wheel)

$N_R =$ > $N_F =$

=

<

☛ [2 points] หากคุณป่าใจดี มีเพื่อน มวล m kg ซ้อนท้ายรถมาด้วยกัน เพื่อไม่ให้ชนเจ้าหมาน้อย จงหาว่าคุณป่าควรเริ่มเบรคที่ระยะห่าง s เท่าไร มากกว่า เท่ากับ หรือ น้อยกว่า ระยะเบรคเดิมที่มีเพียงคุณป่าขับมาคนเดียว

อธิบาย

$$s = \boxed{}$$

☛ [2 points] จงแสดงเงื่อนไข ที่ทำให้ล้อหลังยกขึ้นจากพื้นได้ เมื่อคุณป่าเหยียบเบรค และจงหาแรงปฏิกิริยาที่ล้อหน้า

อธิบาย

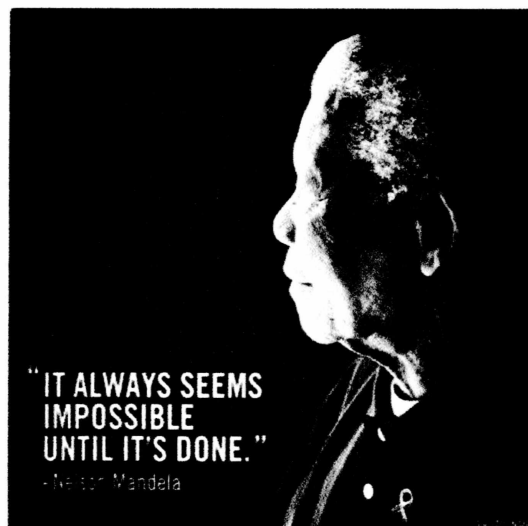
$$N_F = \boxed{}$$

☛ [2 points] หากคุณป่าขับรถคนเดียว กินลม ชมวิวไปเรื่อยๆ ด้วย ความเร็วคงที่ 36 km/h โดยปราศจากซึ่งเจ้าหมาน้อย มาขวางถนน จงหา แรงปฏิกิริยา ที่พื้นกระทำกับ ล้อหน้า และ ล้อหลัง

$$N_R = \boxed{}$$

>
=
<

$$N_F = \boxed{}$$



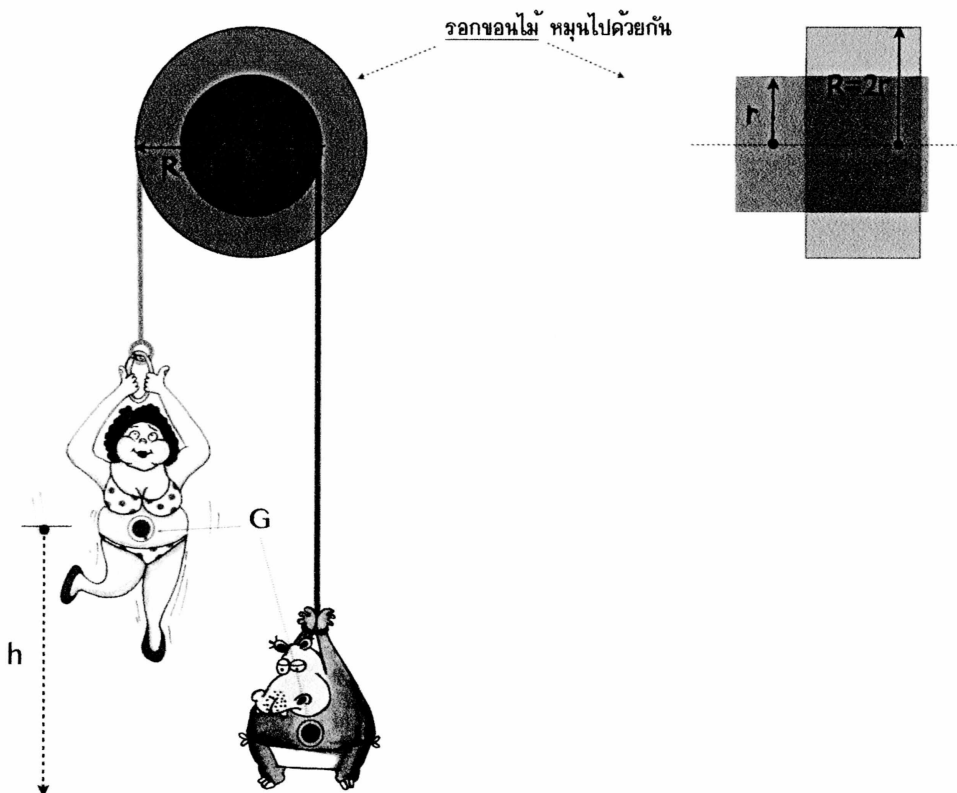
ข้อ 2.2 ย่างเข้าเดือนเมษา อากาศร้อนมากแทบจะลุกเป็นไฟ ขณะไปเล่นน้ำที่สวนน้ำ สวนสัตว์สงขลา นอกจากจะเกิดอาการร้อนรุ่มทางกายแล้ว **คุณป้าใจดี** ยังเกิดความร้อนรุ่มทางใจ ด้วยความคิดแปลกๆ ที่จะแก้ง **เจ้าฮิปโปเตมา** ผู้นำสงสารอีกด้วย เพื่อแสดงให้เพื่อนๆ เห็นว่า คุณป้าสามารถยกฮิปโปขึ้นจากพื้นดินโดยการโหนตัวลงบนเชือกที่คล้องผ่าน **รอกขอนไม้** ที่หมุนรอบจุดตรึง O ดังแสดงในรูป เมื่อกำหนดให้ ทั้ง คุณป้าและฮิปโป มีมวลเท่ากันคือ m กิโลกรัม หากคุณป้าใช้เวลาตกลงถึงพื้นที่สูง h เมตร ภายในเวลาวัดได้ t วินาที ระบบเริ่มต้นจากหยุดนิ่ง จงหาว่า

2.2.1 เจ้าฮิปโป จะเคลื่อนที่ขึ้นได้สูงกี่เมตร

2.2.2 จงหา **ความเร่งของคุณป้า** และ **ความเร่งของฮิปโปเตมา** และ **ความเร่งเชิงมุมของขอนไม้** (รอก)

2.2.3 จงเขียน FBD & KD ของระบบ และ เขียน Equations of Motion

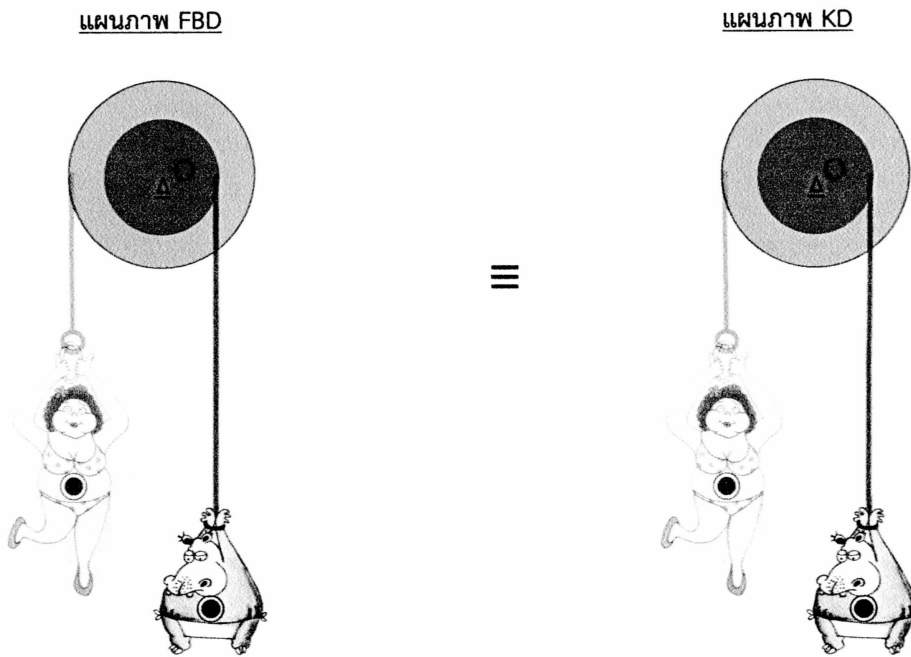
2.2.4 จงหาค่า **Mass Moment of Inertia** (โมเมนต์ความเฉื่อย) รอบแกนหมุน O ของขอนไม้



คำตอบ [12 points] อยู่ในรูปของตัวแปรที่กำหนดให้ (h, t, r) เขียนหน่วยกำกับทุกคำตอบ

$$h_{\text{hippo}} = \boxed{}, a_{\text{aunt}} = \boxed{}, a_{\text{hippo}} = \boxed{}, \alpha = \boxed{}$$

☛ [5 points] จงเขียน FBD & KD ของ ระบบ (รอกxonไม้ + คุณป้าใจดี + เชือก+ ฮิปโปเตมา)



☛ [7 points] จงเขียน Equations of Motion และ แสดงวิธีทำ หาค่า โมเมนต์ความเฉื่อยของ รอกxonไม้

คำตอบ โมเมนต์ความเฉื่อยของรอกxonไม้ => $I_G =$

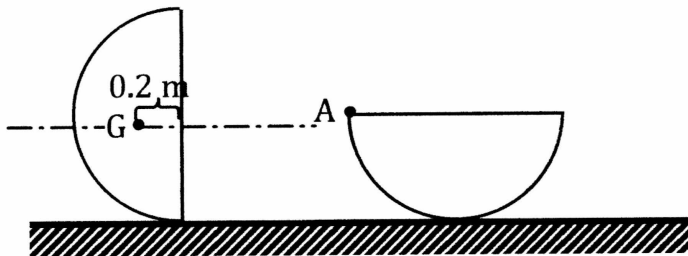
☛ [1 points] ถ้าโจทย์กำหนด ความสูง $h = 8$ เมตร ใช้เวลา เคลื่อนที่ลง 3 วินาที เป็นไปได้มั๊ย ? _____

อธิบาย _____

ตอนที่ 3 Kinetics : Principle of Work & Energy ออกและตรวจโดย อาจารย์ สมชาย แซ่ฮ้อ [50 คะแนน]

ข้อ 3.1 กำหนดให้ค่าสนามโน้มถ่วงของโลกเป็น $g = 10 \text{ m/s}^2$ จงเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

โดยคำตอบทุกข้อจะต้องอยู่ในรูปตัวเลข ทศนิยม 2 ตำแหน่งพร้อมหน่วย

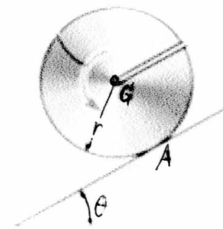
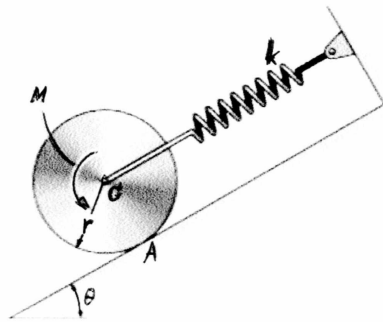


วัตถุรูปครึ่งทรงกลมมวล 10 kg รัศมี 0.5 m มีจุดศูนย์กลางมวลห่างจากผิวด้านเรียบ 0.2 m โดยวัตถุนี้ถูกปล่อยจากจุดหยุดนิ่งที่ตำแหน่งดังรูป ถ้าวัตถุนี้มีรัศมีไจเรชันเท่ากับ 0.4 m กำหนดให้พื้นมีความฝืดมากทำให้วัตถุไม่มีการไถล และกำหนดให้ datum อยู่ที่พื้น (=พลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นศูนย์) จงหา

- โมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดศูนย์กลางมวล _____ (2pts)
- จงหาพลังงานของวัตถุเมื่อเริ่มปล่อย _____ (2pts)
- เมื่อวัตถุเคลื่อนที่มาอยู่ในตำแหน่งเดียวกับรูปด้านขวามือ จงหาพลังงานจลน์ของวัตถุ _____ (2pts)
- จากข้อ c จงหาแสดงตำแหน่งจุดหมุนชั่วขณะในรูปด้านขวามือ _____ (2pts)
- จากข้อ c จงหาอัตราเร็วเชิงมุมของวัตถุ _____ (2pts)
- จากข้อ c จงหาอัตราเร็วของจุดศูนย์กลางมวล G _____ (2pts)
- จากข้อ c จงหาอัตราเร็วของจุด A ที่อยู่ตรงขอบวัตถุ _____ (2pts)
- จากข้อ g จงเขียนลูกศรแสดงทิศทางของความเร็วที่จุด G และ จุด A ในรูปด้านขวามือ _____ (2pts)

พื้นที่สำหรับแสดงวิธีทำ ให้แสดงวิธีทำโดยละเอียด เรียบร้อย เป็นขั้นตอนจะมีคะแนนของแต่ละขั้นตอนให้ (4pts)

ข้อ 3.2 จานกลมมวล 20 kg รัศมี 0.2 m ถูกผูกกับสปริงที่มีค่าคงที่ 200 N/m อยู่บนพื้นเอียงมุม 30 องศา เริ่มต้นอยู่นิ่งในสถานะสมดุล ต่อมาโมเมนต์ $M=16\theta+2$ N.m ในทิศทวนเข็มนาฬิกาตั้งรูป โดย θ คือมุมที่หมุนไปได้ในหน่วยเรเดียน (rad) โมเมนต์ M ที่กระทำอยู่ทำให้จุดศูนย์กลางมวลเคลื่อนที่ไปตามพื้นเอียงได้เป็นระยะ 0.8 m โดยไม่มีการไถลเกิดขึ้น จงหา

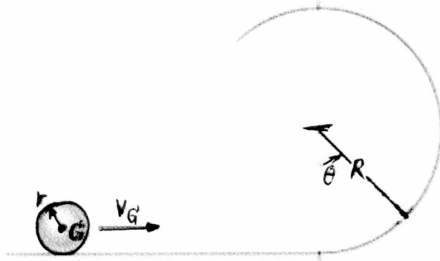


- เขียน FBD แสดงแรงทุกแรงที่กระทำต่อจานกลมในรูปทางขวามือให้ครบถ้วน _____ (1pt)
- แสดงจุดหมุนชั่วขณะลงในรูปด้านขวามือ _____ (1pt)
- เริ่มต้นขณะที่วัตถุอยู่ในตำแหน่งสมดุล จงหาว่าสปริงยึดเป็นระยะเท่าไร _____ (2pts)
- ถ้ากำหนดให้ตำแหน่งเริ่มต้นวัตถุมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงเป็นศูนย์ จงหาพลังงานศักย์ที่ตำแหน่งนี้ _____ (2pts)
- เมื่อจานกลมเคลื่อนที่ไปได้ 0.8 m จงหาค่ามุมที่จานกลมหมุนไปได้ _____ (2pts)
- เมื่อจานกลมเคลื่อนที่ไปได้ 0.8 m จงหาพลังงานศักย์สปริง _____ (2pts)
- เมื่อจานกลมเคลื่อนที่ไปได้ 0.8 m จงหาพลังงานศักย์โน้มถ่วง _____ (2pts)
- เมื่อจานกลมเคลื่อนที่ไปได้ 0.8 m จงหางานที่เกิดขึ้นจากโมเมนต์ _____ (2pts)
- เมื่อจานกลมเคลื่อนที่ไปได้ 0.8 m จงหาพลังงานจลน์ของจานหมุน _____ (2pts)
- เมื่อจานกลมเคลื่อนที่ไปได้ 0.8 m จงหาอัตราเร็วเชิงมุมของจานหมุน _____ (2pts)
- เมื่อจานกลมเคลื่อนที่ไปได้ 0.8 m จงหาอัตราเร็วของจุดศูนย์กลางมวล _____ (2pts)

พื้นที่สำหรับทศ (ไม่มีคะแนนใดๆทั้งสิ้นสำหรับส่วนนี้ จงคิดให้ละเอียดและเขียนคำตอบที่ถูกต้องในช่องว่าง)

ข้อ 3.3 จงแสดงวิธีทำโดยละเอียด (10 pts)

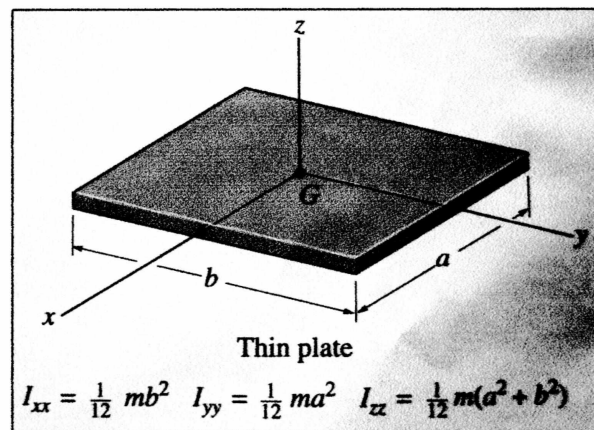
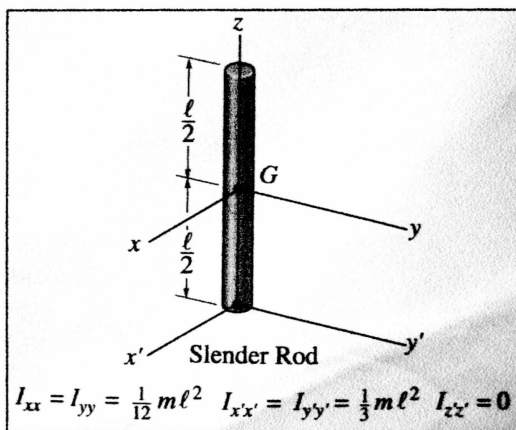
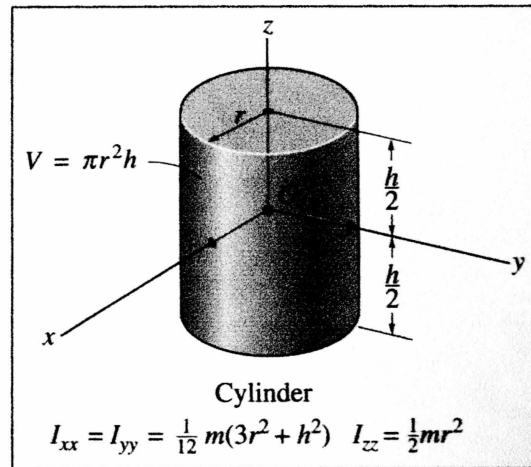
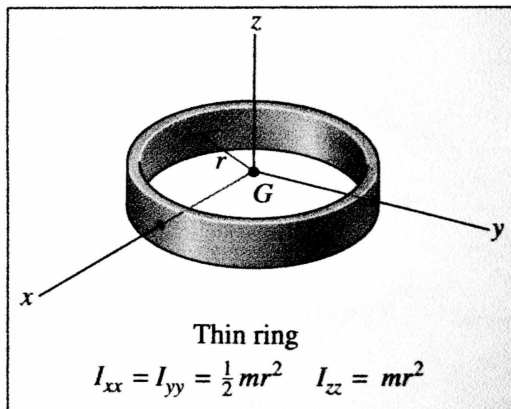
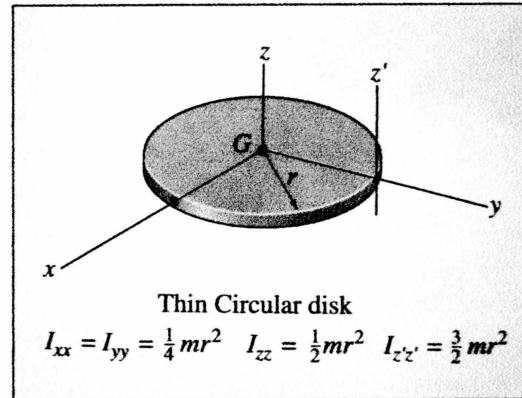
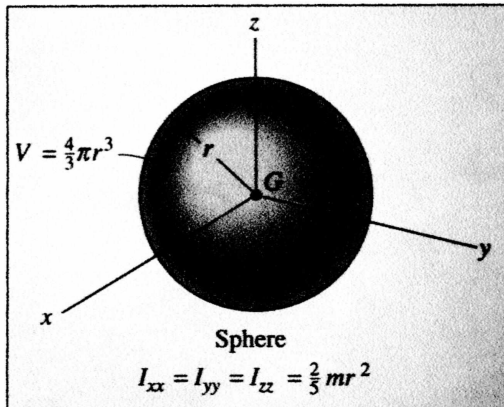
ลูกบอล มวล M รัศมี r เคลื่อนที่มาด้วยความเร็วที่จุดศูนย์กลางมวล v_G ผ่านรางโค้งรัศมี R โดยไม่มีการไถล



ถ้า v_G เป็นอัตราเร็วต่ำที่สุดที่ทำให้ลูกบอลผ่านรางโค้งไปได้พอดี จงใช้ **วิธีงาน&พลังงาน** พิสูจน์ แสดงให้เห็นว่า

$$\Rightarrow v_G = 3\sqrt{\frac{3}{7}g(R-r)}$$

ตารางแสดงค่า Mass Moment of Inertia กรณาลูกเลือกใช้อย่างระมัดระวัง



When one door closes, another door opens!



* เมื่อประตูหนึ่งปิด มักจะมีประตูใหม่เปิดขึ้นเสมอ แต่อย่าลืมมองมันเท่านั้นเอง *

ชื่อ-สกุล _____ รหัสนักศึกษา _____ อาจารย์ _____

ฉีกออกได้เลย สำหรับเป็นกระดาษทด

^-----^ Wish you all the best!