ข้อสอบ *F = ma* สำหรับการคัดเลือกรอบแรกโครงการฟิสิกส์โอลิมปิกประเทศสหรัฐอเมริกา และเป็นลิขสิทธิ์ของสมาพันธ์ครูฟิสิกส์แห่งสหรัฐอเมริกา สมาคมฟิสิกส์ไทยได้รับอนุญาตให้แปลและเผยแก่บุคคลทั่วไปได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย

ห้ามนำส่วนหนึ่งส่วนใดในข้อสอบหรือเฉลย ไม่ว่าหน้าใดหน้าหนึ่งหรือทั้งหมด ไปทำซ้ำหรือดัดแปลง เพื่อประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ใดๆ โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของลิขสิทธิ์

1. นกบินเป็นเส้นตรง โดยเริ่มต้นบินด้วยอัตราเร็ว 10 m/s แล้วเพิ่มอัตราเร็วอย่างสม่ำเสมอจนถึง 18 m/s ได้ระยะทางทั้งหมด 40 m ความเร่งของนกเท่ากับข้อใด

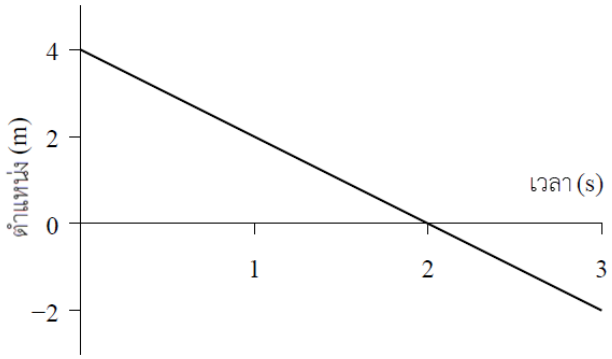
(A) 0.1 m / s^2
(B) 0.2 m / s^2
(C) 2.0 m / s^2
(D) 2.8 m / s^2
(E) 5.6 m / s^2

2. แมลงสาบไต่อยู่ภายในลูกบาศก์ที่มีความยาวด้าน 3 m ถ้าแมลงสาบเริ่มจากมุมซ้ายล่างที่ด้านหลังของลูกบาศก์ แล้วไต่มาถึงมุมบนขวาที่ด้านหน้าของลูกบาศก์ แล้วการกระจัดของแมลงสาบเท่ากับข้อใด

(A) $3\sqrt{2}$ m
(B) $3\sqrt[3]{2}$ m
(C) $3\sqrt{3}$ m
(D) 3 m
(E) 9 m

 ©2010 American Association of Physics Teachers

3. จากกราฟตำแหน่งเทียบกับเวลาของวัตถุที่เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง ข้อใดคือความเร็ว ณ ขณะ t = 2 วินาที

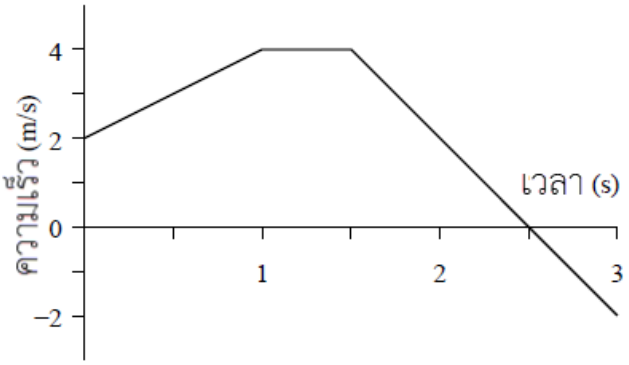


(A) – 2 m/s
(B) $-\frac{1}{2}$ m/s
(C) 0 m/s
(D) 2 m/s
(E) 4 m/s

 ©2010 American Association of Physics Teachers

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 4 และ 5

กำหนดกราฟความเร็วเทียบกับเวลาของรถของเล่นที่เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง



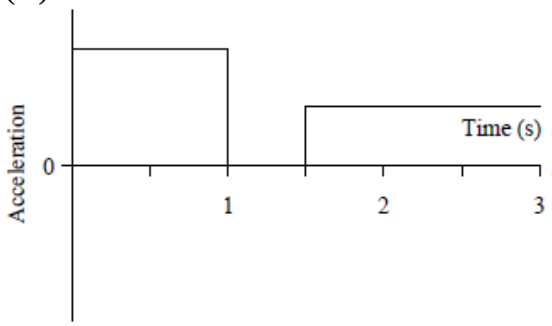
4. การกระจัดสูงสุด ที่วัดจากจุดเริ่มต้นของรถของเล่นเท่ากับข้อใด

(A) 3 m
(B) 5 m
(C) 6.5 m
(D) 7 m
(E) 7.5 m

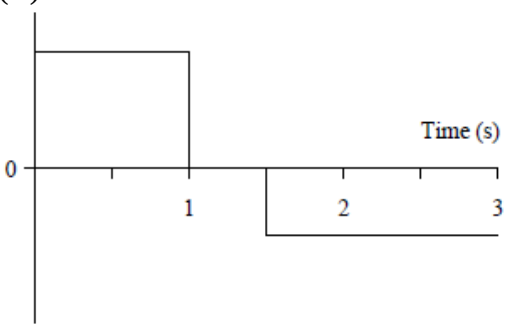
 ©2010 American Association of Physics Teachers

5. กราฟความเร่งเทียบกับเวลาในข้อใด ใกล้เคียงกับการเคลื่อนที่ของรถของเล่นมากที่สุด

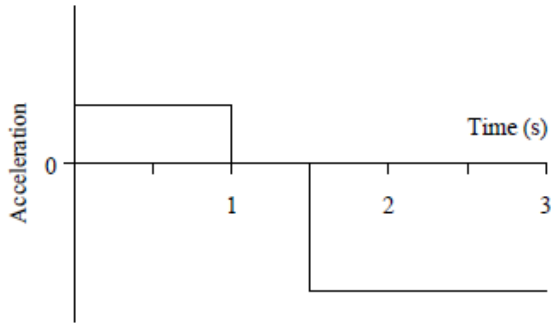
(A)



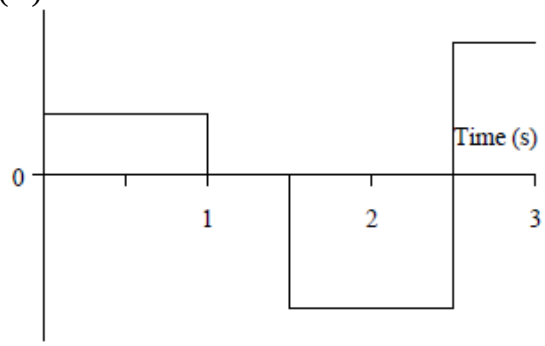
(B)



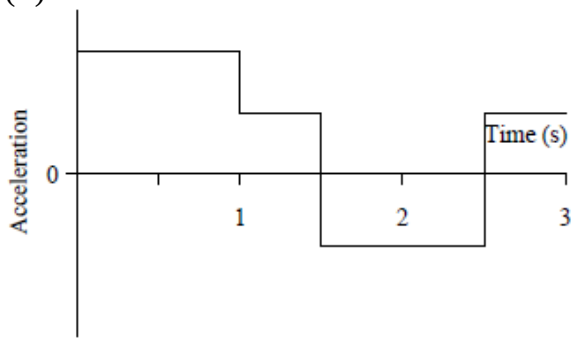
(C)



(D)



(E)



6. ปืนใหญ่ยิงกระสุนแบบโพรเจกไทล์บนพื้นราบ โดยยิงทำมุมขนาดต่างๆ ด้วยอัตราเร็วเดียวกัน ถ้าระยะตกไกลสุดของกระสุนในแนวราบเท่ากับ L แล้วระยะตกของกระสุนที่ยิงทำมุม $\frac{\pi}{6}$ กับแนวราบ เท่ากับข้อใด ไม่ต้องคิดแรงต้านอากาศ

(A) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ L
(B) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ L
(C) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ L
(D) $\frac{1}{2}$ L
(E) $\frac{1}{3}$ L

7. เลื่อนหิมะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว 2.0 m/s บนพื้นหิมะ ให้คนและเลื่อนมีมวลรวมกัน 120 kg และเด็กอีกคน ($m_{เด็ก}$ = 40 kg) พุ่งเข้ามาในทิศตรงข้ามกับเลื่อนหิมะ แล้วกระโดดขึ้นเลื่อนจากทางด้านหน้า ถ้าเด็กคนนั้นมีอัตราเร็วก่อนขึ้นไปบนเลื่อน 5.0 m/s แล้วอัตราเร็วใหม่ของเลื่อนจะเท่ากับข้อใด ไม่ต้องคิดผลของแรงเสียดทาน

(A) 0.25 m/s
(B) 0.33 m/s
(C) 2.75 m/s
(D) 3.04 m/s
(E) 3.67 m/s

8. ชายคนหนึ่งเล่นเครื่องเล่นโดยหันหลังพิงกับกำแพงของถังทรงกระบอกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 8.0 m ถ้าถังหมุนรอบแกนที่ผ่านศูนย์กลางในอัตรา 45 รอบ/นาที แล้วนำพื้นใต้เท้าที่ชายคนนั้นยืนอยู่ออกไป จงหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตระหว่างกำแพงกับชายคนนั้นที่น้อยที่สุดที่ทำให้เขาไม่หล่นลงไป

(A) 0.0012
(B) 0.056
(C) 0.11
(D) 0.53
(E) 8.9

9. บอลมวล m_1 เคลื่อนที่ในทิศบวกตามแกน x ด้วยอัตราเร็วต้น v_0 แล้วชนกับบอลมวล m_2 ซึ่งเดิมอยู่นิ่ง หลังจากการชน บอลมวล m_1 มีความเร็ว $v_{1x}\,\hat{x} + v_{1y}\hat{y}$ และบอลมวล m_2 มีความเร็ว $v_{2x}\,\hat{x} + v_{2y}\hat{y}$ จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

I) $0 = m_1v_{1x} + m_1v_{2x}$

II) $m_1v_0 = m_1v_{1y} + m_2v_{2y}$

III) $0 = m_1v_{1y} + m_2v_{2y}$

IV) $m_1v_0 = m_1v_{1x} + m_1v_{1y}$

V) $m_1v_0 = m_1v_{1x} + m_2v_{2x}$

ข้อใดสอดคล้องกับระบบ

(A) I และ II

(B) III และ V

(C) II และ V

(D) III และ IV

(E) I และ III

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 10 และ 11

จากการทดลองลากกล่องไม้หนักๆ ที่วางอยู่บนพื้นด้วยเครื่องชั่งสปริง ได้บันทึกแรงที่ใช้ในแต่ละครั้งกับความเร่งของบล็อกไม้ ดังนี้

แรง F (นิวตัน)	3.05	3.45	4.05	4.45	5.05
ความเร่ง a (เมตร/วินาที ^{2})	0.095	0.205	0.295	0.405	0.495

10. มวลของกล่องไม้ควรเท่ากับข้อใด

(A) 3 kg
(B) 5 kg
(C) 10 kg
(D) 20 kg
(E) 30 kg

11. ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างกล่องกับพื้นควรเท่ากับข้อใด

(A) 0.05
(B) 0.07
(C) 0.09
(D) 0.5
(E) 0.6

12. แผ่นกลมสม่ำเสมอหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมคงที่รอบแกนที่ผ่านศูนย์กลาง และตั้งฉากกับระนาบแผ่นกลม และมีพลังงานจลน์เท่ากับ E ถ้าแผ่นกลมแบบเดียวกันหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมเดียวกัน แต่หมุนรอบแกนที่ขอบของแผ่นกลม (แกนยังคงตั้งฉากกับระนาบแผ่นกลม) แล้วพลังงานจลน์จะมีค่าเท่ากับข้อใด

(A) $\frac{1}{2}$ E
(B) $\frac{3}{2}$ E
(C) 2 E
(D) 3 E
(E) 4 E

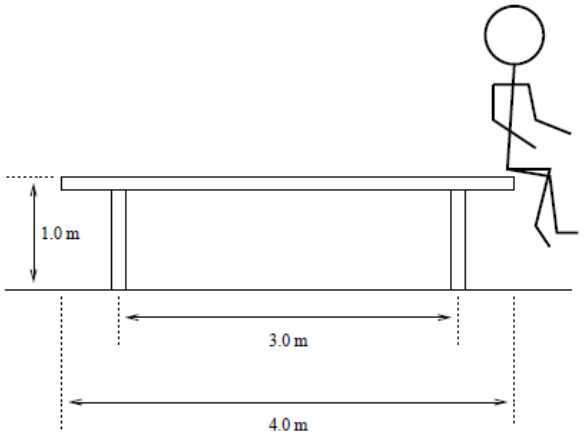
13. ติดมวลก้อนหนึ่งกับผนังด้วยสปริงที่มีค่านิจสปริง k ขณะสปริงมีความยาวตามปกติ มวลจะได้รับความเร็วต้นค่าหนึ่ง ทำให้สปริงสั่นด้วยแอมพลิจูด A ถ้าเปลี่ยนสปริงให้มีค่านิจสปริง 2k และมวลได้รับความเร็วต้นเท่าเดิม แล้วแอมพลิจูดของการสั่นเท่ากับข้อใด

(A) $\frac{1}{2}$ A
(B) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ A
(C) $\sqrt{2}$ A
(D) 2 A
(E) 4 A

14. เครื่องกักเก็บพลังงานประกอบด้วย มวลที่เหมือนกันสองชิ้นที่เชื่อมกันด้วยเชือก และจะหมุนรอบจุดศูนย์กลางมวล โดยพลังงานที่ถูกเพิ่มเข้ามาจะถูกเก็บไว้โดยการม้วนพันเชือกให้เชือกระหว่างมวลมีความยาวลดลง โดยไม่มีแรงภายนอกมากระทำ ถ้าเดิมเครื่องมีพลังงานจลน์ E และหมุนด้วยความเร็วเชิงมุม ω จากนั้นเพิ่มพลังงานจนเครื่องหมุนด้วยความเร็วเชิงมุม 2ω แล้วพลังงานจลน์ของเครื่องนี้จะมีค่าเท่ากับข้อใด

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

15. โต๊ะกลมสม่ำเสมอมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.0 m มวล 50.0 kg มีขาโต๊ะที่เบามากสูง 1.0 m และห่างกัน 3.0 m ถ้าช่างไม้คนหนึ่งไปนั่งที่ขอบโต๊ะ แล้วมวลมากสุดของช่างไม้ ที่ทำให้โต๊ะไม่กระดกเท่ากับข้อใด สมมุติว่าแรงที่ช่างไม้กระทำตั้งฉากกับโต๊ะ และกระทำที่ขอบโต๊ะเท่านั้น



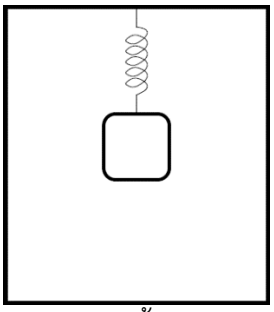
(A) 67 kg
(B) 75 kg
(C) 81 kg
(D) 150 kg
(E) 350 kg

16. สปริงเบาที่มีค่านิจสปริง k ถูกจับตั้งขึ้นให้ปลายด้านหนึ่งติดอยู่กับพื้น ส่วนปลายด้านบนปล่อยอิสระ ถ้าปล่อยลูกบอลมวล m จากแนวตั้งให้ลงไปติดกับสปริง กล่าวคือ ลูกบอลพุ่งชนกับสปริงในแนวตั้ง แล้วเกิดการสั่นในแนวตั้ง ให้ y เป็นความสูงวัดจากปลายสปริงตอนที่ยังไม่ยืดไม่หด จงหาความเร่ง a ของมวลขณะที่สั่นและอยู่ที่ความสูง y เหนือปลายสปริงตอนที่ยังไม่ยืดไม่หด และให้ทิศลงเป็นลบ โดยไม่ต้องคิดแรงต้านอากาศ
กำหนดให้ g คือ ความเร่งในการตกอย่างอิสระ และ v คือ อัตราเร็วที่ตำแหน่งนั้น

(A) $a = mv^2/y + g$
(B) $a = mv^2/k - g$
(C) $a = (k/m)y - g$
(D) $a = -(k/m)y + g$
(E) $a = -(k/m)y - g$

 ©2010 American Association of Physics Teachers

17. มวล m อยู่นิ่ง ณ จุดสมดุล ขณะถูกแขวนในแนวตั้งบนสปริงที่เดิมยาว L มีค่านิจสปริง k ดังรูป



ถ้ากล่องเริ่มมีความเร่ง a ในทิศขึ้น ระยะจากจุดสมดุลไปยังพื้นล่างของกล่องเปลี่ยนไปเท่าใด

(A) (a/g)L
(B) (g/a)L
(C) m(g + a)/k
(D) m(g – a)/k
(E) ma/k

18. วงแหวนสม่ำเสมอ รัศมี R อยู่คงที่ที่จุดหนึ่ง และให้อนุภาคหนึ่งอยู่ในแนวแกนกลางวงแหวนในระยะที่ไกลมาก (เทียบกับ R) และสามารถเข้าไปสู่วงแหวนด้วยอิทธิพลจากแรงโน้มถ่วงของวงแหวนได้ โดยอนุภาคนั้นจะมีอัตราเร็วสูงสุด v ถ้าเราเปลี่ยนวงแหวน ให้มีความหนาแน่นเชิงเส้นเท่าเดิม แต่มีรัศมี 2R แล้วทำการทดลองซ้ำ แล้วอัตราเร็วสูงสุดใหม่ของอนุภาคจะเท่ากับข้อใด

(A) $\frac{1}{2}$v
(B) $\frac{1}{\sqrt{2}}$v
(C) v
(D) $\sqrt{2}$v
(E) 2v

19. รถคันหนึ่งมีเครื่องยนต์ที่ให้กำลังคงที่ เมื่อเร่งเครื่องจากที่เดิมอยู่นิ่ง ที่เวลา $t = 0$ และมีความเร่งเท่ากับ a_0 ที่เวลา $t = t_0$ แล้วความเร่งที่ $t = 2t_0$ เท่ากับข้อใด ไม่ต้องคำนึงพลังงานที่สูญเสียไปกับแรงเสียดทาน

(A) $\frac{1}{2}\, a_0$
(B) $\frac{1}{\sqrt{2}}\, a_0$
(C) a_0
(D) $\sqrt{2}\, a_0$
(E) $2\, a_0$

20. ให้มอดุลัสของยังมีค่าเท่ากับ E ซึ่งค่านี้จะใช้วัดความแข็งของวัสดุ ถ้าวัสดุนั้นมีค่า E มากกว่า วัสดุนั้นก็จะมีความแข็งมากกว่า ลองพิจารณาคานเหล็กหน้าตัดสี่เหลี่ยมมุมฉาก ที่ปลายด้านหนึ่งถูกตรึงตามแนวนอนกับกำแพง และสามารถเอียงตามน้ำหนักของตัวคานได้ ถ้าคานยาว L, หนา h, กว้าง w, ความหนาแน่น ρ, และมอดุลัสของยังเท่ากับ E ความเร่งโน้มถ่วงเท่ากับ g แล้วระยะทางที่ปลายอีกข้างหนึ่งเคลื่อนที่ไปจะเท่ากับข้อใด (คำแนะนำ: อาจจะใช้การตัดตัวเลือกที่ไม่น่าจะเป็นได้ออกก่อน ซึ่งตัวเลือกทั้งหมดมีหน่วยถูกต้อง)

(A) $h \exp(\frac{\rho g L}{E})$

(B) $2\frac{\rho g L^2}{E}$

(C) $\sqrt{2Lh}$

(D) $\frac{3}{2}\frac{\rho g L^4}{E h^2}$

(E) $\sqrt{3}\frac{EL}{\rho g h}$

21. พิจารณาอนุภาคที่เดิมอยู่นิ่ง แล้วแตกตัวออกเป็นสองอนุภาค หรือสามอนุภาค แล้วข้อใดต่อไปนี้เป็นจริงสำหรับการแตกตัวเป็นสองอนุภาค แต่เป็นเท็จสำหรับการแตกตัวเป็นสามอนุภาค (ไม่มีแรงภายนอกใดมากระทำ)

(A) เวกเตอร์ความเร็วของอนุภาคที่แตกออกมาจะอยู่ในระนาบเดียวเท่านั้น

(B) ถ้ากำหนดพลังงานจลน์สุทธิของระบบ และมวลของแต่ละอนุภาคที่แตกออกมาให้ ก็สามารถหาอัตราเร็วของแต่ละอนุภาคได้

(C) ถ้ากำหนดอัตราเร็วของทั้งหมด แต่ไม่บอกของหนึ่งอนุภาคที่แตกออกมาให้ ก็สามารถหาอัตราเร็วของอนุภาคที่เหลือได้

(D) โมเมนตัมรวมของอนุภาคที่แตกออกมาจะเท่ากับศูนย์

(E) ไม่มีข้อใดถูก

22. กระสุนมวล m_1 ชนกับลูกตุ้มมวล m_2 ที่ห้อยลงมาจากเชือกยาว L ด้วยความเร็วตามแนวนอน v_0 ถ้าการชนนี้ไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์และกระสุนฝังเข้าด้านในลูกตุ้ม แล้วความเร็วต่ำสุดของ v_0 ที่ทำให้ลูกตุ้ม (พร้อมกระสุนที่อยู่ภายใน) หมุนวนเป็นวงกลมตามแนวตั้งเท่ากับข้อใด

(A) $2\sqrt{Lg}$
(B) $\sqrt{5Lg}$
(C) $(m_1 + m_2)2\sqrt{Lg}/ m_1$
(D) $(m_1 – m_2)\sqrt{Lg}/ m_2$
(E) $(m_1 + m_2)\sqrt{5Lg}/ m_1$

23. ถ้าดาวทรงกลมสม่ำเสมอสองดวง มีความหนาแน่นเท่ากัน แต่รัศมีไม่เท่ากัน แล้วปริมาณในข้อใดที่ดาวทั้งสองจะมีค่าเท่ากัน

(A) ความเร็วหลุดพ้นที่ผิวของดาว

(B) ความเร่งโน้มถ่วงที่ผิวของดาว

(C) คาบในการโคจรของดาวเทียม เหนือผิวดาวพอดีในวงโคจรวงกลม

(D) คาบในการโคจรของดาวเทียม ที่ระยะห่างใดๆ จากจุดศูนย์กลาง ในวงโคจรวงกลม

(E) ไม่มีข้อใดถูก

24. ยิงบอลขึ้นฟ้าจากพื้นด้วยอัตราเร็วต้นในแนวตั้ง v_0 และบอลที่ตกกลับลงมาจะกระเด้งกับพื้นในแนวตั้ง เนื่องจากการชนนั้นไม่ยืดหยุ่น บอลจึงสูญเสียความเร็วไปตามสัดส่วนค่าหนึ่งทุกครั้งที่เกิดการกระเด้ง เช่น ถ้าอัตราเร็วก่อนกระทบพื้นคือ v แล้วอัตราเร็วหลังกระทบพื้นจะเท่ากับ rv โดยค่าคงที่ $r < 1$ แล้วเวลารวมที่บอลเคลื่อนที่ไปได้จะเท่ากับข้อใด สมมุติว่าเวลาที่บอลกระทบพื้นสั้นมาก

(A) $\frac{2v_0}{g}\frac{1}{1-r}$

(B) $\frac{v_0}{g}\frac{r}{1-r}$

(C) $\frac{2v_0}{g}\frac{1-r}{r}$

(D) $\frac{2v_0}{g}\frac{1}{1-r^2}$

(E) $\frac{2v_0}{g}\frac{1}{1+(1-r)^2}$

25. ดาวเทียมสองดวงถูกยิงออกจากตำแหน่ง R จากศูนย์กลางดาวเคราะห์ที่มีรัศมีเล็กมาก และดาวเทียมทั้งสองถูกยิงออกไปในทิศตั้งฉากกับเส้นรัศมี ถ้าดาวเทียมดวงแรกถูกยิงด้วยอัตราเร็ว v_0 และเข้าสู่วงโคจรวงกลม ส่วนดาวเทียมดวงที่สองถูกยิงด้วยอัตราเร็ว $\frac{1}{2}v_0$ แล้วระยะใกล้สุดของดาวเทียมที่สองกับดาวเคราะห์ขณะอยู่ในวงโคจรเท่ากับข้อใด

(A) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ R
(B) $\frac{1}{2}$ R
(C) $\frac{1}{3}$R
(D) $\frac{1}{4}$ R
(E) $\frac{1}{7}$ R