

IJSO

ข้อสอบวิชาฟิสิกส์

เพื่อคัดเลือกผู้แทนประเทศไทยไปแข่งขัน

วิทยาศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ครั้งที่ 15

The Fifteenth International Junior Science Olympiad: 15th IJSO

ชื่อ-สกุล

เลขประจำตัวสอบ

สถานที่สอบ

ห้องสอบ

ข้อสอบวิชาฟิสิกส์

รหัสชุดวิชา 0000002

สอบวันเสาร์ที่ 27 มกราคม 2561

เวลา 10.10 - 11.40 น.

คำชี้แจง

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



กำหนดให้ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถาม

- ขนาดความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงใกล้ผิวโลก $g \approx 9.8 \text{ m s}^{-2}$
- ค่าคงตัวสากลของแรงโน้มถ่วง $G \approx 6.67 \times 10^{-11} \text{ N kg}^{-2} \text{ m}^2$
- ค่าคงตัวของแรงระหว่างประจุไฟฟ้า $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \approx 9.0 \times 10^9 \text{ N C}^{-2} \text{ m}^2$
- อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ $c \approx 3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
- 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. เมื่อวัตถุทรงกลมเกลี้ยงเส้นผ่านศูนย์กลาง a เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว v ในของเหลวหนึ่งจะมีแรงต้านการเคลื่อนที่ขนาด $k\mu av$ กระทำกับวัตถุในทิศตรงข้ามการเคลื่อนที่ ในที่นี้ k เป็นค่าคงตัวที่ไม่มีหน่วย และ μ คือสัมประสิทธิ์ของความหนืดซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของของเหลวแต่ละชนิด ข้อใดต่อไปนี้เป็นชื่อหน่วยของ μ ในระบบ SI

- A. kg m s B. $\text{kg m}^{-1} \text{ s}$ C. $\text{kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$ D. $\text{kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

2. ต่อเนื่องจากข้อที่ผ่านมา เมื่อวัตถุทรงกลมเกลี้ยงมวล m เส้นผ่านศูนย์กลาง a ตกลงสู่ของเหลวหนึ่งความหนาแน่น ρ สัมประสิทธิ์ของความหนืด μ ภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก ผลจากแรงต้านการเคลื่อนที่ซึ่งของเหลวทำกับวัตถุจะทำให้วัตถุตกด้วยความเร็วคงตัว v_r เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง (ถ้าวัตถุไม่ตกถึงพื้นซะก่อน) ความเร็วคงตัว v_r ของวัตถุมีขนาดเท่าใด กำหนดให้ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกมีขนาด g คงตัวตลอดการตกของวัตถุ

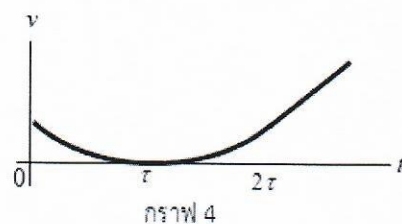
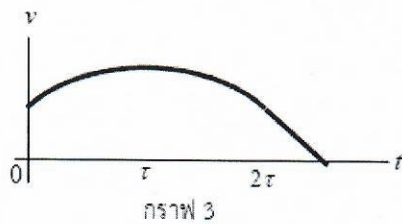
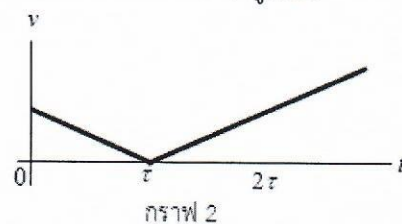
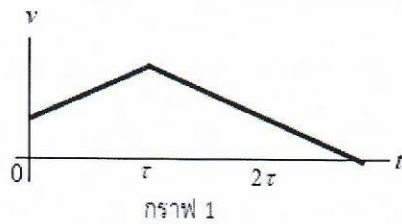
- A. $\left(\frac{6m + \pi\rho a^3}{6k\mu a}\right)g$ B. $\left(\frac{6m - \pi\rho a^3}{6k\mu a}\right)g$ C. $\left(\frac{3m + 4\pi\rho a^3}{3k\mu a}\right)g$ D. $\left(\frac{3m - 4\pi\rho a^3}{3k\mu a}\right)g$



3. ถ้ายิงโปรเจกไทล์จากพื้นระดับด้วยความเร็วต้นขนาด u ทำมุม 30° กับแนวระดับจะทำให้โปรเจกไทล์ตกถึงพื้นห่างจากจุดยิงเป็นระยะ R ถ้าเปลี่ยนมุมยิงโปรเจกไทล์เป็น 60° จะต้องยิงโปรเจกไทล์ด้วยความเร็วต้นขนาดเท่าใดจึงจะทำให้โปรเจกไทล์ตกถึงพื้นที่ตำแหน่งเดิม

A. u B. $u\sqrt{3}$ C. $2u$ D. $3u$

4. โยนก้อนหินจากยอดตึกขึ้นไปในแนวตั้ง หลังจากก้อนหินขึ้นไปจุดสูงสุดแล้ว ก้อนหินตกลงมาเฉียดยอดตึกก่อนจะกระทบพื้นด้านล่าง กำหนดให้ปริมาณเวกเตอร์มีค่าเป็นบวกเมื่อมีทิศชี้ขึ้น และไม่ต้องคำนึงถึงแรงต้านอากาศ กราฟใดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของความเร็ว v กับเวลา t ได้ถูกต้อง



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

5. ในวันที่ไม่มีลม ณ แม่น้ำแห่งหนึ่ง ขวดเปล่าปิดฝาใบหนึ่งลอยไหลไปตามกระแสน้ำด้วยความเร็วคงตัวขนาด 1 เมตรต่อวินาที และมีเรือยนต์ลำหนึ่งแล่นสวนกระแสน้ำขึ้นไปด้วยความเร็วคงตัวขนาด 4 เมตรต่อวินาที หลังจากที่เรือแล่นผ่านขวดไปแล้ว 60 วินาที เรือวกกลับอย่างรวดเร็วและแล่นตามกระแสน้ำลงมาด้วยความเร็วขนาด 6 เมตรต่อวินาที หลังจากกลับทิศการเคลื่อนที่แล้ว เรือจะใช้เวลาเท่าใดจึงจะแล่นกลับไปทันขวดใบเดิมอีกครั้ง ทั้งนี้ ความเร็วทั้งหมดที่กล่าวมานั้นเป็นความเร็วที่วัดเทียบกับจุดบนตลิ่ง

A. 40 วินาที B. 50 วินาที C. 60 วินาที D. 70 วินาที

6. ปั๊มน้ำใช้กำลังไฟฟ้า 200 W ในการดูดน้ำ 30 ลิตรต่อนาที จากบ่อลึก 8.0 m และพ่นน้ำออกไปด้วยอัตราเร็ว 1.0 m/s จงหาประสิทธิภาพการทำงานของปั๊มน้ำเครื่องนี้

A. 20% B. 40% C. 60% D. 80%



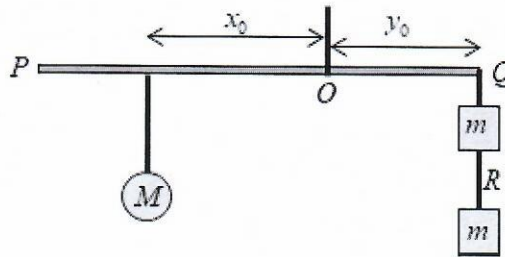
7. วัตถุมวล m โคจรรอบวัตถุมวล M โดยที่ $m \ll M$ (m น้อยกว่า M มากๆ) เป็นวงกลมรัศมี R ด้วยอัตราเร็วคงตัว เวลาที่ใช้ในการโคจรหนึ่งรอบจะเป็นเท่าใด กำหนดให้ G คือ ค่าคงตัวสากลของแรงโน้มถ่วง

A. $\pi\sqrt{\frac{M+m}{2GMm}}R^{3/2}$ B. $2\pi\sqrt{\frac{M+m}{GMm}}R^{3/2}$ C. $\frac{\pi R^{3/2}}{\sqrt{2GM}}$ D. $\frac{2\pi R^{3/2}}{\sqrt{GM}}$

8. ถ้านักเรียนทราบว่า แสงจากดวงอาทิตย์ใช้เวลาประมาณ 8 นาทีในการเดินทางมาถึงโลก จากการประมาณว่าโลกโคจรเป็นวงกลมรอบดวงอาทิตย์ด้วยอัตราเร็วคงตัว ข้อใดเป็นการประมาณมวลของดวงอาทิตย์ที่ดีที่สุด

A. 10^{23} kg B. 10^{27} kg C. 10^{30} kg D. 10^{34} kg

9. คานอันหนึ่งมีมวลสม่ำเสมอ แขนงไว้ด้วยเชือกที่จุด O สมดุลอยู่ในแนวระดับเมื่อมีก้อนมวลต่างๆแขวนอยู่ดังภาพ ถ้าต้องการให้คานสมดุลอยู่ในแนวระดับอีกครั้งหลังจากที่ตัดเชือกบริเวณ R เพื่อหึงมวล m ก้อนหนึ่งออกไป จะต้องเลื่อนตำแหน่งที่แขวนมวล M ให้ห่างจากจุด O เป็นระยะเท่าใด โดยที่เชือกทั้งหมดที่ใช้เป็นเชือกเบา



A. $\frac{1}{2}x_0$ B. $2x_0$ C. $x_0 - \frac{m}{M}y_0$ D. $x_0 - \frac{M}{m}y_0$

10. เทน้ำอุณหภูมิ 20°C ปริมาณ 10 ml ผสมกับน้ำปริมาณหนึ่งซึ่งมีอุณหภูมิ 100°C ในภาชนะฉนวน น้ำผสมที่ได้จะมีอุณหภูมิ 80°C ถ้าเติมน้ำอุณหภูมิ 20°C อีก 10 ml เพิ่มลงในภาชนะนี้ จะได้น้ำผสมใหม่ที่อุณหภูมิเท่าใด กำหนดให้น้ำไม่ล้นออกมาจากภาชนะและไม่มีการสูญเสียความร้อนให้กับภาชนะหรือสิ่งแวดล้อม

A. 60°C B. 65°C C. 68°C D. 70°C



11. อนุภาค 1 มวล m_1 ประจุ q_1 และอนุภาค 2 มวล m_2 ประจุ q_2 ถูกตรึงอยู่ห่างกันระยะทางหนึ่ง ทันทีที่ปล่อยให้อนุภาคทั้งสองเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระพร้อมกัน อนุภาค 1 เริ่มเคลื่อนที่ด้วยความเร่งขนาด a ในขณะที่ อนุภาค 2 เริ่มเคลื่อนที่ด้วยความเร่งขนาด b พิจารณาข้อความต่อไปนี้

$$(ก) m_1 = \frac{b}{a} m_2$$

$$(ข) q_1 = \frac{b}{a} q_2$$

ข้อความใดบ้างเป็นจริง

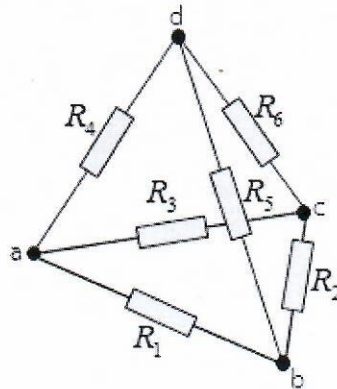
- A. (ก) เท่านั้น B. (ข) เท่านั้น C. ทั้ง (ก) และ (ข) D. ไม่มีข้อความใดเป็นจริง

12. ประจุ $+8Q$ และ ประจุ $-2Q$ ถูกตรึงไว้บนแนวแกน x ที่ตำแหน่ง $x=0$ และ $x=1$ ตามลำดับ จะต้องวางประจุ $+Q$ บนแกน x ที่ตำแหน่งใด แรงสุทธิที่กระทำกับประจุนี้อาจจะเป็นศูนย์



- A. $x = -1$ B. $x = -\frac{1}{3}$ C. $x = \frac{4}{3}$ D. $x = 2$

13. ตัวต้านทาน 6 ตัว แต่ละตัวมีความต้าน R นำมาต่อกันเป็นโครงรูปทรงสี่หน้า $abcd$ ดังรูป ความต้านทานรวมระหว่างจุด a และ จุด b มีค่าเท่าใด



- A. $\frac{1}{2}R$ B. $\frac{1}{3}R$ C. $\frac{1}{4}R$ D. $\frac{1}{6}R$



14. ต่อเนื่องจากข้อที่ผ่านมา ถ้าต่อแบตเตอรี่ที่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า ΔV คร่อมระหว่างจุด a และ จุด b แล้วพบว่า มีกระแสไฟฟ้า i_1 ไหลผ่านตัวต้านทาน R_1 (ระหว่างจุด a และ จุด b) มีกระแสไฟฟ้าขนาดเท่าใดไหลผ่านตัวต้านทาน R_6 (ระหว่างจุด c และ จุด d)

- A. 0 B. $\frac{1}{4}i_1$ C. $\frac{1}{2}i_1$ D. i_1

15. กาดม้ไฟฟ้าเครื่องหนึ่งเมื่อใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V จะใช้เวลา 16 นาทีในการต้มน้ำปริมาณหนึ่ง จากอุณหภูมิ 20 °C จนมีอุณหภูมิ 100 °C กาดม้ไฟฟ้าเครื่องนี้จะใช้เวลาเท่าใดในการต้มน้ำปริมาณและช่วงอุณหภูมิเดียวกัน เมื่อใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 110 V

- A. 8 นาที B. 16 นาที C. 32 นาที D. 64 นาที

16. กำหนดให้ p คือระยะระหว่างวัตถุถึงเลนส์ และ q คือระยะระหว่างเลนส์ถึงภาพของวัตถุที่เกิดขึ้นจากการใช้เลนส์บาง พิจารณากราฟระหว่างความสัมพันธ์ต่างๆต่อไปนี้

(ก) กราฟระหว่าง $y = \frac{1}{q}$ และ $x = \frac{1}{p}$

(ข) กราฟระหว่าง $y = pq$ และ $x = p + q$

(ค) กราฟระหว่าง $y = q$ และ $x = \frac{q}{p}$

กราฟในข้อใดบ้างเป็นกราฟเส้นตรง

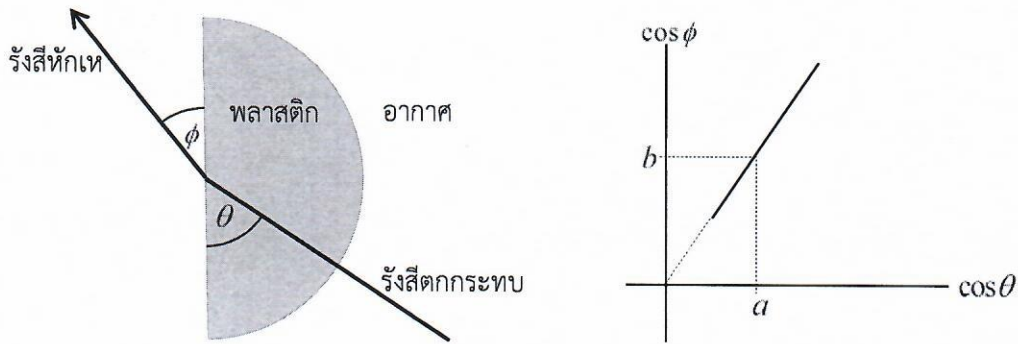
- A. (ก) เท่านั้น B. (ก) และ (ข) เท่านั้น
C. (ก) และ (ค) เท่านั้น D. ทั้ง (ก), (ข) และ (ค)

17. กระจกเงาราบยึดตั้งตรงในแนวตั้งอยู่บนรางเลื่อนซึ่งเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว u เทียบกับพื้นนิ่ง โดยที่หน้ากระจกหันไปในทิศการเคลื่อนที่ของราง เด็กคนหนึ่งวิ่งเข้าหากระจกเงาราบด้วยอัตราเร็ว w เทียบกับพื้นนิ่ง เขาจะเห็นภาพของเขาที่เกิดจากกระจกเคลื่อนที่เข้าหาเขาด้วยอัตราเร็วเท่าใด

- A. $2u + w$ B. $2u + 2w$ C. $2u + 3w$ D. $3u + 2w$



18. ฉายรังสีตกกระทบบนผิวข้างแท่งพลาสติกครึ่งทรงกระบอก โดยให้แนวรังสีนี้ขนานกับหน้าตัดทรงกระบอกและผ่านจุดศูนย์กลางของความโค้งของแท่งพลาสติก และสังเกตแนวรังสีที่ทะลุแท่งพลาสติกออกมายังอากาศดังรูป โดยที่ความสัมพันธ์ระหว่างค่า cosine ของมุม θ และ ϕ ที่รังสีตกกระทบบนและรังสีหักเหทำกับแนวผิวเรียบของแท่งพลาสติกสามารถแสดงได้ดังกราฟ ดรรชนีหักเหของแท่งพลาสติกเทียบกับอากาศเท่ากับเท่าใด

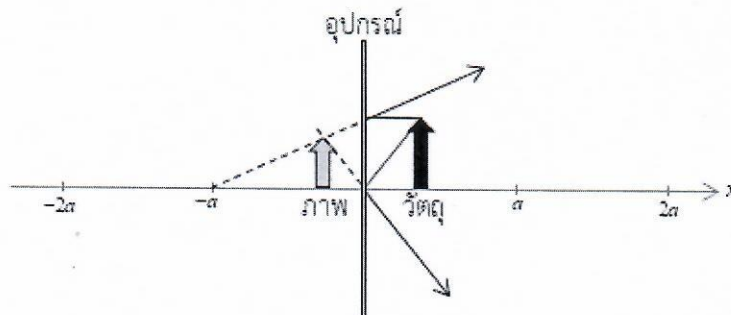


- A. $\frac{a}{b}$ B. $\frac{b}{a}$ C. $\frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{a}$ D. $\frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{b}$

19. ต่อเนื่องจากข้อที่แล้ว มุม θ ขนาดเท่าใดที่ทำให้รังสีตกกระทบบนเริ่มเกิดการสะท้อนกลับหมดที่ผิวเรียบของแท่งพลาสติก

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

20. ภาพด้านล่างนี้แสดงการเกิดภาพของวัตถุจากอุปกรณ์ชนิดใด



- A. เลนส์นูนบาง B. เลนส์เว้าบาง C. กระจกเงาเว้า D. กระจกเงานูน