

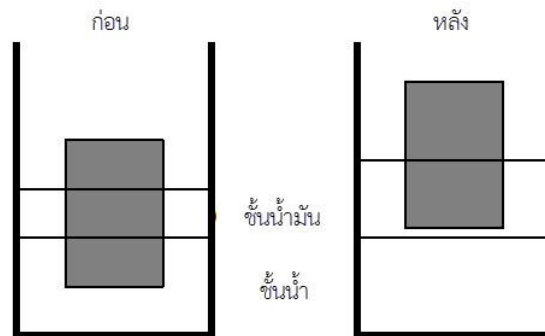
ข้อสอบ $F = ma$ สำหรับการคัดเลือกรอบแรกโครงการฟิสิกส์โอลิมปิกประเทศสหรัฐอเมริกา และเป็นลิขสิทธิ์ของสมาพันธ์ครูฟิสิกส์แห่งสหรัฐอเมริกา สมาคมฟิสิกส์ไทยได้รับอนุญาตให้แปลและเผยแพร่แก่บุคคลทั่วไปได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย

ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดในข้อสอบหรือเฉลย ไม่ว่าหน้าใดหน้าหนึ่งหรือทั้งหมด ไปทำซ้ำหรือดัดแปลง เพื่อประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ใดๆ โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของลิขสิทธิ์

1. รถขับทวนเข็มนาฬิกาบนถนนโค้งเรียบ ด้วยอัตราเร็วคงที่ ถ้าล้อหน้าซ้ายเคลื่อนที่เป็นวงกลมรัศมี $R = 9.60$ เมตร และรถกว้าง 1.74 m แล้วอัตราส่วนความเร็วเชิงมุมของการหมุนของเพลาล้อหน้าซ้าย ต่อเพลาล้อหน้าขวาของรถ ขณะเข้าโค้งเท่ากับข้อใด สมมติว่าล้อหมุนโดยไม่ไถล

- (A) 0.331
- (B) 0.630
- (C) 0.708
- (D) 0.815
- (E) 0.847

2. ชั้นน้ำมันหนา 3.0 cm มีความหนาแน่น $\rho_o = 800 \text{ kg / m}^3$ ลอยเหนือน้ำที่มีความหนาแน่น $\rho_w = 1000 \text{ kg / m}^3$ กำหนดให้เดิม 1/3 ของทรงกระบอกตันลอยอยู่ในน้ำ อีก 1/3 ลอยอยู่ในน้ำมัน และอีก 1/3 อยู่ในอากาศ ถ้าเติมน้ำมันเพิ่มจนกว่าทรงกระบอกจะลอยในชั้นน้ำมันเท่านั้น แล้วสัดส่วนของทรงกระบอกที่ลอยอยู่ในชั้นน้ำมันเท่ากับข้อใด

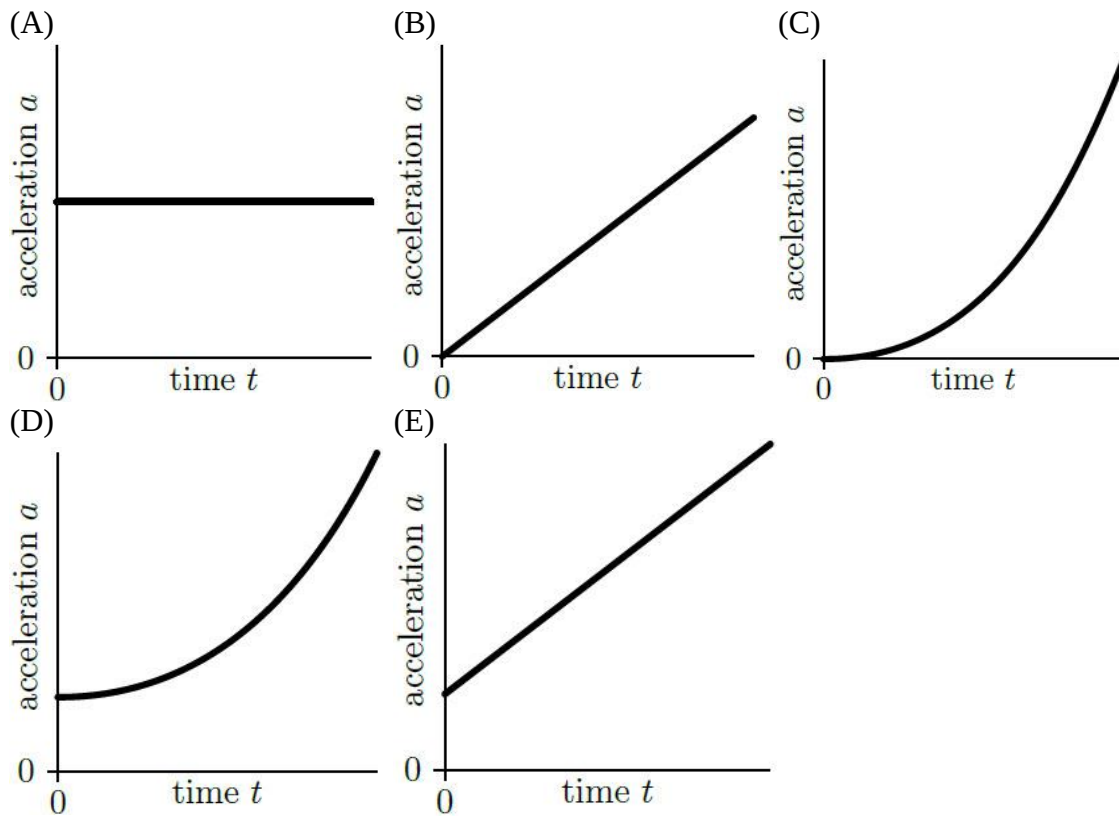


- (A) 3/5
- (B) 3/4
- (C) 2/3
- (D) 8/9
- (E) 4/5

3. นักเรียนวิชาฟิสิกส์เบื้องต้น ฉลองเกรตทอมแรกของเขาด้วยการทิ้งหนังสือลงมาจากกระเบื้องลงยังไปกองหิมะด้านล่างสูง 3.00 m ถ้าหนังสือเล่มนี้จมลงไปนในหิมะประมาณ 1.00 m และหนังสือมีมวล 5 kg แล้วแรงเฉลี่ยที่หิมะกระทำกับหนังสือเท่ากับข้อใด

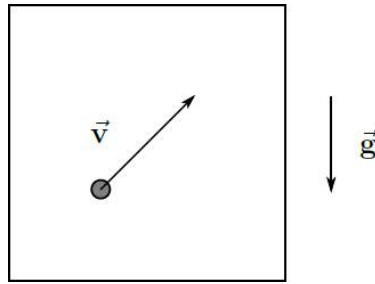
- (A) 85 N
- (B) 100 N
- (C) 120 N
- (D) 150 N
- (E) 200 N

4. ปล่อยลูกปัดให้ไถลไปตามลวดที่ขดเหมือนสปริงในแนวตั้ง ข้อใดคือกราฟขนาดความเร่ง a ต่อเวลา t ของเหตุการณ์ดังกล่าว



ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 5 และ 6

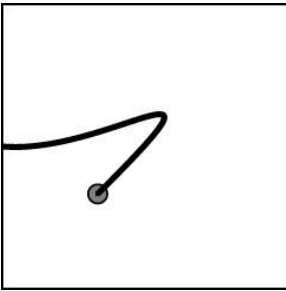
พิจารณาวัตถุในกล่องที่มีแรงโน้มถ่วงในทิศลง ดังรูป



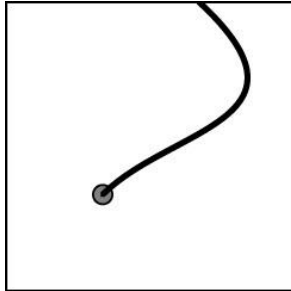
กำหนดให้ วัตถุมีความเร็วต้นดังรูป และกล่องมีความเร่งคงที่ไปทางด้านขวา

5. ภาพในข้อใด แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุภายในกล่องได้ถูกต้อง

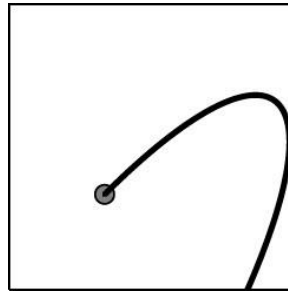
(A)



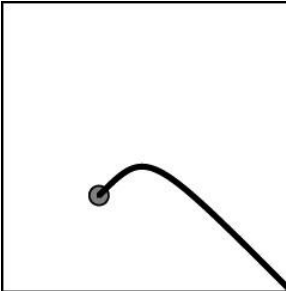
(B)



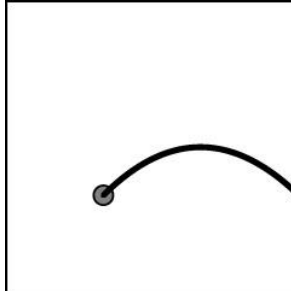
(C)



(D)

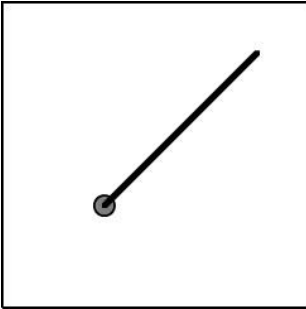


(E)

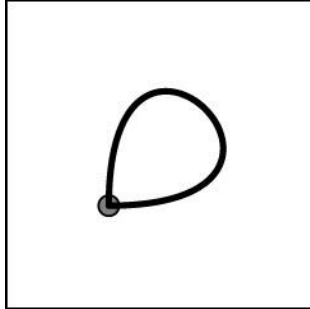


6. หากเลือกขนาดความเร่งของกล่องได้ถูกต้อง วัตถุสามารถเคลื่อนที่ที่กลับมายังจุดเริ่มได้อีกครั้ง ภาพในข้อใด แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุภายในกล่องได้ถูกต้อง

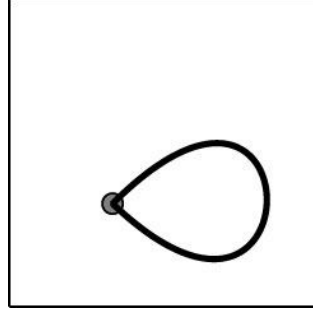
(A)



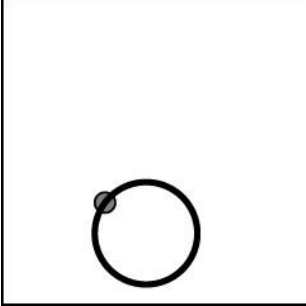
(B)



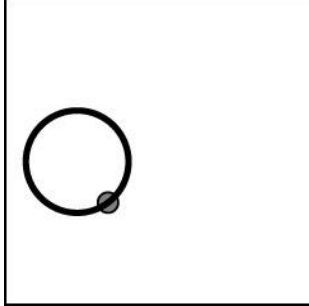
(C)



(D)



(E)



7. (เกินหลักสูตรการสอบเข้า สอวน.) มวลติดกับสปริงที่ยังไม่ถูกยืดออกและตรึงปลายด้านหนึ่งไว้ ถูกวางบนโต๊ะลื่น ถ้าขยับมวลออกมาด้วยระยะ A ขนานกับโต๊ะ แต่ตั้งฉากกับสปริงจนเกิดการสั่น แล้วคาบของการสั่น T จะเปลี่ยนไปอย่างไร

- (A) คาบของการสั่นไม่ได้ขึ้นกับระยะ A
- (B) เพิ่มขึ้น เมื่อ A เพิ่มขึ้น และเข้าใกล้ค่าคงที่ค่าหนึ่ง
- (C) ลดลง เมื่อ A เพิ่มขึ้น และเข้าใกล้ค่าคงที่ค่าหนึ่ง
- (D) หาค่าประมาณเป็นค่าคงที่ได้ เมื่อ A มีค่าเล็กๆ จากนั้นจะเพิ่มขึ้นโดยไม่มีขอบเขต
- (E) หาค่าประมาณเป็นค่าคงที่ได้ เมื่อ A มีค่าเล็กๆ จากนั้นจะลดลงโดยไม่มีขอบเขต

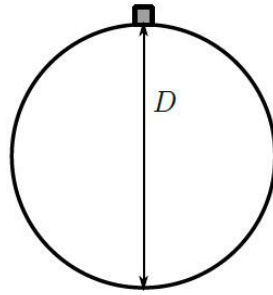
8. จากกฎของเคปเลอร์ (Kepler's Laws) ระบุว่า

- I. วงโคจรของดาวเคราะห์จะเป็นวงรี โดยมีดวงอาทิตย์เป็นจุดโฟกัส
- II. เส้นตรงที่เชื่อมระหว่างดาวเคราะห์กับดวงอาทิตย์จะกวาดพื้นที่ได้เท่ากัน ในระยะเวลาที่เท่ากัน
- III. กำลังสองของคาบการโคจรของดาวเคราะห์ เป็นสัดส่วนโดยตรงกับกำลังสามของกึ่งแกนเอก (semimajor axis) ของวงโคจร

กฎข้อใดจะเป็นจริง ถ้าแรงโน้มถ่วงมีสัดส่วนเป็น $1/r^3$ แทนที่จะเป็น $1/r^2$

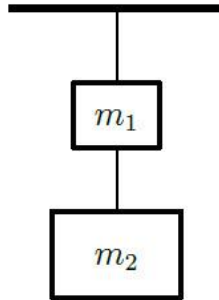
- (A) เฉพาะข้อ I.
- (B) เฉพาะข้อ II.
- (C) เฉพาะข้อ III.
- (D) ข้อ I. และ II.
- (E) ไม่มีข้อใดเป็นจริง

9. ลูกปัดขนาดเล็กวางอยู่บนลูกแก้วกลมกลื่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง D ดังรูป ถ้าสะกิดให้ลูกปัดเลื่อนไปตามลูกแก้ว แล้วอัตราเร็ว v ของลูกปัด ขณะไหลตกจากลูกแก้วเท่ากับข้อใด



- (A) $v = \sqrt{gD}$
- (B) $v = \sqrt{4gD/5}$
- (C) $v = \sqrt{2gD/3}$
- (D) $v = \sqrt{gD/2}$
- (E) $v = \sqrt{gD/3}$

10. กล่องสองใบ ถูกผูกติดกันด้วยเชือกเบาสองเส้น และนำไปแขวนไว้บนเพดาน ดังรูป มวลของกล่องบนและล่างหนัก $m_1 = 2 \text{ kg}$ และ $m_2 = 4 \text{ kg}$ ตามลำดับ ถ้าตัดเชือกที่แขวนกับเพดานแล้วความเร่งของกล่องทั้งสองใบ ขณะกล่องใบบนสุดเริ่มร่วงลงจะเท่ากับข้อใด



- (A) กล่องบน: 10 m/s^2 , กล่องล่าง: 0
(B) กล่องบน: 10 m/s^2 , กล่องล่าง: 10 m/s^2
(C) กล่องบน: 20 m/s^2 , กล่องล่าง: 10 m/s^2
(D) กล่องบน: 30 m/s^2 , กล่องล่าง: 0
(E) กล่องบน: 30 m/s^2 , กล่องล่าง: 10 m/s^2

11. พลังงานที่ออกมาจากรถทดลองรุ่นทรงลูกบาศก์ จะแปรผันตามมวล m ของรถ และแรงต้านอากาศต่อรถจะแปรผันตาม Av^2 โดย v คือ อัตราเร็วของรถ และ A คือ พื้นที่ตัดขวาง เมื่ออยู่บนถนนเรียบรถจะมีอัตราเร็วสูงสุดเป็น $v_{\max}$ สมมติว่า รถรุ่นนี้มีความหนาแน่นเท่ากันทุกคัน แล้วข้อใดต่อไปนี้เป็นจริง

(A) $v_{\max} \propto m^{1/9}$

(B) $v_{\max} \propto m^{1/7}$

(C) $v_{\max} \propto m^{1/3}$

(D) $v_{\max} \propto m^{2/3}$

(E) $v_{\max} \propto m^{3/4}$

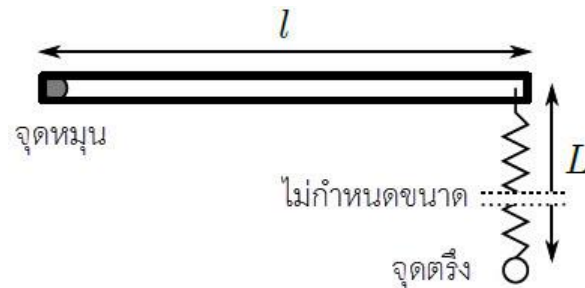
-
12. ให้ภาชนะที่บรรจุของเหลว มีบล็อกก้อนหนึ่งลอยแบบจมบางส่วนอยู่ ถ้าเราเพิ่มความเร่งให้ทั้งภาชนะ แล้วผลลัพธ์จะเป็นอย่างไร สมมติว่า ทั้งบล็อกและของเหลวไม่สามารถบีบอัดได้
- (A) บล็อกจะจมลงไปในของเหลว
 - (B) บล็อกในของเหลวจะลอยสูงขึ้น
 - (C) บล็อกจะไม่ลอยหรือจมไปจากเดิม
 - (D) คำตอบขึ้นอยู่กับทิศทางการเคลื่อนที่ของภาชนะ
 - (E) คำตอบขึ้นอยู่กับอัตราการเปลี่ยนแปลงของความเร่ง

13. วัตถุมวล m_1 เริ่มเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว v_0 แล้วชนกับวัตถุที่เดิมหยุดนิ่ง มวล $m_2 = \alpha m_1$ โดยที่ $\alpha < 1$ การชนกัน อาจจะยืดหยุ่นสมบูรณ์ ไม่สมบูรณ์ หรือยืดหยุ่นบางส่วนก็ได้ หลังการชน วัตถุทั้งสองจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว v_1 และ v_2 สมมติว่า เป็นการชนกันหนึ่งมิติ และวัตถุแรกไม่สามารถทะลุผ่านวัตถุสองได้ แล้วอัตราส่วนอัตราเร็วของวัตถุที่สอง หลังการชน $r_2 = v_2 / v_0$ จะอยู่ในช่วงใด

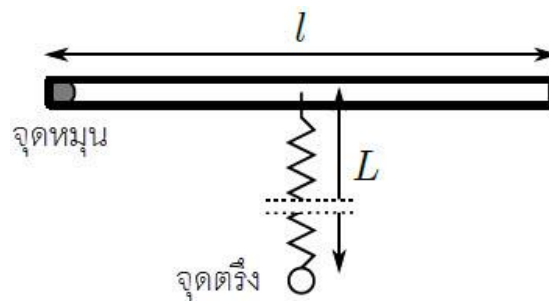
- (A) $(1 - \alpha) / (1 + \alpha) \leq r_2 \leq 1$
- (B) $(1 - \alpha) / (1 + \alpha) \leq r_2 \leq 1 / (1 + \alpha)$
- (C) $\alpha / (1 + \alpha) \leq r_2 \leq 1$
- (D) $0 \leq r_2 \leq 2\alpha / (1 + \alpha)$
- (E) $1 / (1 + \alpha) \leq r_2 \leq 2 / (1 + \alpha)$

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 14 และ 15 (เกินหลักสูตรการสอบเข้า สอน.)

กำหนดคานยาว l วางบนระนาบพื้นลื่น ปลายด้านหนึ่งถูกยึดให้หมุนรอบแกนได้ และปลายอีกด้านติดสปริงยาว $L \gg l$ ขณะยังไม่ยืดออก สปริงถูกวางอยู่บนพื้นและตั้งฉากกับคาน และสปริงฝั่งที่ติดกับคานสามารถขยับได้ และปลายอีกข้างเป็นจุดตรึง เมื่อขยับคานหมุนรอบแกนเล็กน้อย สปริงจะสั่นด้วยความถี่ f

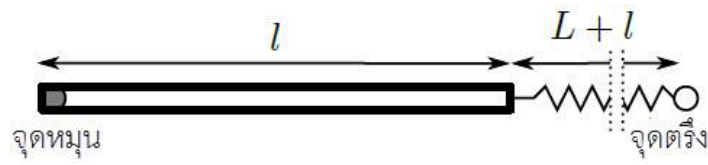


14. ถ้าย้ายตำแหน่งของสปริง และจุดตรึง ไปยังจุดกึ่งกลางของคาน แล้วขยับคานเล็กน้อย ความถี่การสั่นของสปริงจะเท่ากับข้อใด



- (A) $f / 2$
- (B) $f / \sqrt{2}$
- (C) f
- (D) $\sqrt{2} f$
- (E) $2f$

15. ย้ายสปริงกลับไปตำแหน่งเดิม และให้จุดตรึงอยู่ในแนวเดียวกับคาน เมื่อขยับจุดตรึงให้ยืดออกไป l แล้วความถี่การสั่นของสปริงจะเท่ากับข้อใด

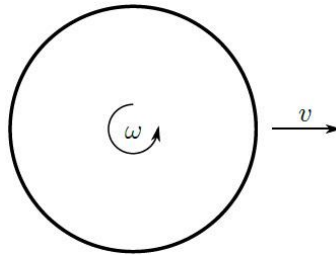


- (A) $f / 3$
- (B) $f / \sqrt{3}$
- (C) f
- (D) $\sqrt{3} f$
- (E) $3f$

16. ลูกบอลกลิ้งลงมาจากรถบรรทุกที่วิ่งไปทิศขวาด้วยอัตราเร็ว 10.0 m/s ส่วนลูกบอลกลิ้งตามแนวราบด้วยอัตราเร็ว 8.0 m/s ในทิศซ้ายมือของผู้สังเกตบนรถบรรทุก ถ้าลูกบอลตกลงบนพื้นถนนจากความสูง 1.25 m แล้วจุดที่ลูกบอลตกกระทบพื้นขณะนั้น จะห่างจากด้านหลังของรถบรรทุกเท่าใด

- (A) 0.50 m
- (B) 1.0 m
- (C) 4.0 m
- (D) 5.0 m
- (E) 9.0 m

17. (เกินหลักสูตรการสอบเข้า สอน.) จากรูป ลูกปิงปองมวล m กำลังอยู่บนพื้นด้วยความเร็วต้นในแนวนอน v และความเร็วเชิงมุม ω เนื่องจากพื้นมีแรงเสียดทาน ทำให้ความเร็วและความเร็วเชิงมุมของลูกปิงปองเปลี่ยนแปลงไป จงหาความเร็ววิกฤติ v_c ที่ทำให้ลูกปิงปองหยุดนิ่ง อย่าลืมว่าลูกปิงปองเป็นทรงกลมกลวง

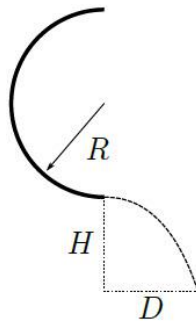


- (A) $v = \frac{2}{3} R\omega$
(B) $v = \frac{2}{5} R\omega$
(C) $v = R\omega$
(D) $v = \frac{3}{5} R\omega$
(E) $v = \frac{5}{3} R\omega$

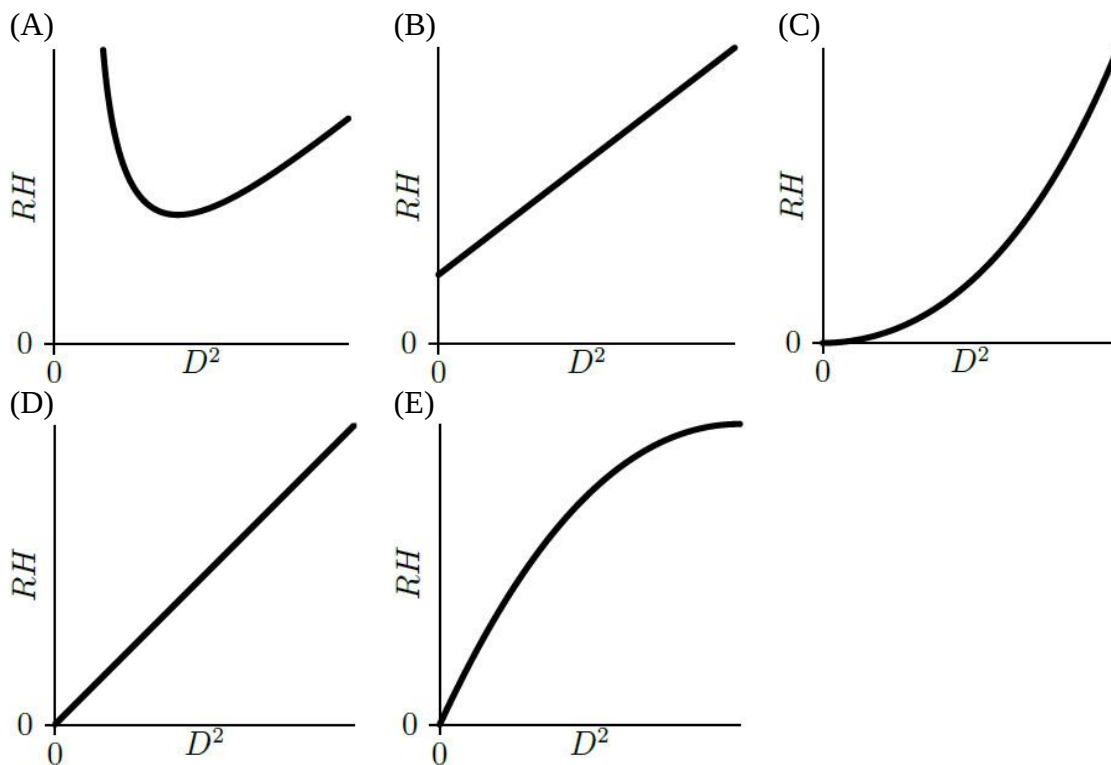
18. วัตถุที่เดิมหยุดนิ่ง ถูกหมุนและเร่งความเร็วจนมีความเร็วเชิงมุม $\omega = \pi/15 \text{ rad/s}$ และความเร่งเชิงมุม $\alpha = \pi/75 \text{ rad/s}^2$ ถ้าวัตถุยังคงหมุนต่อด้วยความเร็วเชิงมุมคงที่ และหยุดด้วยความเร่งเชิงมุมที่มีขนาดเท่ากับความเร่งก่อนหน้านี้ แล้วระยะเวลาที่วัตถุจะหมุนวนครบ 3 รอบเท่ากับข้อใด

- (A) 75 s
- (B) 80 s
- (C) 85 s
- (D) 90 s
- (E) 95 s

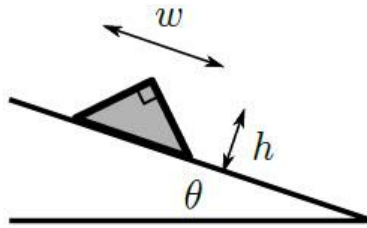
19. ลวดรูปครึ่งวงกลมมีรัศมี R ถูกจับตึง ดังรูป ถ้าปล่อยลูกบิดให้เลื่อนลงมาจากด้านบนของลวด โดยไม่มีแรงเสียดทานตามแรงโน้มถ่วง แล้วพุ่งออกจากปลายลวดลงไปยังพื้นดินที่ระดับความสูง H อยู่ไกลจากปลายลวดในแนวนอน D



กราฟใดเป็นกราฟ RH เทียบกับ D^2 ของเหตุการณ์ดังกล่าว



20. ปริซึมมุมฉาก มีหน้าตัดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก สูง h ด้านตรงข้ามมุมฉากยาว $w = 2h$ วางอยู่บนพื้นเอียงที่ทำให้มุมกับแนวนอน θ ข้อใดคือสัมประสิทธิ์ต่ำสุดของแรงเสียดทานสถิตที่ทำให้ปริซึมหมุนกลิ้งลงมา (โดยมีจุดยอดหนึ่งเป็นจุดหมุน) และไม่ไถล



- (A) 0.71
- (B) 1.41
- (C) 1.50
- (D) 1.73
- (E) 3.00

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 21 และ 22

คานเบายาว L ที่วางตัวในแนวดิ่งและปลายบนติดกับมวล m ปลายล่างสัมผัสกับพื้นและติดกับมวล $3m$ กำหนดให้ไม่มีแรงเสียดทาน และสมมติว่าทุกอย่างเคลื่อนที่ในระนาบเดียว

21. ให้ x เป็นระยะกระจัดในแนวนอนของมวล m เมื่อกระทบพื้น ค่า x มีค่าเท่ากับข้อใด

- (A) $x = \frac{3}{4} L$
- (B) $x = \frac{3}{5} L$
- (C) $x = \frac{1}{4} L$
- (D) $x = \frac{1}{3} L$
- (E) $x = \frac{2}{5} L$

22. ให้ v เป็นอัตราเร็วของมวล m เมื่อกระทบพื้น ค่า v มีค่าเท่ากับข้อใด

(A) $v = \sqrt{2gL}$

(B) $v = \sqrt{gL}$

(C) $v = \sqrt{2gL/3}$

(D) $v = \sqrt{3gL/2}$

(E) $v = \sqrt{gL/4}$

23. หน้ียงสำเอนมวล M และมีค่านิจสปริง k มีรัศมีเดิม R ถ้าว้างหน้ียงออกไปในอากาศ โดยสมมุติว่า หน้ียงยังคงเป็นวงกลม และหมุนด้วยอัตราเร็วเชิงมุม ω รอบจุดศูนย์กลางวงแล้วข้อใด คือ รัศมีใหม่ของหน้ียง

- (A) $(2\pi kR) / (2\pi k - M\omega^2)$
(B) $(4\pi kR) / (4\pi k - M\omega^2)$
(C) $(8\pi^2 kR) / (8\pi^2 k - M\omega^2)$
(D) $(4\pi^2 kR) / (4\pi^2 k - M\omega^2)$
(E) $(4\pi kR) / (2\pi k - M\omega^2)$

24. โมเมนต์ความเฉื่อยของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าสมมุติว่ามวล m แต่ละด้านยาว a แกนที่ผ่านด้านใดด้านหนึ่งและขนานกับด้านนั้นเท่ากับ $(1/8)ma^2$ แล้วโมเมนต์ความเฉื่อยของรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามวล m แต่ละด้านยาว a แกนที่ผ่านสองจุดที่อยู่ฝั่งตรงข้าม เท่ากับข้อใด

- (A) $(1/8)ma^2$
- (B) $(5/24)ma^2$
- (C) $(17/72)ma^2$
- (D) $(19/72)ma^2$
- (E) $(9/32)ma^2$

25. นักเรียนสามคน วัดความยาวคานยาว 1.50 เมตร แต่ละคนรายงานความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า เพื่อให้ทราบข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการวัด ดังนี้

ก : วัดครั้งเดียว โดยใช้ตลับเมตรความยาว 2.0 เมตร มีความคลาดเคลื่อน ± 2 มิลลิเมตร

ข : วัดสองครั้ง โดยใช้ไม้เมตร แต่ละครั้งมีความคลาดเคลื่อน ± 2 มิลลิเมตร ซึ่งเขารวมความคลาดเคลื่อนเข้าด้วยกัน

ค : วัดสองครั้ง โดยใช้ไม้บรรทัดสเกลละเอียดสำหรับงานช่าง แต่ละครั้งมีความคลาดเคลื่อน ± 1 มิลลิเมตร ซึ่งเขารวมความคลาดเคลื่อนเข้าด้วยกัน

จากข้อมูล คุณต้องเลือกข้อมูลที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุด ข้อใดจัดลำดับความน่าเชื่อถือได้ถูกต้อง

(A) ค > ก > ข

(B) ก > ค > ข

(C) ก = ค > ข

(D) ค > (ก = ข)

(E) ก > (ข = ค)