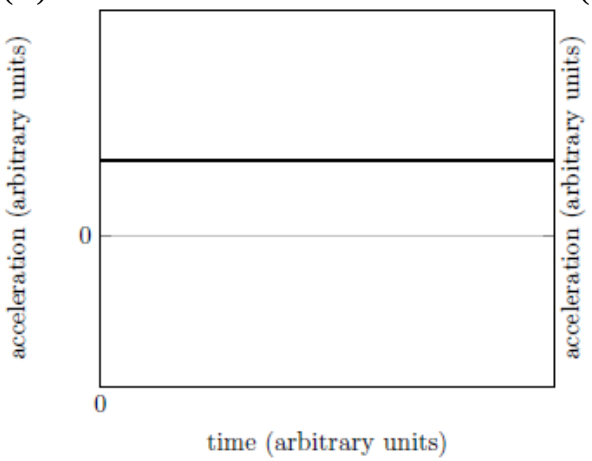
ข้อสอบ $F = ma$ สำหรับการคัดเลือกรอบแรกโครงการฟิสิกส์โอลิมปิกประเทศสหรัฐอเมริกา และเป็นลิขสิทธิ์ของสมาพันธ์ครูฟิสิกส์แห่งสหรัฐอเมริกา สมาคมฟิสิกส์ไทยได้รับอนุญาตให้แปลและเผยแก่บุคคลทั่วไปได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย

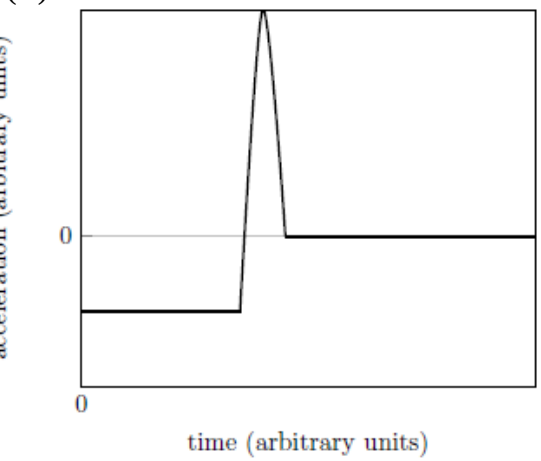
ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดในข้อสอบหรือเฉลย ไม่ว่าหน้าใดหน้าหนึ่งหรือทั้งหมด ไปทำซ้ำหรือดัดแปลง เพื่อประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ใดๆ โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของลิขสิทธิ์

1. ถ้าก้อนดินขนาดใหญ่หล่นออกจากกำแพงลงสู่พื้นดิน แล้วกราฟข้อใด แสดงความเร่งที่จุดศูนย์กลางมวลของก้อนดินกับเวลา ได้ดีที่สุด

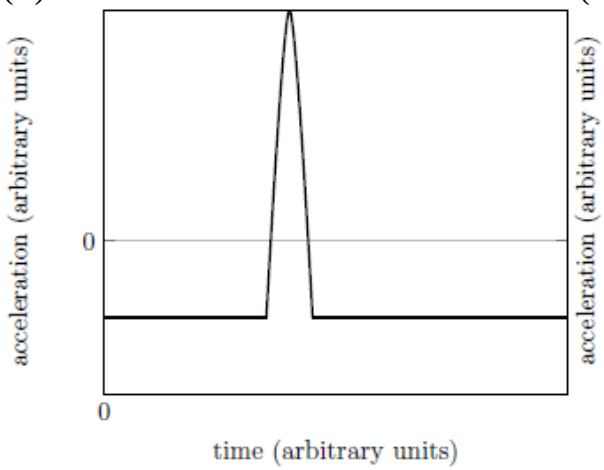
(A)



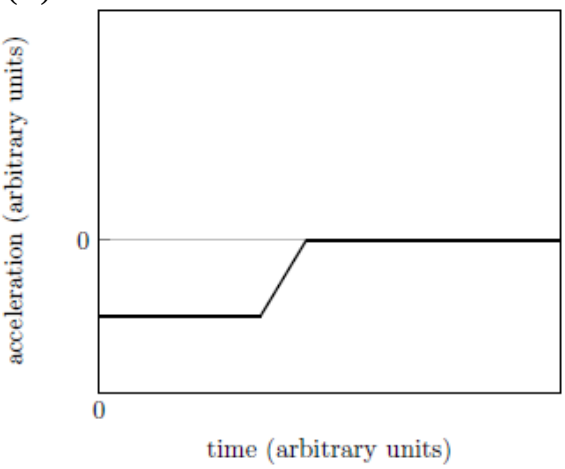
(B)



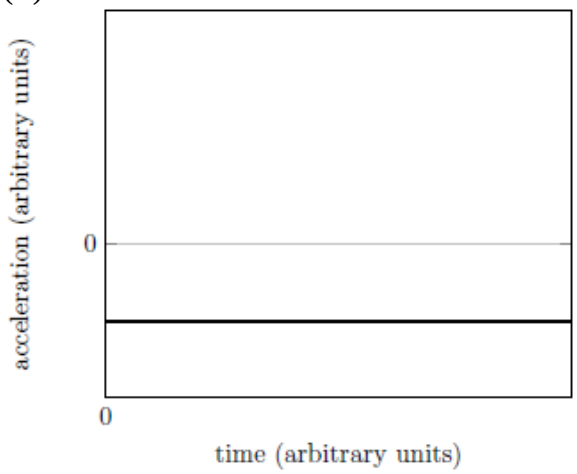
(C)



(D)



(E)



2. บล็อกสม่ำเสมอมวล 10 kg เดิมอยู่นิ่งถูกปล่อยลงมาจากพื้นเอียงที่มีความยาว 10 m เอียง 30° และเคลื่อนที่ลงมาจนถึงด้านล่าง ถ้าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์เท่ากับ $\mu_s = \mu_k = 0.1$ พลังงานที่สูญเสียไปกับแรงเสียดทานเท่ากับข้อใด

(A) 0 J
(B) 22 J
(C) 43 J
(D) 87 J
(E) 164 J

3. มวล 3.0 kg เคลื่อนที่ 40 m/s ไปทางขวาเกิดการพุ่งชนแล้วติดไปกับมวล 2.0 kg ที่กำลังเคลื่อนที่ไปทางขวา 20 m/s หลังเกิดการชน พลังงานจลน์ของระบบเท่ากับข้อใด หลังการชน

(A) 600 J
(B) 1200 J
(C) 2600 J
(D) 2800 J
(E) 3400 J

4. ให้ลูกบาสที่เดิมอยู่นิ่งถูกปล่อยลงมากระแทกพื้น ถ้าพิจารณาเฉพาะลูกบาสในช่วงก่อนและหลังกระแทกพื้น แล้วข้อความใดต่อไปนี้เป็นจริง

(A) โมเมนตัม และพลังงานสุทธิของลูกบาสจะถูกอนุรักษ์ไว้

(B) โมเมนตัมของลูกบาสจะถูกอนุรักษ์ไว้ แต่พลังงานจลน์ไม่ถูกอนุรักษ์ไว้

(C) พลังงานสุทธิของลูกบาสจะถูกอนุรักษ์ไว้ แต่โมเมนตัมไม่ถูกอนุรักษ์ไว้

(D) พลังงานจลน์ของลูกบาสจะถูกอนุรักษ์ไว้ แต่โมเมนตัมไม่ถูกอนุรักษ์ไว้

(E) พลังงานจลน์ และโมเมนตัมของลูกบาสไม่ได้ถูกอนุรักษ์ไว้

5. ฮาร์ดดิสก์ในคอมพิวเตอร์จะหมุนถึงอัตราเร็วที่ต้องการภายใน 10 รอบ แต่เมื่อปิดเครื่องมันจะหมุนได้ถึง 50 รอบ ก่อนหยุดลง สมมุติว่า ฮาร์ดดิสก์มีความเร่งเชิงมุม α_1 ในช่วงแรก และช่วงการชะลอมีความเร่งเชิงมุม α_2 แล้วอัตราส่วน α_1 / α_2 เท่ากับข้อใด

(A) 1/5
(B) $1/\sqrt{5}$
(C) $\sqrt{5}$
(D) 5
(E) 25

6. คานเบายาว L ถูกตรึงด้านหนึ่งไว้ และมีแรงกด F กระทำที่ปลายคานด้านที่ไม่ถูกตรึง จนคานยุบลงไปเป็นระยะ x โดยที่ระยะที่ยุบลงไปเป็น x นี้แปรผันตรงกับขนาดของ F และเป็นสัดส่วนผกผันกับโมเมนตัดขวาง I ซึ่งมีหน่วย m^4 การยุบนี้ยังขึ้นอยู่กับมอดุลัสของยัง E ซึ่งมีหน่วย N / m^2 แล้ว x จะแปรผันตรงกับ L อย่างไร

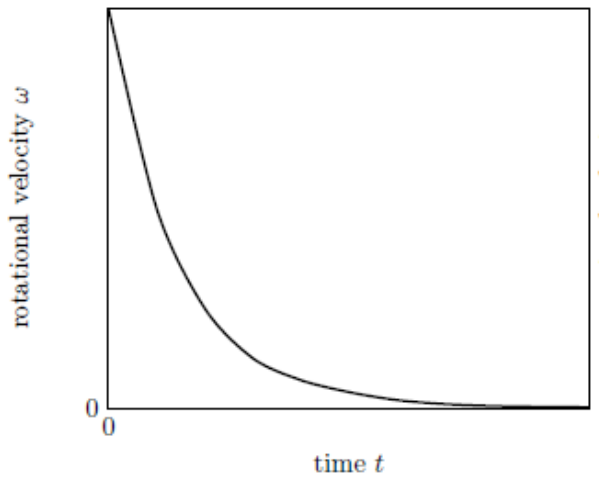
(A) $x \propto \sqrt{L}$
(B) $x \propto L$
(C) $x \propto L^2$
(D) $x \propto L^3$
(E) $x \propto L^4$

7. ให้ลูกตุ้มยาว L แกว่งอยู่ภายในกล่องใบหนึ่ง หากมีคนยกกล่องขึ้นมาแล้วค่อยๆ เขย่าในแนวตั้งด้วยความถี่ ω และให้แอมพลิจูดคงที่ตามช่วงเวลาหนึ่งที่กำหนด แล้วแอมพลิจูดสุดท้ายของลูกตุ้มจะมีค่ามากที่สุด เมื่อ ω เท่ากับข้อใด

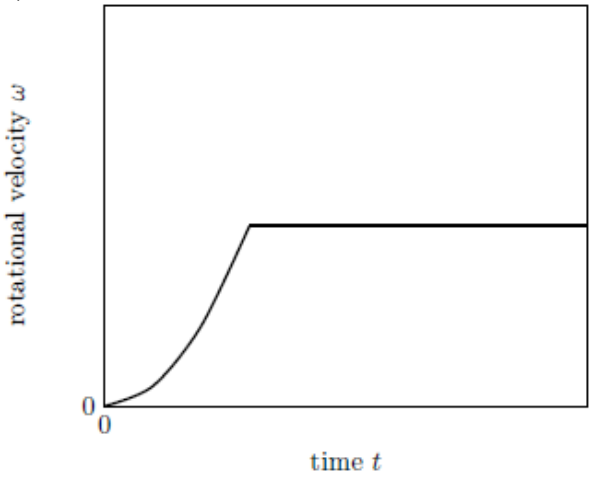
(A) $\omega = \sqrt{4g/L}$
(B) $\omega = \sqrt{2g/L}$
(C) $\omega = \sqrt{g/L}$
(D) $\omega = \sqrt{g/4L}$
(E) ω ไม่มีผลต่อแอมพลิจูดของลูกตุ้มอย่างมีนัยสำคัญ

8. ให้สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ระหว่างลูกบอลและพื้นเท่ากับ $\mu_s = \mu_k = \mu$ ถ้าตอนเริ่มต้นบอลได้รับอัตราเร็วในแนวนอน โดยไม่มีความเร็วเชิงมุมรอบจุดศูนย์กลางมวล แล้วกราฟในข้อใด แสดงความเร็วเชิงมุมของลูกบอลรอบจุดศูนย์กลางมวลเทียบกับเวลา ได้ดีที่สุด

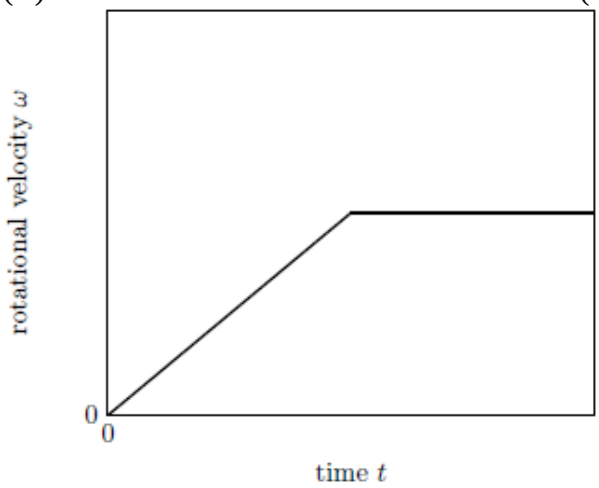
(A)



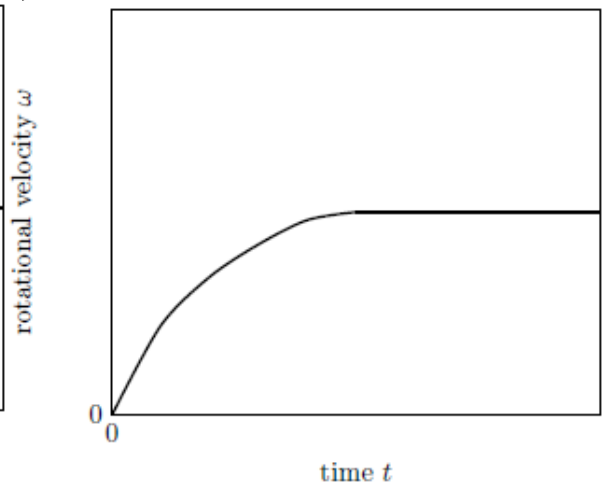
(B)



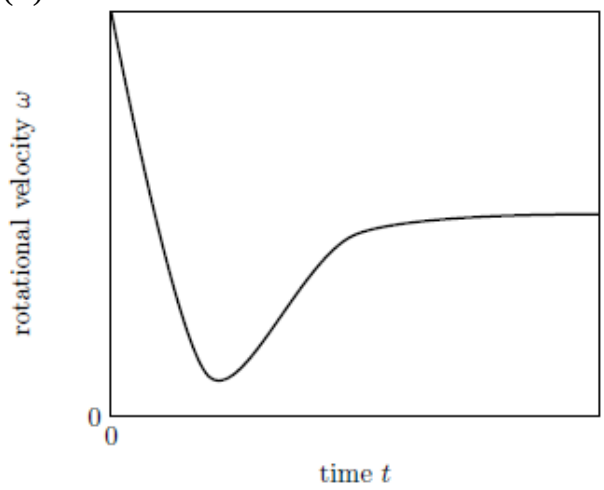
(C)



(D)



(E)



9. บอลมวล 3.0 kg เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออก 10 m/s แล้วชนแบบยืดหยุ่นกับบอลมวล 2.0 kg ที่กำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตก 15 m/s แล้วข้อความใดต่อไปนี้ถูกต้อง หลังเกิดการชน

(A) บอลทั้งสองจะพุ่งไปทางทิศตะวันออก

(B) บอลมวล 3.0 kg เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตก 15 m/s

(C) บอลมวล 2.0 kg เคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ 10 m/s

(D) บอลมวล 3.0 kg หยุดนิ่ง

(E) บอลมวล 2.0 kg เคลื่อนที่ไปทางทิศใต้ 15 m/s

10. ให้ลูกโป่งที่มีอากาศบรรจุไว้จมลงในน้ำที่ความลึก h และมีแรงลอยตัว B_0 เมื่อลูกโป่งจมลงที่ความลึก 2h จะมีแรงลอยตัว B สมมุติว่า น้ำไม่สามารถบีบอัดได้ แต่ลูกโป่งและอากาศสามารถบีบอัดได้ แล้วแรงลอยตัว B จะเป็นไปตามข้อใด

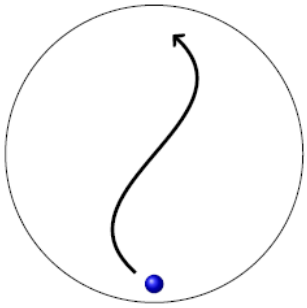
(A) $B \geq 2B_0$
(B) $B_0 < B < 2B_0$
(C) $B = B_0$
(D) $B < B_0$
(E) คำตอบขึ้นกับแรงบีบอัดของลูกโป่งและอากาศ

11. วงเชือกถูกหมุนด้วยความเร็วเชิงมุม ω_0 ในอวกาศคลื่นตามขวางในเส้นเชือกมีอัตราเร็วเชิงมุม v_0 เมื่อวัดในกรอบอ้างอิงที่หมุนไปพร้อมกับเชือก (เห็นเชือกอยู่นิ่งในกรอบอ้างอิงนี้) ถ้าเพิ่มความเร็วเชิงมุมของเชือกเป็นสองเท่า แล้วอัตราเร็วใหม่ของคลื่นตามขวางที่วัดในกรอบอ้างอิงที่หมุนไปพร้อมกับเชือก (เห็นเชือกอยู่นิ่งในกรอบอ้างอิงนี้) จะเท่ากับข้อใด

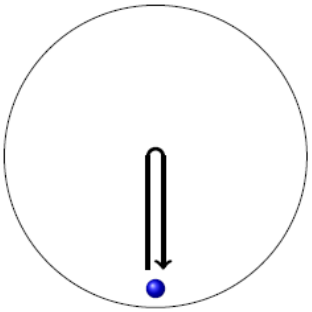
(A) v_0
(B) $\sqrt{2}v_0$
(C) $2v_0$
(D) $4v_0$
(E) $8v_0$

12. ให้เด็กคนหนึ่งยืนอยู่ในสถานีอวกาศวงกลมที่กำลังหมุนอยู่ ถ้าเขาโยนลูกบอลไปในทิศทางหนึ่งขณะสถานีอวกาศกำลังหมุน แล้วลูกบอลย้อนกลับมาหาเขาหลังสถานีอวการหมุนไปได้ครึ่งรอบ แล้ววิถีของลูกบอลจากจุดที่เด็กคนนั้นเห็นจะเป็นไปตามข้อใด ให้เด็กยืนอยู่ที่ด้านล่างของสถานีอวกาศ แต่รูปจะแสดงเฉพาะตำแหน่งเริ่มต้นของลูกบอลเท่านั้น

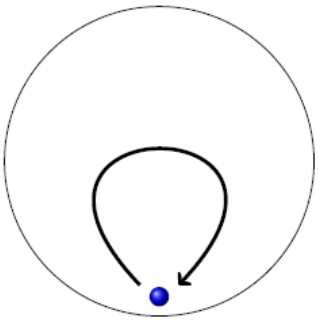
(A)



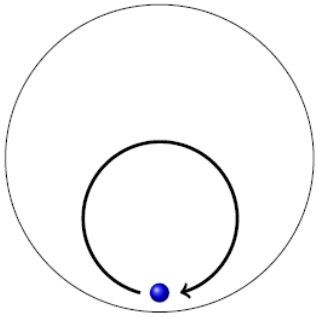
(B)



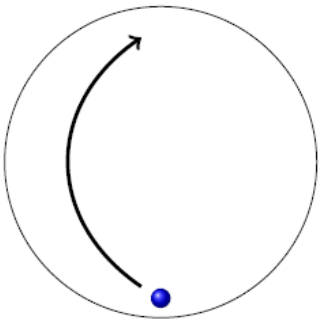
(C)



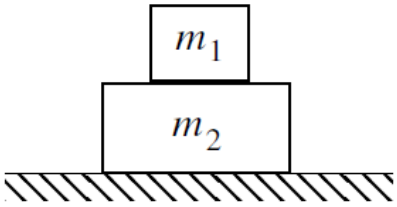
(D)



(E)

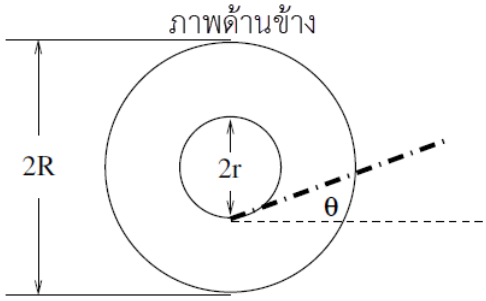


13. ให้กล่องสองอัน มีมวล $m_1 = 2.0$ และ $m_2 = 1.0$ วางซ้อนกันบนโต๊ะลื่น ดังรูป ถ้าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตระหว่างกล่องทั้งสองเท่ากับ $\mu_s = 0.20$ แล้วแรงในแนวนอนน้อยสุดที่กระทำกับกล่องด้านบน เพื่อให้กล่องด้านบนไถลไปบนกล่องล่างเท่ากับข้อใด



(A) 4.0 N
(B) 6.0 N
(C) 8.0 N
(D) 12.0 N
(E) กล่องบนจะไม่มีทางไถลไปบนกล่องล่าง

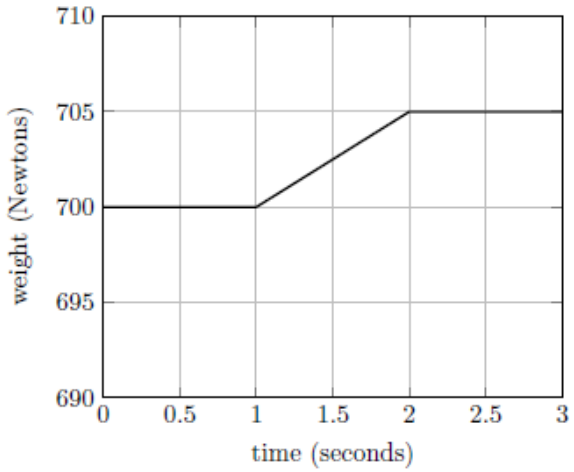
14. หลอดด้ายทำจากทรงกระบอกและมีแผ่นวงกลมบางๆ ติดหัวท้ายกระบอก ดังรูป ให้ทรงกระบอกมีรัศมี r = 0.75 cm แผ่นวงกลมแต่ละวงมีรัศมี R = 1.00 cm และมีเชือกพันรอบแกนหลอดด้ายสองสามรอบ แล้วขนาดของ θ ที่ดึงเชือกแล้วหลอดด้ายจะเคลื่อนที่โดยไม่หมุนเท่ากับข้อใด



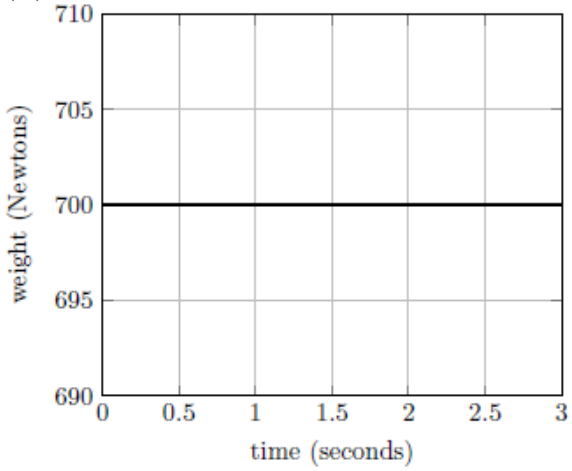
(A) 31.2°
(B) 41.4°
(C) 54.0°
(D) 60.8°
(E) 81.5°

15. ถ้าคุณยืนถือหนังสือฟิสิกส์เล่มใหญ่อยู่บนเครื่องชั่ง แล้วอ่านน้ำหนักได้ 700 นิวตัน ขณะยืนนิ่งอยู่ และที่เวลา t = 1 s คุณเริ่มยกหนังสือขึ้น จน t = 2 s หนังสืออยู่สูงขึ้นไปครึ่งเมตรแล้วหยุดนิ่งอีกครั้ง แล้วกราฟในข้อใด แสดงน้ำหนักที่อ่านได้เทียบกับเวลาได้ดีที่สุด

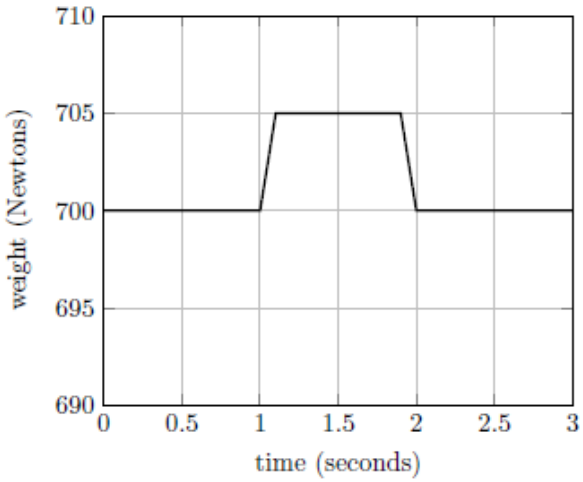
(A)



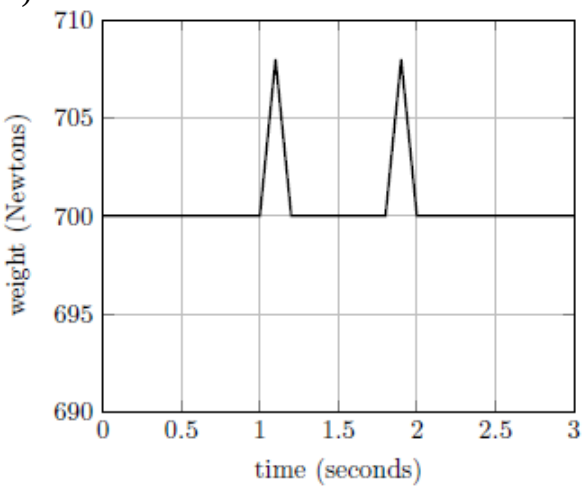
(B)



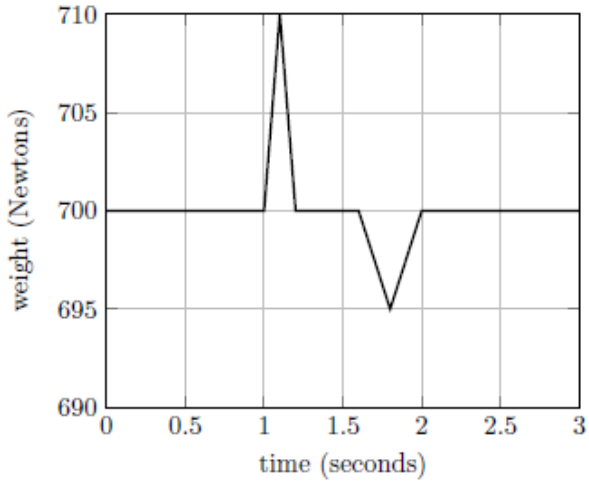
(C)



(D)



(E)



16. เครื่องบินจะบินโดยใช้การเอียงบริเวณขอบส่วนปลายปีกของเครื่องลงด้วยมุมเล็ก ๆ θ เรียกว่า มุมที่สร้างแรงยกตัวขณะออกบิน ถ้าเครื่องบินมีอัตราเร็วบนพื้นดิน v แล้วแรงยกตัวจะแปรผันตาม $v^2\theta$ และแรงฉุดเพื่อเอาชนะแรงต้านอากาศจะแปรผันตาม v^2

พิจารณาเครื่องบินที่อยู่บนระดับความสูงหนึ่ง และมีอัตราเร็วคงที่ตอนอยู่บนพื้นดิน v ถ้ามีลมพัดจากหางไปยังหัวเครื่องบินด้วยความเร็ว $w < v$ (ขนาดของ w วัดเทียบกับพื้นดิน) (อากาศจะช่วยดันเครื่องบิน ให้บินไปยังทิศที่เราต้องการ) แล้วกำลังของเครื่องยนต์ และมุมที่สร้างแรงยกตัวจะเปลี่ยนไปอย่างไร เพื่อให้ความเร็วของเครื่องบินยังคงบินในแนวระดับด้วยอัตราเร็วเท่าเดิม

(A) กำลังของเครื่องยนต์จะลดลง และมุมที่สร้างแรงยกตัวจะลดลง

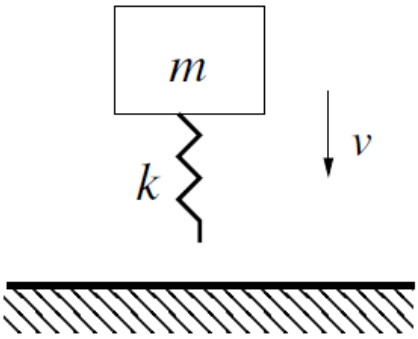
(B) กำลังของเครื่องยนต์จะลดลง และมุมที่สร้างแรงยกตัวจะเท่าเดิม

(C) กำลังของเครื่องยนต์จะลดลง และมุมที่สร้างแรงยกตัวจะเพิ่มขึ้น

(D) กำลังของเครื่องยนต์จะเพิ่มขึ้น และมุมที่สร้างแรงยกตัวจะลดลง

(E) กำลังของเครื่องยนต์จะเพิ่มขึ้น และมุมที่สร้างแรงยกตัวจะเพิ่มขึ้น

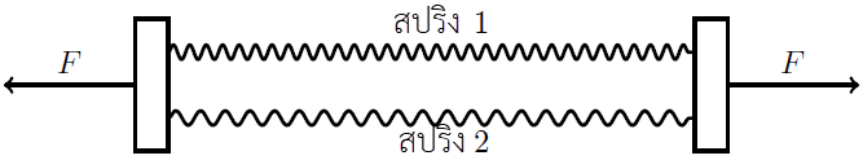
17. ไม้กระโดดจำลองประกอบด้วยสปริงเบามีค่านิจสปริง k ติดที่ด้านล่างของบล็อกมวล m ให้ไม้กระโดดถูกปล่อยลง โดยสปริงจะกระแทกพื้นด้วยอัตราเร็ว v หลังจากการกระแทกแล้ว ส่วนปลายด้านล่างของสปริงจะถูกยึดติดกับพื้น



หลังการกระแทกอัตราเร็วสูงสุดของบล็อกจะเท่ากับข้อใด

(A) v
(B) $v + 2mg^2/kv$
(C) $v + mg^2/kv$
(D) $\sqrt{v^2+2mg^2/k}$
(E) $\sqrt{v^2+mg^2/k}$

18. ให้สปริงที่มีความยาวตามปกติ l_1 มีค่านิจสปริง k_1 วางขนานกับสปริงที่มีความยาวตามปกติ l_2 และมีค่านิจสปริง k_2 และมีแรง F กระทำในแต่ละด้าน



ถ้าเรารวมสปริงทั้งสองให้เสมือนเป็นหนึ่งสปริง และมีค่านิจสปริง k มีความยาวตามปกติ l แล้วข้อความใดต่อไปนี้เป็นจริง

(A) $k = k_1 + k_2$ และ $l = l_1 l_2/(l_1+l_2)$

(B) $k = k_1 + k_2$ และ $l = (l_1 k_1 + l_2 k_2)/(k_1 + k_2)$

(C) $k = k_1 + k_2$ และ $l = (l_1 k_2 + l_2 k_1)/(k_1 + k_2)$

(D) $k = (l_1 k_1 + l_2 k_2)/ (l_1+l_2)$ และ $l = (l_1 k_1 + l_2 k_2)/(k_1 + k_2)$

(E) $k = (l_2 k_1 + l_1 k_2)/ (l_1+l_2)$ และ $l = (l_1 k_2 + l_2 k_1)/(k_1 + k_2)$

19. (เกินหลักสูตรสอบเข้า สอวน.) ในการทดสอบอัตราเร็วเสียง นักเรียนคนหนึ่งวัดระยะทางที่คลื่นเสียงเดินทางไปได้ 75.0 ± 2.0 cm และใช้เวลาในการเดินทาง 2.15 ± 0.10 ms สมมุติว่าความคลาดเคลื่อนมีการกระจายตัวแบบ Gaussian (มีการแจกแจงแบบปกติ) แล้วอัตราเร็วที่คำนวณได้ควรเท่ากับข้อใด

(A) 348.8 ± 0.5 m/s
(B) 348.8 ± 0.8 m/s
(C) 349 ± 8 m/s
(D) 349 ± 15 m/s
(E) 349 ± 19 m/s

20. ให้เชือกที่แข็งแรงและสม่ำเสมอยาว L วางราบบนโต๊ะที่มีความยาว L/3 และมีสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน $\mu_s = 1/7$ โดยทั้งสองด้านของโต๊ะจะมีเชือกยาว L/3 เลยออกมาจากโต๊ะเท่ากัน ให้เชือกพาดผ่านขอบโต๊ะที่โค้งและมีความลื่นและไร้แรงเสียดทาน

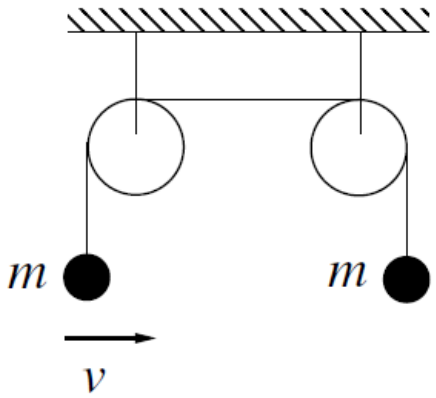
สมมุติว่า เราดึงปลายเชือกด้านหนึ่งที่ห้อยอยู่เป็นระยะ x แล้วปล่อยไว้นิ่งๆ โดยปลายเชือกทั้งสองด้านยังไม่แตะพื้น แล้วค่า x มากสุดที่เชือกจะไม่หล่นลงมาเท่ากับข้อใด

(A) L/42
(B) L/21
(C) L/14
(D) 2L/21
(E) 3L/14

21. คานสม่ำเสมอยาว L มวล M มีจุดหมุนอยู่ที่ระยะ x ห่างจากศูนย์กลางคาน ถ้าคานที่เดิมอยู่นิ่งถูกปล่อยลงมาจากตำแหน่งในแนวนอน แล้วคาบของการแกว่งจะน้อยสุดเมื่อ x เท่ากับข้อใด

(A) x =L/2
(B) x =L/2$\sqrt{3}$
(C) x =L/4
(D) x =L/4$\sqrt{3}$
(E) x =L/12

22. ให้มวล m สองอัน เชื่อมติดกันบนรอก ดังรูป



ถ้ามวลด้านซ้ายได้รับความเร็วเล็กน้อยจนเกิดการสั่นไปด้านหน้าด้านหลังแล้ว มวลด้านขวาจะเป็นไปตามข้อใด

(A) ยังคงอยู่นิ่ง

(B) จะสั่นในแนวตั้ง และมีการเคลื่อนที่สุทธิในทิศขึ้น

(C) จะสั่นในแนวตั้ง และมีการเคลื่อนที่สุทธิในทิศลง

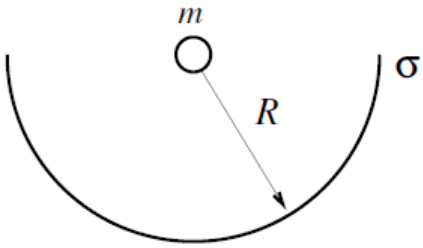
(D) จะสั่นในแนวตั้ง โดยไม่มีการเคลื่อนที่สุทธิ

(E) จะสั่นในแนวนอน โดยไม่มีการเคลื่อนที่สุทธิ

23. ให้มวล m_1 และ m_2 เชื่อมกันด้วยคานแข็งเบายาว L วางราบบนโต๊ะลื่น ที่เวลา t = 0 มวลก้อนแรกได้รับแรงดลในทิศตั้งฉากกับคาน จนมีอัตราเร็ว v ในขณะนั้นมวลก้อนที่สองยังคงอยู่นิ่ง แล้วมวลก้อนที่สองจะหยุดนิ่งอีกครั้งตอน t เท่ากับข้อใด

(A) $t = 2\pi L / v$
(B) $t = \pi (m_1 + m_2)L / m_2 v$
(C) $t = 2\pi m_2 L / (m_1 + m_2)v$
(D) $t = 2\pi m_1 m_2 L / (m_1 + m_2)^2 v$
(E) $t = 2\pi m_1 L / (m_1 + m_2)v$

24. มวล m ถูกวางที่จุดศูนย์กลางของครึ่งทรงกลมบางที่มีรัศมี R และมีมวลหนาแน่น σ โดย σ มีหน่วย kg/m^2



แล้วแรงโน้มถ่วงจากครึ่งทรงกลมบางที่กระทำกับมวล m เท่ากับข้อใด

(A) (1/3) (πGmσ)
(B) (2/3) (πGmσ)
(C) $(1/\sqrt{2})$ (πGmσ)
(D) (3/4) (πGmσ)
(E) πGmσ

25. (เกินหลักสูตรสอบเข้า สอวน. ค่าย 1)นักเรียนพยามวัดพื้นผิวของท่อทรงกระบอกที่ทำจากลวด ถ้านักเรียนวัดรัศมีของท่อได้ 1.0 ± 0.1 cm โดยใช้
ไม้บรรทัด และวัดความยาวท่อได้ 1.00 ± 0.01 m โดยใช้ไม้เมตร หากต้องการให้ผลลัพธ์แม่นยำขึ้น เราสามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 : เปลี่ยนจากไม้บรรทัด เป็น คาลิปเปอร์ ที่มีความคลาดเคลื่อน 0.01 cm

วิธีที่ 2 : เปลี่ยนจากไม้เมตร เป็น ตลับเมตร ที่มีความคลาดเคลื่อน 0.001 m

วิธีที่ 3 : วัดใหม่ โดยแยกเป็นสิบครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ยของผลลัพธ์

ข้อใดเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของแต่ละวิธีได้ถูกต้องที่สุด

(A) วิธีที่ 3 มีความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด ในขณะที่วิธีที่ 1 และ 2 มีความคลาดเคลื่อนเท่ากัน

(B) วิธีที่ 3 มีความคลาดเคลื่อนสูงที่สุด ในขณะที่วิธีที่ 1 และ 2 มีความคลาดเคลื่อนเท่ากัน

(C) วิธีที่ 1 มีความคลาดเคลื่อนสูงที่สุด และวิธีที่ 2 มีความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

(D) วิธีที่ 2 มีความคลาดเคลื่อนสูงที่สุด และวิธีที่ 1 มีความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

(E) วิธีที่ 2 มีความคลาดเคลื่อนสูงที่สุด และวิธีที่ 3 มีความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด