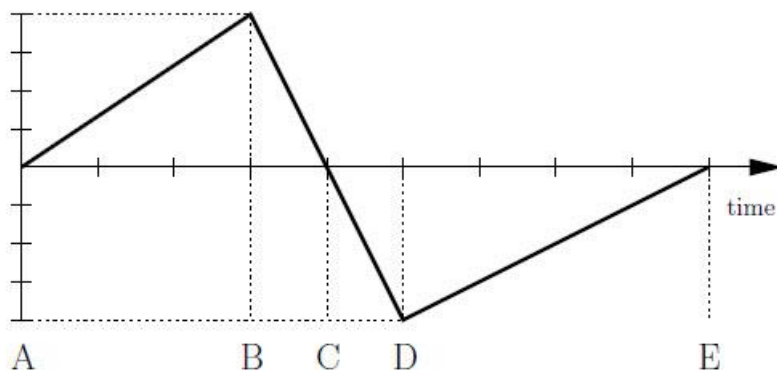


ข้อสอบ $F = ma$ สำหรับการคัดเลือกรอบแรกโครงการฟิสิกส์โอลิมปิกประเทศสหรัฐอเมริกา และเป็นลิขสิทธิ์ของสมาพันธ์ครูฟิสิกส์แห่งสหรัฐอเมริกา สมาคมฟิสิกส์ไทยได้รับอนุญาตให้แปลและเผยแพร่แก่บุคคลทั่วไปได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย

ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดในข้อสอบหรือเฉลย ไม่ว่าหน้าใดหน้าหนึ่งหรือทั้งหมด ไปทำซ้ำหรือดัดแปลง เพื่อประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ใดๆ โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของลิขสิทธิ์

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 1 ถึง 3

กำหนดกราฟแสดงการเคลื่อนที่ของกระบอกที่วิ่งไปตามสายโทรศัพท์เส้นหนึ่ง และตัวอักษร A ถึง E ใช้อ้างอิงเวลาต่างๆ ดังรูป



1. ถ้านี้เป็นกราฟของ ตำแหน่ง เทียบกับ เวลา แล้วกระบอกมีอัตราเร็วมากที่สุดในช่วงเวลา (s)ใด

(A) จาก A ถึง B

(B) จาก B ถึง C เท่านั้น

(C) จาก B ถึง D

(D) จาก C ถึง D เท่านั้น

(E) จาก D ถึง E

2. ถ้านี้เป็นกราฟของ อัตราเร็ว เทียบกับ เวลา แล้วระรอกมีอัตราเร็วมากที่สุดในช่วงเวลา (s) ไດ

(A) ที่ B

(B) ที่ C

(C) ที่ D

(D) ที่ B และ ที่ D

(E) จาก C ถึง D

3. ถ้านี้เป็นกราฟของ ความเร่ง เทียบกับ เวลา จากที่เดิมกระรอกอยู่นิ่ง แล้วกระรอกมีอัตราเร็วมากที่สุดในช่วงเวลา (s) ไດ

(A) ที่ B

(B) ที่ C

(C) ที่ D

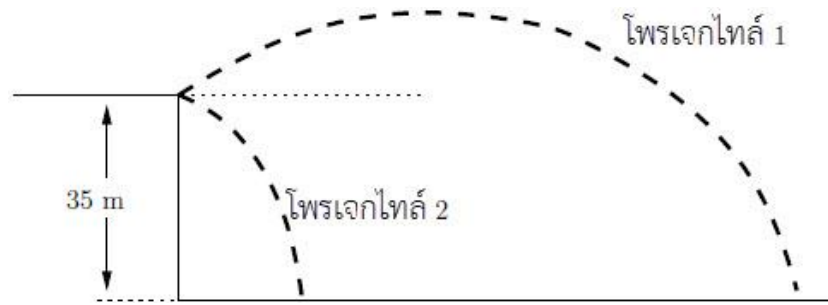
(D) ที่ B และ ที่ D

(E) จาก C ถึง D

4. คนชนของสองทีม ช่วยกันย้ายเปียโนลงมาจากหน้าต่างชั้น 10 ของอพาร์ตเมนต์แห่งหนึ่ง ถ้าเชือกขาดขณะเปียโนอยู่สูงจากพื้นดิน 30 เมตร และทีมชนของบนพื้นดินได้เสียงตะโกนจากทีมด้านล่างครั้งแรก ขณะเปียโนอยู่สูงจากพื้นดิน 14 เมตร แล้วพวกเขามีเวลาหนีก่อนเปียโนจะตกใส่เท่าใด

- (A) 0.66 sec
- (B) 0.78 sec
- (C) 1.67 sec
- (D) 1.79 sec
- (E) 2.45 sec

5. ให้การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ทั้งสองแบบ ถูกยิงจากความสูง 35 เมตร ดังรูป ถ้าแบบแรกถูกยิงด้วยมุมเงย 37° แบบที่สองถูกยิงด้วยมุมเงย 37° และทั้งสองมีอัตราเร็วต้น $v_0 = 50 \text{ m/s}$



แล้วผลต่างเวลาที่อยู่ในอากาศของทั้งสองแบบ $t_1 - t_2$ ควรเท่ากับข้อใด

- (A) 3 s
- (B) 5 s
- (C) 6 s
- (D) 8 s
- (E) 10 s

6. กระสุนปืนถูกยิงทำมุม θ กับแนวนอน และเคลื่อนที่โดยไม่มีแรงต้านอากาศ จะขึ้นไปได้สูงสุด H และระยะตกกลับ อยู่ไกลออกไป R แล้วอัตราส่วน H / R เท่ากับข้อใด

(A) $\tan \theta$

(B) $2 \tan \theta$

(C) $\frac{2}{\tan \theta}$

(D) $\frac{1}{2} \tan \theta$

(E) $\frac{1}{4} \tan \theta$

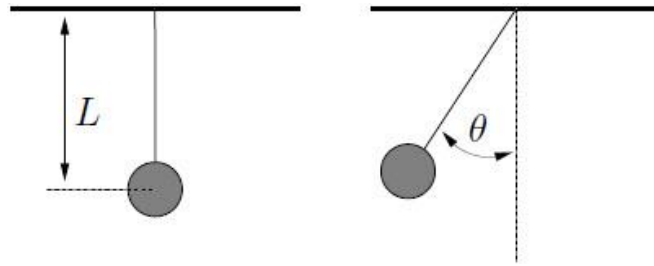
7. แฮร์รี่ นั่งอยู่บนม้าหมุนที่ห่างจากจุดศูนย์กลางไป 2 เมตร มัลฟอย เสกให้แฮร์รี่นั่งอยู่กับที่แล้วเดินเครื่องม้าหมุน ให้เริ่มหมุนรอบแกน ถ้าแฮร์รี่มีมวล 50.0 kg และทนต่อความเร่งได้ 5.0 g's ก่อนสลบไป แล้วโมเมนต์เชิงมุมของแฮร์รี่ขณะสลบไปเท่ากับข้อใด

- (A) $200 \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$
- (B) $330 \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$
- (C) $660 \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$
- (D) $1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$
- (E) $2200 \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$

8. รถพยายามใช้ความเร่งป็นขึ้นเนินที่ทำมุม θ กับแนวนอน สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตระหว่างยางล้อกับเนินเท่ากับ $\mu > \tan \theta$ แล้วความเร่งสูงสุด (ในทิศขึ้นไปตามเนิน) เท่ากับข้อใด ไม่คิดความเฉื่อยในการหมุนของล้อ

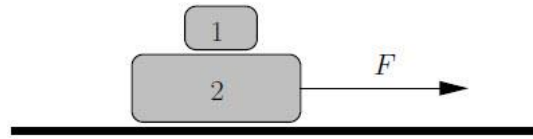
- (A) $g \tan \theta$
- (B) $g (\mu \cos \theta - \sin \theta)$
- (C) $g (\mu - \sin \theta)$
- (D) $g \mu \cos \theta$
- (E) $g (\mu \sin \theta - \cos \theta)$

9. ลูกตุ้มมวล M แขวนบนเพดานของรถด้วยเชือกเบายาว L จากรถที่เดิมอยู่นิ่ง เมื่อเร่งรถออกไป ลูกตุ้มจะแกว่งทำมุม θ กับแนวตั้ง ข้อใดคือความเร่งของรถในเทอมของ θ , M , L และ g



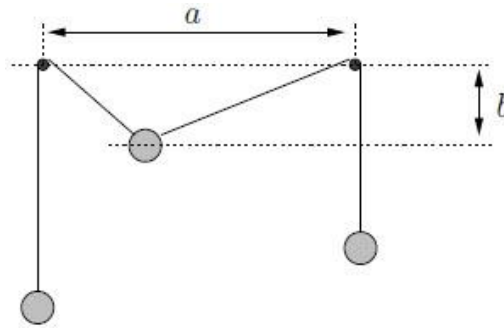
- (A) $Mg \sin \theta$
- (B) $MgL \tan \theta$
- (C) $g \tan \theta$
- (D) $g \cot \theta$
- (E) $Mg \tan \theta$

10. ให้มวล m_1 อยู่บนมวล m_2 โดยมวลทั้งสองวางอยู่บนพื้นราบ และมีเชือกที่ใช้ลากไปตามแนวนอนได้ และมีสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของการเคลื่อนที่ในทุกพื้นผิวเท่ากับ μ ถ้ามีแรง F มากระทำกับเชือก แล้วความเร่งของมวลทั้งสองเท่ากับข้อใด ให้สมมติว่า F มีขนาดใหญ่พอที่ทำให้มวลทั้งสองบนไถลบนกัน



- (A) $a_2 = (F - \mu g (2 m_1 + m_2)) / m_2$
 (B) $a_2 = (F - \mu g (m_1 + m_2)) / m_2$
 (C) $a_2 = (F - \mu g (m_1 + 2 m_2)) / m_2$
 (D) $a_2 = (F + \mu g (m_1 + m_2)) / m_2$
 (E) $a_2 = (F - \mu g (m_2 - m_1)) / m_2$

11. วัตถุสามชิ้นที่มีมวลเท่ากันถูกแขวนไว้บนรอกเล็กๆ ด้วยเชือกเบา ดังรูป ถ้าไม่คำนึงถึงแรงเสียดทาน และสมมติว่าระบบอยู่ในภาวะสมดุล แล้วอัตราส่วนของ a / b เท่ากับข้อใด (สเกลของรูปประกอบไม่ใช่ขนาดจริง)

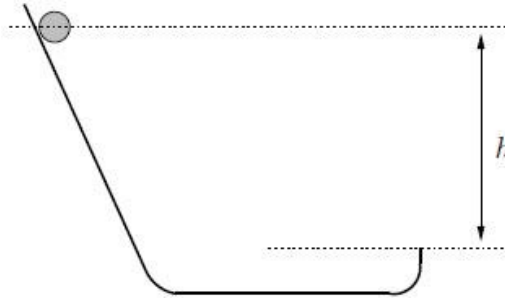


- (A) $1/2$
- (B) 1
- (C) $\sqrt{3}$
- (D) 2
- (E) $2\sqrt{3}$

12. ลูกบอลมวล m กำลังจะหล่นจากขอบโต๊ะด้วยพลังงานจลน์เริ่มต้น K ที่เวลา t หลังจากลูกบอลหล่นจากขอบโต๊ะจะมีพลังงานจลน์ $3K$ แล้ว t มีค่าเท่ากับข้อใด ไม่ต้องคำนึงถึงแรงต้านอากาศ

- (A) $(3/g)\sqrt{K/m}$
- (B) $(2/g)\sqrt{K/m}$
- (C) $(1/g)\sqrt{8K/m}$
- (D) $(K/g)\sqrt{6/m}$
- (E) $(2K/g)\sqrt{1/m}$

13. ลูกบอลมวล M รัศมี R มีโมเมนต์ความเฉื่อย $I = \frac{2}{5}MR^2$ ให้เดิมอยู่นิ่งแล้วกลิ้งลงมาจากพื้นเอียง โดยไม่สูญเสียพลังงานจากการเสียดสี จากนั้นกลิ้งไปตามแนวราบจนกระทั่งหลุดออกจากพื้นเอียงไปและพุ่งขึ้นไปในแนวตั้ง ดังรูป แล้วความสูงสูงสุด $y_{\max}$ ของลูกบอลเท่ากับข้อใด ให้ความสูงสูงสุดที่หลุดออกจากปลายพื้นเอียง $y_{\max}$ แสดงในเทอมของ h

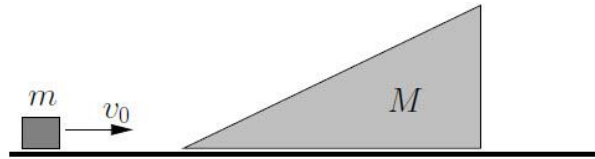


- (A) h
- (B) $\frac{25}{49}h$
- (C) $\frac{2}{5}h$
- (D) $\frac{5}{7}h$
- (E) $\frac{7}{5}h$

14. วัตถุ 5.0 kg มีอัตราเร็ว 8.0 m / s ไปตามพื้นราบ 2.0 m จนกระทั่งพุ่งชนแบบยืดหยุ่นสมบูรณ์กับวัตถุ 15.0 kg ที่เดิมอยู่นิ่ง ถ้าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานจลน์ระหว่างวัตถุทั้งสองกับพื้นเท่ากับ 0.35 แล้ววัตถุ 15.0 kg จะเคลื่อนที่ไปได้ไกลเท่าใด

- (A) 0.76 m
- (B) 1.79 m
- (C) 2.29 m
- (D) 3.04 m
- (E) 9.14 m

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 15 และ 16



บล็อกมวล m เคลื่อนที่ไปตามแนวราบของโต๊ะด้วยอัตราเร็วต้น v_0 แล้วพุ่งขึ้นพื้นเอียงขนาดใหญ่มวล M ไปโดยไม่มีแรงเสียดทาน โดยพื้นเอียงสามารถเคลื่อนไปมาบนโต๊ะได้ สมมติว่าทุกอย่างเคลื่อนที่โดยไม่มีแรงเสียดทาน

15. บล็อกมวล m มีอัตราเร็วต้น v_0 พุ่งขึ้นพื้นเอียงมวล M ไปโดยไม่มีแรงเสียดทาน แล้วขึ้นไปสูง h ตามพื้นเอียง จากนั้นไหลกลับลงมา จงหาความสูง h

- (A) $h = \frac{v_0^2}{2g}$
 (B) $h = \frac{1}{g} \frac{Mv_0^2}{m+M}$
 (C) $h = \frac{1}{2g} \frac{Mv_0^2}{m+M}$
 (D) $h = \frac{1}{2g} \frac{mv_0^2}{m+M}$
 (E) $h = \frac{v_0^2}{g}$

16. จากที่กำหนดไว้ก่อนหน้านี้ จงหาอัตราเร็ว v ของมวล m หลังสั่นกลับออกมาจากทางลาด

(A) $v = v_0$

(B) $v = \frac{m}{m+M} v_0$

(C) $v = \frac{M}{m+M} v_0$

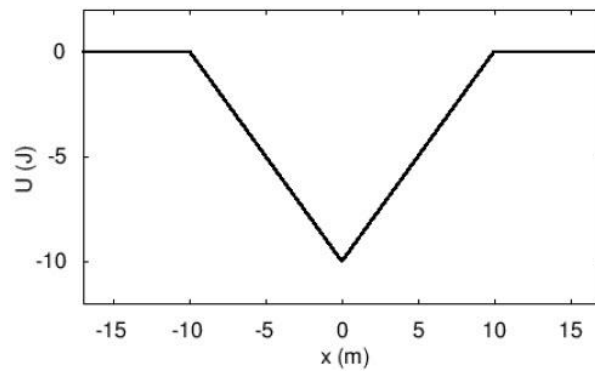
(D) $v = \frac{M-m}{M} v_0$

(E) $v = \frac{M-m}{m+M} v_0$

17. ถ้ามวล m สีสัน ถูกวางไว้ที่จุดยอดของทรงสี่เหลี่ยมที่มีความยาวด้าน a แล้วพลังงานศักย์โน้มถ่วงของการจัดวางนี้ เท่ากับข้อใด

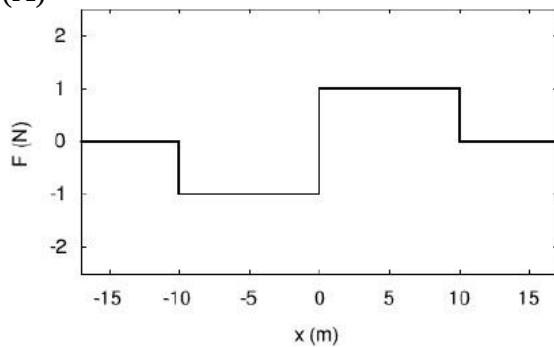
- (A) $-2 \frac{Gm^2}{a}$
(B) $-3 \frac{Gm^2}{a}$
(C) $-4 \frac{Gm^2}{a}$
(D) $-6 \frac{Gm^2}{a}$
(E) $-12 \frac{Gm^2}{a}$

ใช้กราฟของพลังงานศักย์ต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 18 ถึง 20

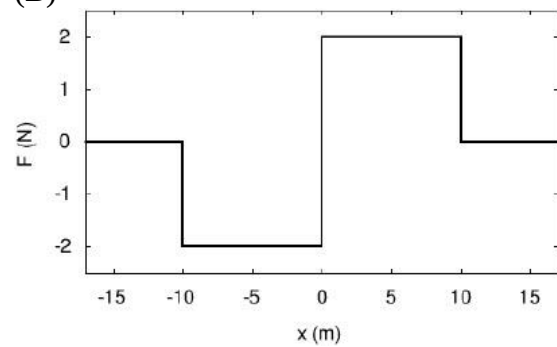


18. กราฟของแรงในข้อใดที่สอดคล้องกับกราฟพลังงานศักย์ที่กำหนดให้

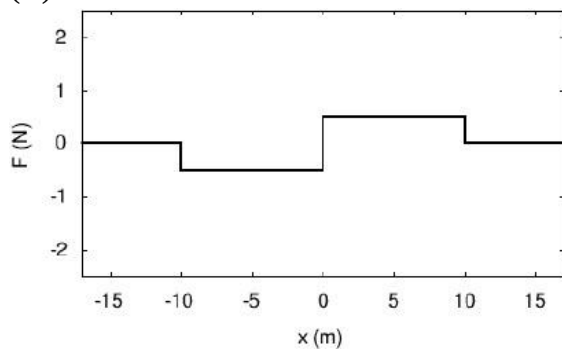
(A)



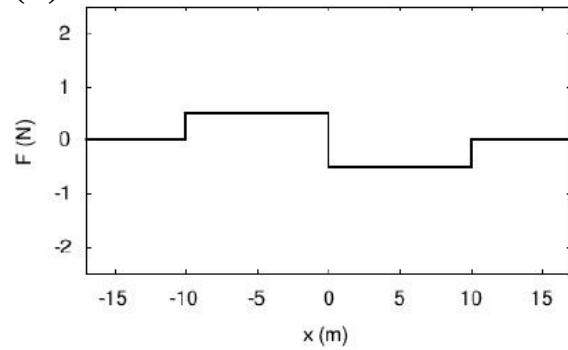
(B)



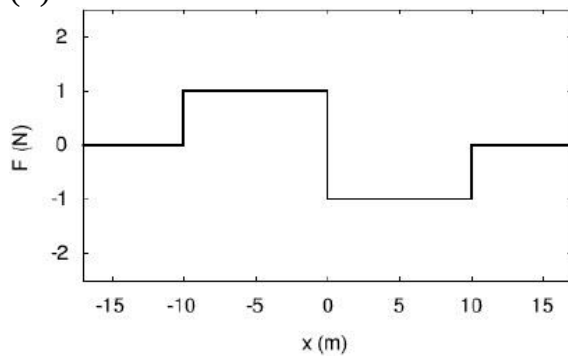
(C)



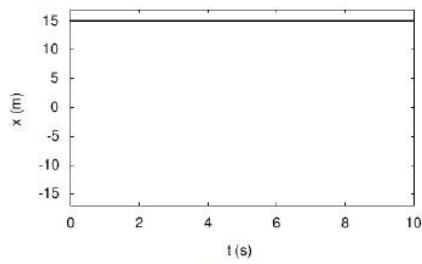
(D)



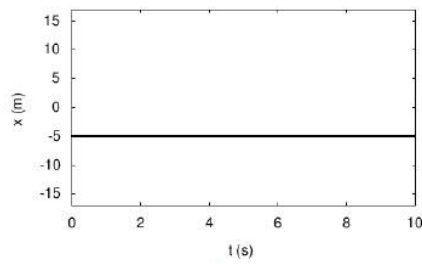
(E)



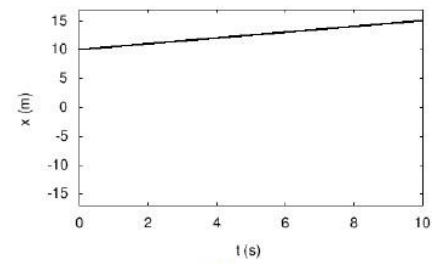
19. พิจารณากราฟของตำแหน่งกับเวลา



I.



II.

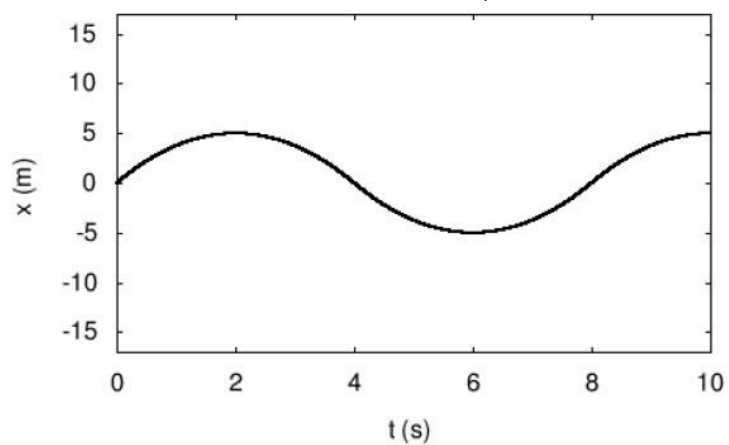


III.

กราฟใดที่สามารถเป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุตามพลังงานศักย์ที่กำหนดให้ได้

- (A) I
- (B) I และ II
- (C) III
- (D) I และ III
- (E) I, II, และ III

20. พิจารณากราฟตำแหน่งเทียบกับเวลา ที่แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุตามพลังงานศักย์ที่กำหนดให้



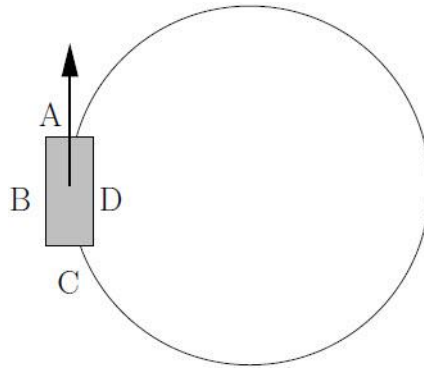
พลังงานสุทธิของวัตถุเท่ากับข้อใด

- (A) -5 J
- (B) 0 J
- (C) 5 J
- (D) 10 J
- (E) 15 J

21. พลังงานศักย์โน้มถ่วงของลูกบอลตันที่มีความหนาแน่น ρ รัศมี R เท่ากับ E แล้วพลังงานศักย์โน้มถ่วงของลูกบอลตันที่มีความหนาแน่น ρ รัศมี $2R$ เท่ากับข้อใด

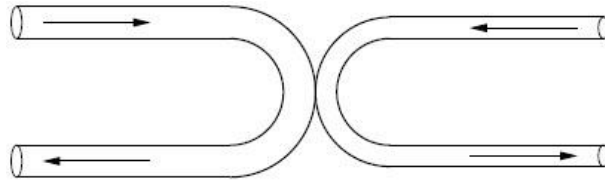
- (A) $2E$
- (B) $4E$
- (C) $8E$
- (D) $16E$
- (E) $32E$

22. ลูกโป่งบรรจุแก๊สฮีเลียมถูกผูกติดกับพื้นรถด้วยเชือกเส้นหนึ่ง เนื่องจากรถถูกปิดแน่นหนาจึงไม่มีอากาศจากภายนอกมากกระทำกับลูกโป่ง ถ้าวิ่งเป็นวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่ แล้วข้อใด คือทิศทางของลูกโป่งที่ถูกผูกเอาไว้



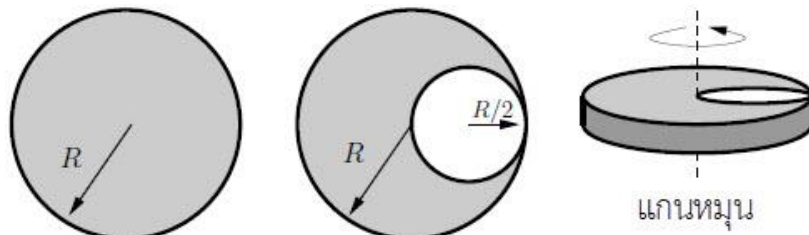
- (A) A
- (B) B
- (C) C
- (D) D
- (E) ยังคงลอยอยู่ในแนวตั้ง

23. กำหนดท่อรูปตัว U สองอัน ให้ท่อด้านซ้าย มีพื้นที่หน้าตัด A มีอัตราเร็วของน้ำที่ไหลผ่าน v ส่วนท่อด้านขวามีพื้นที่หน้าตัด $A' = A/2$ ถ้าแรงลัพธ์ที่ท่อสัมผัสกันเป็นศูนย์ แล้วอัตราเร็ว v' ของน้ำที่ไหลผ่านท่อทางด้านขวาเท่ากับข้อใด โดยไม่ต้องสนใจแรงโน้มถ่วง และสมมติว่า อัตราเร็วของน้ำ ขาเข้า-ขาออก ในแต่ละท่อมามีค่าเท่ากัน



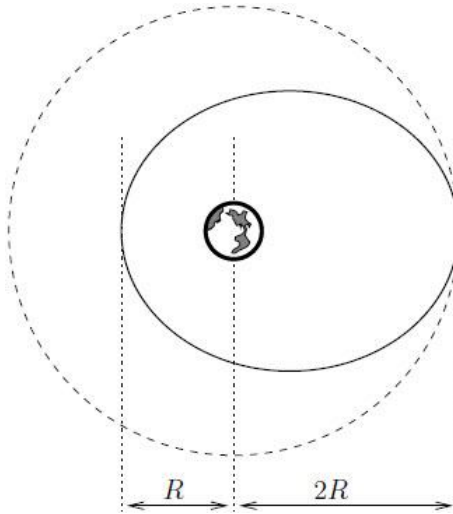
- (A) $1/2v$
- (B) v
- (C) $\sqrt{2}v$
- (D) $2v$
- (E) $4v$

24. (เกินหลักสูตรการสอบเข้า สอน.) แผ่นวงกลมสม่ำเสมอ รัศมี R เดิมมีมวล M แกนหมุนที่จุดศูนย์กลาง ซึ่งตั้งฉากกับแผ่นวงกลมมีโมเมนต์ความเฉื่อย $I_0 = \frac{1}{2}MR^2$ ถ้าเจาะรูบนแผ่นวงกลม ดังรูป แล้วโมเมนต์ความเฉื่อยใหม่ที่แกนหมุนจะเท่ากับข้อใด ให้แสดงในเทอมของรัศมี R มวล M ของแผ่นวงกลมเดิม



- (A) $(15/32)MR^2$
- (B) $(13/32)MR^2$
- (C) $(3/8)MR^2$
- (D) $(9/32)MR^2$
- (E) $(15/16)MR^2$

25. ยานอวกาศ (ซึ่งมีมวลน้อยมาก) อยู่ในวงโคจรรอบดาวเคราะห์ดวงหนึ่ง ระยะใกล้สุดระหว่างยานอวกาศกับดาวเคราะห์เท่ากับ R และระยะไกลสุดเท่ากับ $2R$ ถ้าที่ระยะไกลสุดยานอวกาศเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว v_0 จากนั้นเดินเครื่องเข้าสู่วงโคจรรอบที่มีรัศมี $2R$ อัตราเร็วใหม่ที่ได้จะเท่ากับข้อใด



- (A) $\sqrt{3/2}v_0$
- (B) $\sqrt{5}v_0$
- (C) $\sqrt{3/5}v_0$
- (D) $\sqrt{2}v_0$
- (E) $2v_0$