IJSO

ข้อสอบวิชาฟิสิกส์
เพื่อคัดเลือกผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขัน
วิทยาศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ครั้งที่ 14
The Fourteen International Junior Science Olympiad: 14th IJSO

ชื่อ-สกุล	**ข้อสอบวิชาฟิสิกส์**
เลขประจำตัวสอบ	**รหัสชุดวิชา 0000002**
สถานที่สอบ	**สอบวันเสาร์ที่ 21 มกราคม 2560**
ห้องสอบ	**เวลา 10.10 - 11.40 น.**

คำชี้แจง

1. ข้อสอบมี 7 หน้า (รวมหน้านี้ด้วย) จำนวน 20 ข้อ
2. ใช้ปากกาเขียนชื่อ นามสกุล เลขประจำตัวสอบ สถานที่สอบ และ**ใช้ดินสอ 2B** ระบายลงในวงกลมให้ตรงกับเลขประจำตัว และรหัสชุดวิชาที่กรอกในกระดาษคำตอบ
3. ข้อสอบทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
4. **วิธีตอบ** ทำการระบายคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุด ลงในกระดาษคำตอบ**ด้วยดินสอ 2B** ให้นักเรียนพิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องและเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียว ถ้าข้อใดตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก ข้อนั้นถือเป็นโมฆะ
5. ห้ามนำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกจากห้องสอบ
6. ห้ามใช้เครื่องคำนวณ

กำหนดให้ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถาม

- ขนาดความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงใกล้ผิวโลก $g = 9.8\ \text{m s}^{-2}$
- ค่าคงตัวของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า $k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} \approx 9.0\times10^{9}\ \text{N C}^{-2}\ \text{m}^2$
- การแปลงหน่วยพลังงาน $1.0\ \text{kcal} = 4.2\ \text{kJ}$
- ฟังก์ชันลอการิทึม $a = \log b$ หมายถึง $b = 10^a$
- ฟังก์ชัน $\tan^{-1} x = \arctan x = y$ หมายถึง $\tan y = x$ และในทำนองเดียวกันกับฟังก์ชัน $\sin^{-1} x = \arcsin x$ และ $\cos^{-1} x = \arccos x$
- เอกลักษณ์ตรีโกณมิติ: $\cos(90^\circ - \theta) = \sin\theta$, $\sin(90^\circ - \theta) = \cos\theta$, $\sin(-\theta) = -\sin\theta$, $\cos(-\theta) = \cos\theta$, $\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1$, $\sin(\theta \pm \phi) = \sin\theta\cos\phi \pm \cos\theta\sin\phi$, $\cos(\theta \pm \phi) = \cos\theta\cos\phi \mp \sin\theta\sin\phi$, $\sin(2\theta) = 2\sin\theta\cos\theta$

1. จากการทดลองพบว่าอัตราเร็ว v ของคลื่นในเส้นเชือกขึงตึงนั้นขึ้นอยู่กับแรงตึง T ในเส้นเชือก และค่ามวลต่อหน่วยความยาว μ ในลักษณะที่เป็นฟังก์ชันเลขยกกำลัง $v = kT^a\mu^b$ เมื่อ k คือค่าคงตัวของการแปรผัน (ไม่มีหน่วย) เลขชี้กำลัง a และ b มีค่าเท่าใด

A. $a = \frac{1}{2}, b = -\frac{1}{2}$ B. $a = -\frac{1}{2}, b = \frac{1}{2}$ C. $a = \frac{1}{2}, b = \frac{1}{2}$ D. $a = -\frac{1}{2}, b = -\frac{1}{2}$

2. ในการทดลองวัดความสัมพันธ์ระหว่างระยะ p ระหว่างวัตถุถึงเลนส์และระยะ q ระหว่างเลนส์ถึงภาพของวัตถุที่เกิดขึ้น พบว่ากราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $y = pq$ และ $x = p + q$ เป็นกราฟเส้นตรงที่มีความชัน a ถ้านำข้อมูลชุดเดิมมาเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $y = \frac{1}{q}$ และ $x = \frac{1}{p}$ จะได้เป็นกราฟเส้นตรงซึ่งตัดแกน y ที่ตำแหน่งใด

A. $y = a$ B. $y = -a$ C. $y = \frac{1}{a}$ D. $y = -\frac{1}{a}$

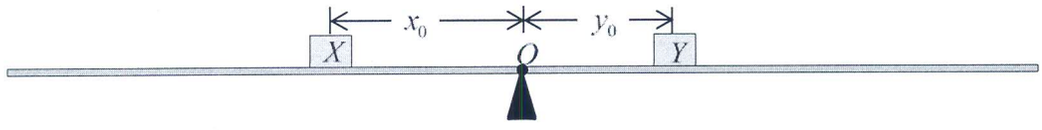
3. โยนก้อนหินขึ้นในแนวดิ่งด้วยอัตราเร็ว u พร้อมกับปาก้อนหินอีกก้อนหนึ่งลงในแนวดิ่งด้วยอัตราเร็ว u เท่ากันจากระดับความสูงเดียวกัน ก้อนหินทั้งสองก้อนจะตกถึงพื้นด้วยเวลาห่างกันเท่าใด กำหนดให้ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงใกล้ผิวโลกมีขนาด g

A. $\frac{u}{g}$ B. $\frac{u}{2g}$ C. $\frac{2u}{g}$ D. $\frac{\sqrt{2}u}{2g}$

4. ฐานยิงโปรเจกไตล์ A และ B อยู่บนแนวแกน x ที่ตำแหน่ง $x=-a$ และ $x=0$ ตามลำดับ ฐานยิงทั้งสองจะยิงโปรเจกไตล์ออกมาด้วยความเร็วต้นขนาด u ทำมุม θ กับแนว $+x$ และวิถีของโปรเจกไตล์ทั้งสองอยู่บนระนาบเดียวกัน ถ้าฐานยิง A ยิงโปรเจกไตล์ก่อน ฐานยิง B จะต้องยิงโปรเจกไตล์ออกมาเมื่อโปรเจกไตล์ที่ถูกยิงจากฐานยิง A มีพิกัดในแนวระดับ x เท่ากับเท่าใด โปรเจคไตล์ทั้งสองจึงจะชนกันในอากาศ กำหนดให้ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงใกล้ผิวโลกมีขนาด g และ ไม่คิดแรงต้านอากาศ

A. 0 B. $\frac{u^2\cos\theta\sin\theta}{g}$ C. $\frac{u^2\cos\theta\sin\theta}{g}-a$ D. $\frac{u^2\cos\theta\sin\theta}{g}-\frac{a}{2}$

5. คานอันหนึ่งมีมวลสม่ำเสมอ วางอยู่บนที่รองรับตรงจุดกึ่งกลาง O ของคาน คานสมดุลอยู่ในแนวระดับโดยที่มีก้อนมวล X และก้อนมวล Y วางอยู่บนคานห่างจากจุดกึ่งกลาง O เป็นระยะ x_0 และ y_0 ตามลำดับ ถ้าก้อนมวล X เริ่มเคลื่อนที่ไปทางซ้ายด้วยความเร่งขนาดคงตัว a วัดเทียบกับจุด O ก้อนมวล Y จะต้องเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยความเร่งวัดเทียบกับจุด O ขนาดเท่าใด คานจึงจะสมดุลอยู่ในแนวระดับได้ตลอดเวลาที่มวลทั้งสองยังอยู่บนคาน

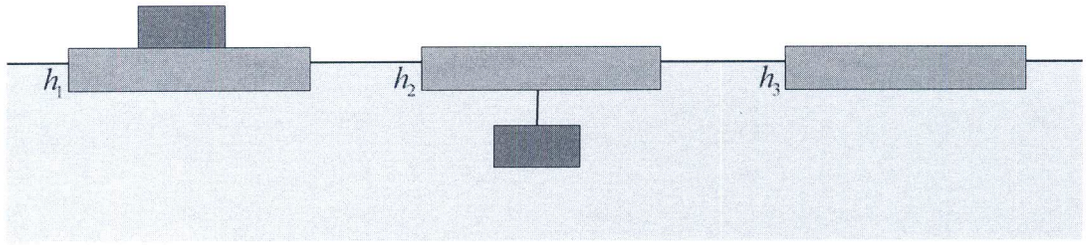


A. $\frac{y_0}{x_0}a$ B. $\frac{x_0}{y_0}a$ C. $\left(1+\frac{y_0}{x_0}\right)a$ D. $\left(1+\frac{x_0}{y_0}\right)a$

6. เมื่อวัตถุมวล m ตกด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก จะมีแรงต้านอากาศกระทำกับวัตถุในทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ด้วยขนาดเท่ากับ kv^2 โดยที่ v คือขนาดของความเร็วของวัตถุ และ k เป็นค่าคงตัวซึ่งขึ้นกับรูปร่างของวัตถุและความหนาแน่นของอากาศ ผลจากแรงต้านอากาศนี้จะทำให้วัตถุตกด้วยความเร็วคงตัว v_T เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง (ถ้าวัตถุไม่ตกถึงพื้นซะก่อน) ความเร็วคงตัว v_T ของวัตถุมีขนาดเท่าใด กำหนดให้ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกมีขนาด g คงตัวตลอดการตกของวัตถุ

A. $\sqrt{\frac{mg}{k}}$ B. $\sqrt{\frac{mg}{2k}}$ C. $\sqrt{\frac{2mg}{k}}$ D. $\sqrt{\frac{2mg}{5k}}$

7. แผ่นโฟมกว้างและหนาซึ่งด้านบนมีก้อนโลหะวางอยู่กำลังลอยอยู่บริเวณผิวน้ำ โดยที่ผิวด้านล่างจมอยู่ใต้ระดับผิวน้ำเป็นระยะ h_1 จากนั้นนำก้อนโลหะมาผูกด้วยเชือกเบาและบางมากแล้วห้อยอยู่กับผิวด้านล่างของแผ่นโฟมทำให้ผิวด้านล่างของแผ่นโฟมจมอยู่ใต้ระดับผิวน้ำเป็นระยะ h_2 สุดท้ายตัดเชือกทิ้งก้อนโลหะไปทำให้ผิวด้านล่างของแผ่นโฟมจมอยู่ใต้ระดับผิวน้ำเป็นระยะ h_3 ข้อใดเปรียบเทียบระยะ h_1, h_2 และ h_3 ได้ถูกต้อง

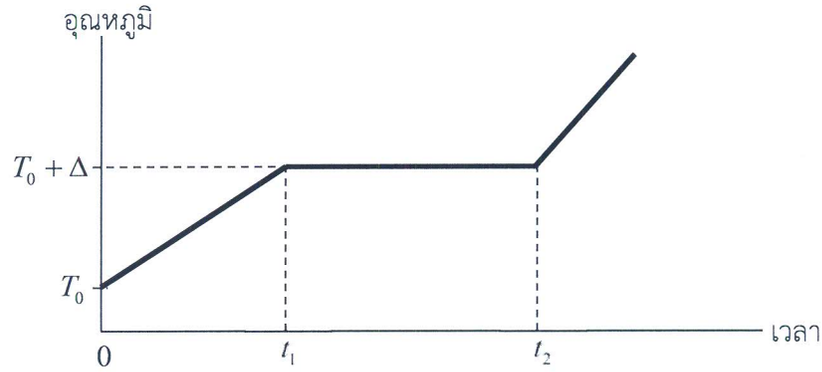


A. $h_1 = h_2 = h_3$ B. $h_1 = h_2 > h_3$ C. $h_1 = h_2 < h_3$ D. $h_1 > h_2 > h_3$

8. ปั๊มน้ำดูดน้ำ 800 kg ต่อนาที จากบ่อลึก 12.0 m และพ่นน้ำออกไปด้วยอัตราเร็ว 18.0 m/s จงหากำลังของปั๊มน้ำ

A. 1.57 kW B. 2.16 kW C. 3.73 kW D. 35.5 kW

9. ทำการทดลองให้ความร้อนกับสาร A ด้วยอัตราคงตัว จากสถานะของแข็งอุณหภูมิ T_0 จนกระทั่งกลายเป็นของเหลว พบว่าในกรณีที่มวลของสาร A เท่ากับ m ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของสาร A กับเวลาที่ให้ความร้อนเป็นไปตามกราฟ



ถ้าทำการทดลองเช่นเดียวกันกับสาร A มวล $2m$ สาร A จะเริ่มกลายเป็นของเหลวที่อุณหภูมิเท่าใด และเวลาใด

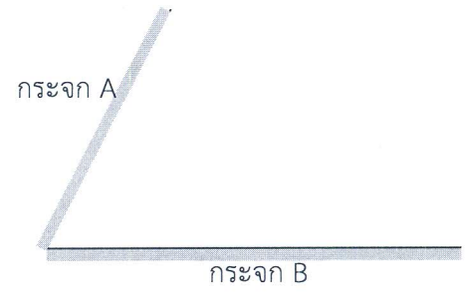
A. อุณหภูมิ $T_0 + \Delta$ และ เวลา t_1 B. อุณหภูมิ $T_0 + \Delta$ และ เวลา $2t_1$

C. อุณหภูมิ $T_0 + 2\Delta$ และ เวลา t_1 D. อุณหภูมิ $T_0 + 2\Delta$ และ เวลา $2t_1$

10. นำก้อนโลหะก้อนหนึ่งอุณหภูมิ $100\ ^{\circ}C$ ใส่ลงในของเหลวอุณหภูมิ $20\ ^{\circ}C$ ในภาชนะ ของเหลวและก้อนโลหะจะเข้าสู่สมดุลความร้อนที่อุณหภูมิ $40\ ^{\circ}C$ จากนั้นนำก้อนโลหะชนิดและขนาดเดิมอุณหภูมิ $100\ ^{\circ}C$ อีกก้อนหนึ่งใส่เพิ่มลงไปในภาชนะเดิม ของเหลวและก้อนโลหะทั้งสองก้อนจะเข้าสู่สมดุลความร้อนใหม่ที่อุณหภูมิเท่าใด กำหนดให้ของเหลวไม่ล้นออกมาจากภาชนะและไม่มีการสูญเสียความร้อนให้กับภาชนะหรือสิ่งแวดล้อม

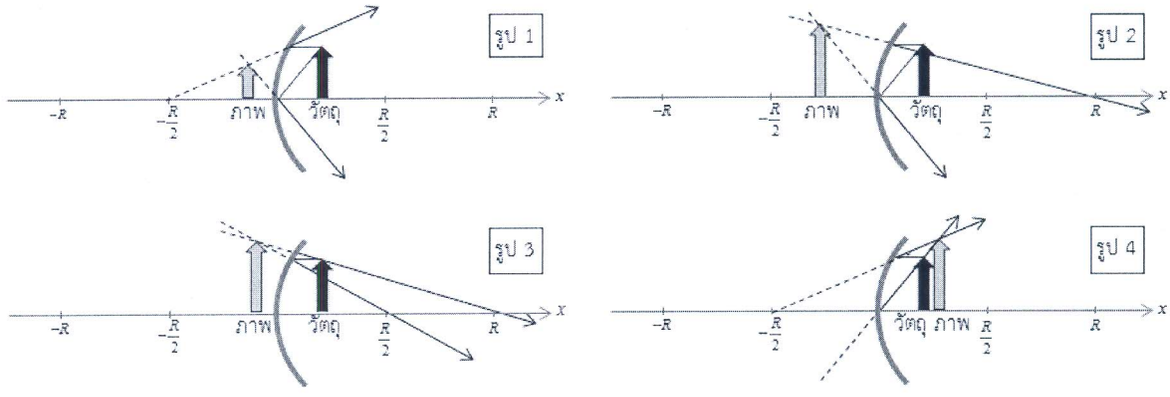
A. $50\ ^{\circ}C$ B. $52\ ^{\circ}C$ C. $55\ ^{\circ}C$ D. $60\ ^{\circ}C$

11. กระจกเงาราบ A และ B วางตัวทำมุมกันดังภาพ จะต้องปรับมุมระหว่างกระจกทั้งคู่เป็นเท่าใด จึงจะทำให้ลำแสงซึ่งขนานกับกระจก B เข้ากระทบกับกระจก A แล้วสะท้อนจากกระจก A ไปตกกระทบกับกระจก B และสะท้อนกลับออกไปในแนวที่ขนานกับกระจก A



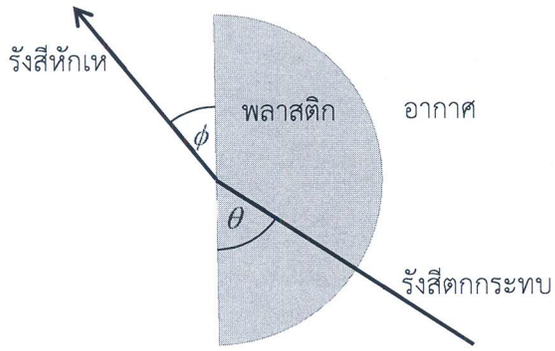
A. 30° B. 36° C. 45° D. 60°

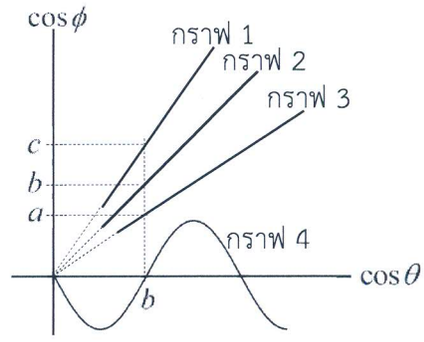
12. กระจกเงาเว้ารัศมีความโค้ง R มีแกนมุขสำคัญตามแนวแกน x และขั้วกระจกอยู่ที่ตำแหน่ง $x=0$ รูปใดต่อไปนี้แสดงการเกิดภาพของวัตถุเนื่องจากการสะท้อนกระจกเงาเว้านี้ได้อย่างถูกต้อง



A. รูป 1 B. รูป 2 C. รูป 3 D. รูป 4

13. ฉายรังสีตกกระทบผิวข้างแท่งพลาสติกครึ่งทรงกระบอก โดยให้แนวรังสีนี้ขนานกับหน้าตัดทรงกระบอกและผ่านจุดศูนย์กลางของความโค้งของแท่งพลาสติก และสังเกตแนวรังสีที่ทะลุแท่งพลาสติกออกมายังอากาศดังรูป เส้นกราฟเส้นใดแสดงความความสัมพันธ์ระหว่างค่า cosine ของมุม θ และ ϕ ที่รังสีตกกระทบและรังสีหักเหทำกับแนวผิวเรียบของแท่งพลาสติกได้ถูกต้องที่สุด



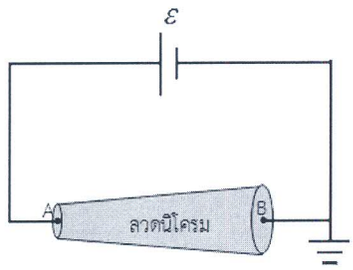


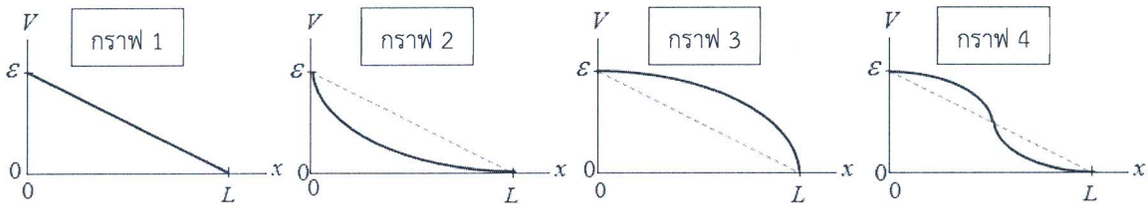
A. กราฟ 1 B. กราฟ 2 C. กราฟ 3 D. กราฟ 4

14. ต่อเนื่องจากข้อที่แล้ว มุม θ ขนาดเท่าใดที่ทำให้รังสีตกกระทบเริ่มเกิดการสะท้อนกลับหมดที่ผิวเรียบของแท่งพลาสติก

A. $\sin^{-1}\frac{a}{b}$ B. $\cos^{-1}\frac{a}{b}$ C. $\sin^{-1}\frac{b}{c}$ D. $\cos^{-1}\frac{b}{c}$

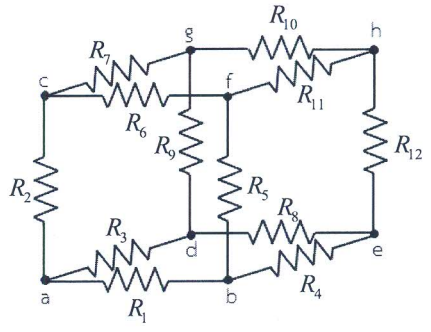
15. ตัวต้านทาน AB ทำจากเส้นลวดนิโครมยาว L ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นกับตำแหน่ง x วัดตามแนวแกนจากปลาย A ต่อเข้ากับแบตเตอรี่ที่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า ε ดังรูป ถ้าปลาย B มีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์ กราฟในข้อใดแสดงความสัมพันธ์ของศักย์ไฟฟ้า V กับตำแหน่ง x ภายในเส้นลวดนิโครมได้ถูกต้องที่สุด





A. กราฟ 1 B. กราฟ 2 C. กราฟ 3 D. กราฟ 4

16. ตัวต้านทาน 12 ตัว แต่ละตัวมีความต้าน R นำมาต่อกันเป็นโครงลูกบาศก์ดังรูป ถ้าต่อแบตเตอรี่ที่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า ΔV คร่อมระหว่างจุด a และ จุด b แล้วพบว่ามีกระแสไฟฟ้า i_1 ไหลผ่านตัวต้านทาน R_1 (ระหว่างจุด a และ จุด b) มีกระแสไฟฟ้าขนาดเท่าใดไหลผ่านตัวต้านทาน R_6 (ระหว่างจุด c และ จุด f)



A. $\frac{1}{3}i_1$ B. $\frac{1}{5}i_1$ C. $\frac{2}{7}i_1$ D. $\frac{4}{9}i_1$

17. ต่อเนื่องจากข้อที่ผ่านมา ความต้านทานรวมระหว่างจุด a และ จุด b ก่อนต่อเข้ากับแบตเตอรี่มีค่าเท่าใด

A. $\frac{3}{4}R$ B. $\frac{5}{6}R$ C. $\frac{5}{9}R$ D. $\frac{7}{12}R$

18. หลอดไฟฟ้าที่วางขายในประเทศไทยซึ่งใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V ระบุไว้ว่ามีกำลัง 100 W ถ้านำหลอดไฟฟ้าหลอดนี้ไปใช้ที่สหรัฐอเมริกาซึ่งใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 110 V จะเป็นอย่างไร

A. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟฟ้าจะมากขึ้นเป็น 2 เท่า เนื่องจากความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ลดลง

B. กำลังของหลอดไฟจะลดลงเป็น 25 W เนื่องจากความต้านทานของหลอดไฟฟ้ายังคงเดิม

C. ไม่ต่างจากการใช้ในเมืองไทย เพราะความต้านทานของหลอดไฟฟ้ายังคงเดิม กระแสจึงเท่าเดิม

D. ไม่ต่างกัน เพราะแม้ว่าโวลเตจจะลดลง กระแสจะเพิ่มขึ้น ทำให้กำลังเท่าเดิม

19. ประจุบวก $+q$ และ $+2q$ ถูกตรึงไว้บนแนวแกน x ที่ตำแหน่ง $x=0$ และ $x=L$ ตามลำดับ จงหาตำแหน่ง x ซึ่งมีสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์

A. $x=\frac{1}{3}L$ B. $x=-\frac{1}{3}L$ C. $x=\left(-\sqrt{2}-1\right)L$ D. $x=\left(\sqrt{2}-1\right)L$

20. ต่อเนื่องจากข้อที่แล้ว ประจุ $+q$ และ $+2q$ มีมวล m และ $4m$ ตามลำดับ ถ้าทันทีที่ปล่อยให้ประจุทั้งสองเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระพร้อมกัน ประจุ $+q$ เริ่มเคลื่อนที่ด้วยความเร่งขนาด a แล้ว ประจุ $+2q$ จะเริ่มเคลื่อนที่ด้วยความเร่งขนาดเท่าใด

A. $\frac{1}{8}a$ B. $\frac{1}{4}a$ C. $\frac{1}{2}a$ D. a