



คำชี้แจง

กำหนดให้ใช้สมการ และค่าคงที่ดังต่อไปนี้

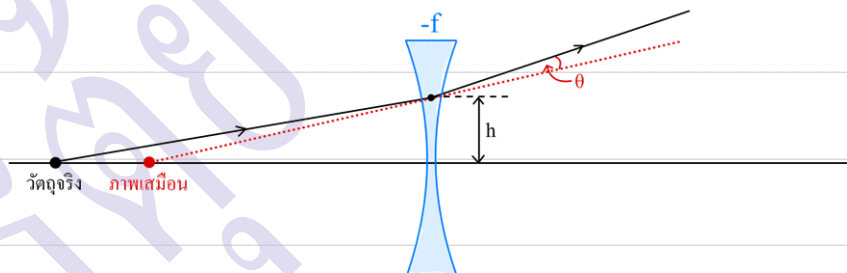
1. ให้ใช้กฎของคูลอมบ์ในรูป $f = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$
2. คอบติคสัญลักษณ์ g ซึ่งเป็นความเร่งโน้มถ่วงที่ผิวโลก
(อย่าแทนค่าตัวเลขลงไป มิฉะนั้นจะถูกตัดคะแนน)
3. $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$, $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$
4. โมเมนต์ความเฉื่อยของมวล m ยาว $2L$ รอบแกนตั้งฉากผ่านจุดศูนย์กลางมวล
$$I = \frac{1}{3}mL^2$$

ตอนที่ 1 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก เลือก 1 คำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. หน่วยของสภาพต้านทานไฟฟ้า (electrical resistivity) เป็นข้อใด

1. Ωm
2. Ωm^{-1}
3. $m\Omega^{-1}$
4. $\Omega^{-1}m^{-1}$

2. จากรูป θ เป็นมุมเล็กๆ ในหน่วยเรเดียนที่แนวแสงเบี่ยงเบนไปจากแนวเดิม

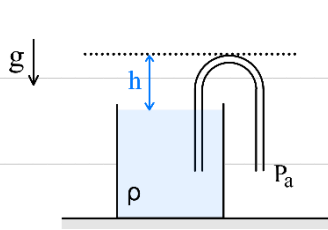


เมื่อผ่านเลนส์เว้าที่มีความยาวโฟกัส $-f$ ที่จุดห่างจากเส้นแกนमुखสำคัญ h θ มีค่าเท่าไรในหน่วยเรเดียน

1. $\frac{f}{h}$
2. $\frac{h}{f}$
3. $\left(\frac{f}{h}\right)^{\frac{1}{2}}$
4. $\left(\frac{h}{f}\right)^{\frac{1}{2}}$



3. จากรูป ถ้าจะให้กัลกน้ำนี้ทำงานได้ ค่า h จะต้องมิต่ำน้อยกว่าค่าใด



h เป็นระยะทางผิวน้ำในถังถึงจุดสูงสุดของท่อกัลกน้ำ

P_a เป็นความดันบรรยากาศ

ρ เป็นความหนาแน่นของน้ำ

g เป็นค่าความเร่งโน้มถ่วง

1. h มีค่าเท่าใดก็ได้

2. $\frac{\rho g}{P_a}$

3. $\frac{P_a}{\rho g}$

4. $\frac{P_a g}{\rho}$

4. อัตราเร็วของลำน้ำพุ่งจากก้นถังเป็นเท่าใด



1. $2gh$

2. $\frac{2gh}{\sqrt{1 - \left(\frac{a}{A}\right)^2}}$

3. $\frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1 + \left(\frac{a}{A}\right)^2}}$

4. $\frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1 - \left(\frac{a}{A}\right)^2}}$



5. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วยสนามไฟฟ้า E และสนามแม่เหล็ก B พลังงานต่อหน่วยปริมาตรใน

สนามไฟฟ้าคือ $\frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$ และพลังงานต่อหน่วยปริมาตรในสนามแม่เหล็กคือ $\frac{1}{2}\frac{B^2}{\mu_0}$

ค่าของ $\frac{E}{B}$ ในคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นตามข้อใด

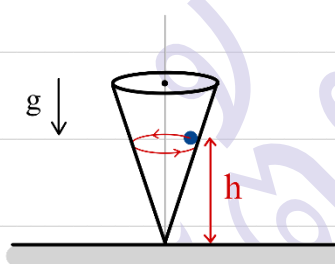
1. $\frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$

2. $\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$

3. $\epsilon_0 \mu_0$

4. $\frac{1}{\epsilon_0 \mu_0}$

6. มวลเล็กๆ กำลังเคลื่อนที่ตามแนววงกลมในระนาบสูง h จากพื้นระดับบนผิวด้านในของกรวยซึ่งสั้นและมีแกนกรวยอยู่ในแนวดิ่ง จงหาอัตราเร็ว (v) ของมวลนี้



1. gh

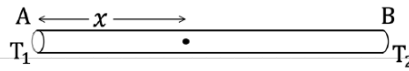
2. $\frac{g}{h}$

3. $\frac{h}{g}$

4. $(gh)^{\frac{1}{2}}$



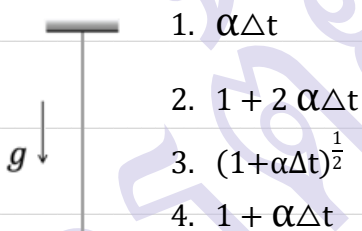
7. AB เป็นท่อโลหะตันเนื้อเดียวเส้นผ่านศูนย์กลางสม่ำเสมอยาว L ผิวด้านข้างรอบท่อมียนวนความร้อนต่อหุ้ม อยู่ตลอดปลาย A อยู่ที่อุณหภูมิสูง T_1 ปลาย B ที่อุณหภูมิต่ำกว่า T_2 ซึ่งต่ำกว่า T_1



ที่จุดในท่อห่างจากปลาย A เป็นระยะ x มีอุณหภูมิเป็นเท่าไร

1. $\frac{x}{L}T_1$
2. $\frac{x}{L}T_2$
3. $\frac{x}{L}(T_1 - T_2)$
4. $T_1 - \frac{x}{L}(T_1 - T_2)$

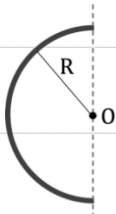
8. สำหรับลูกตุ้มแบบง่าย คาบของการแกว่งจะโตขึ้นเป็นกี่เท่าของค่าเดิม ถ้าหากมวลสายลูกตุ้มมีอุณหภูมิสูงขึ้น จากเดิมเป็น Δt องศา กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวเชิงเส้นของเนื้อลวดเป็น α ต่อองศา



1. $\alpha \Delta t$
2. $1 + 2 \alpha \Delta t$
3. $(1 + \alpha \Delta t)^{\frac{1}{2}}$
4. $1 + \alpha \Delta t$

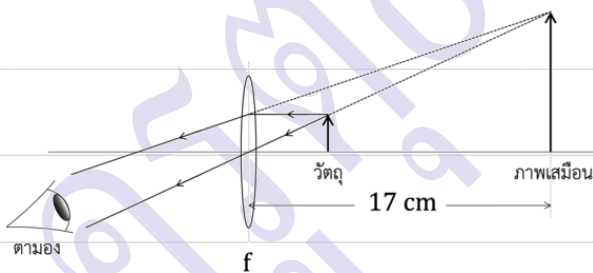


9. ลวดทวนวงกลมรัศมี R ศูนย์กลางอยู่ที่จุด O มีประจุกระจายสม่ำเสมอตลอดความยาวลวดด้วยความหนาแน่นเชิงเส้น λ คูლობบต่อเมตร จงหาค่าศักย์ไฟฟ้าที่จุด O



1. $\frac{\lambda}{\epsilon_0}$
2. $\frac{\lambda}{2\epsilon_0}$
3. $\frac{\lambda}{3\epsilon_0}$
4. $\frac{\lambda}{4\epsilon_0}$

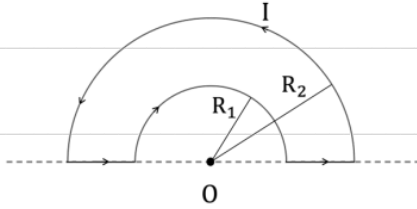
10. ขนาดของกำลังขยายเลนส์นูนความยาวโฟกัส f cm นี้เป็นเท่าไร ถ้าหากจัดให้ภาพเสมือนเกิดที่ระยะห่างจากเลนส์ 17 cm



1. $\frac{17}{f}$
2. $\frac{17}{f} - 1$
3. $1 + \frac{17}{f}$
4. $1 + \frac{25}{f}$

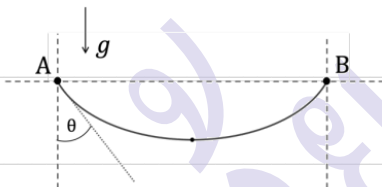


11. สนามแม่เหล็ก (B) ที่จุดศูนย์กลาง O ของแนวกระแส (I) ครึ่งวงกลมดังรูป มีขนาดเป็นเท่าไร



1. $\frac{\mu_0 I}{4} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$
2. $\frac{\mu_0 I}{2} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$
3. $\frac{\mu_0 I}{2} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$
4. $\frac{\mu_0 I}{4} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$

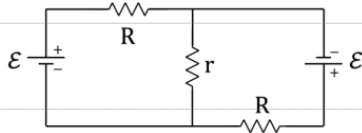
12. เชือกหนัก W ห้อยทั้งสองข้างจากจุดสองจุดคือ A กับ B ซึ่งอยู่ที่ระดับเดียวกัน เชือกที่จุดแขวนทำมุม θ กับแนวดิ่ง จงหาความตึง (TENSION) ในเส้นเชือกตรงจุดที่เส้นเชือกอยู่ต่ำสุด



1. $W \tan \theta$
2. $W \cos \theta$
3. $\frac{W}{2} \tan \theta$
4. $\frac{W}{2} \cos \theta$

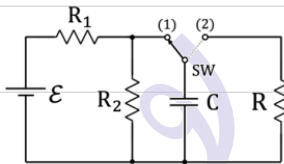


13. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน r มีค่าเท่าไร



1. 0
2. $\frac{\varepsilon}{r}$
3. $\frac{2\varepsilon}{r}$
4. $\frac{\varepsilon}{r+2R}$

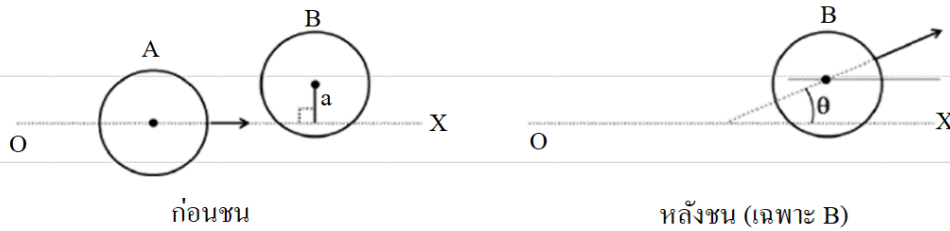
14. ทันทีหลังจากโยกสวิตช์ SW จากตำแหน่ง (1) ไป (2) กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R มีค่าเท่าไร



1. $\frac{R_2}{R_1} \frac{\varepsilon}{R}$
2. $\frac{R_1}{R_2} \frac{\varepsilon}{R}$
3. $\left(\frac{R_1}{R_1+R_2} \right) \left(\frac{\varepsilon}{R} \right)$
4. $\left(\frac{R_2}{R_1+R_2} \right) \left(\frac{\varepsilon}{R} \right)$



15. เหยี่ยว A กับ B มีรัศมีเท่ากันและเท่ากับ R และมีขอบเกลี้ยง A เคลื่อนเข้าชน B เขึ่งศูนย์กลาง ดังรูป



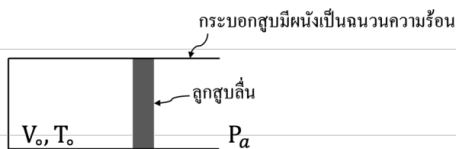
B จะกระเด็นออกไปในแนวทำมุม θ เท่ากับเท่าไร

1. $\theta = \arcsin \frac{a}{R}$
2. $\theta = \arcsin \frac{a}{2R}$
3. $\theta = \arctan \frac{a}{R}$
4. $\theta = \arctan \frac{a}{2R}$



ตอนที่ 2 ข้อที่ 16-25 แบบอัตนัย เต็มคำตอบ

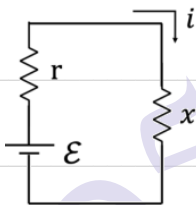
16. แก๊สอุดมคติแบบอะตอมเดี่ยวจำนวน n โมล อุณหภูมิ T_0 ปริมาตร V_0 อยู่ในกระบอกสูบ ต่อมาให้ความร้อนอย่างช้า ๆ ปริมาตรรวมเท่ากับ Q แก๊สในกระบอก เป็นผลให้ปริมาตรเพิ่มขึ้นจาก V_0 เป็น V_1 และอุณหภูมิเป็น T_1 จงหาค่าของ $T_1 - T_0$ ในเทอมของ Q, n และค่าคงที่ของแก๊ส R



17. ถ้าเขียน $\beta \equiv i^2 x$ เราจะสามารถแสดงได้ว่า สำหรับวงจรนี้ค่าความต้านทาน x เป็นรากของสมการ

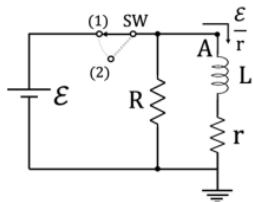
$$x^2 + \left(2r - \frac{\epsilon^2}{\beta}\right)x + r^2 = 0$$

จงใช้สมการนี้หาค่าที่โตที่สุดของ β ที่เป็นจริงได้

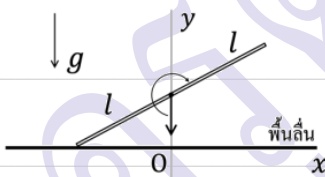




18. ในภาพนี้กระแส $\frac{\mathcal{E}}{r}$ กำลังไหลผ่าน L จากบนลงล่าง ต่อมาสับสวิตช์จากตำแหน่ง (1) ไป (2), ทันทีหลังสับสวิตช์ไฟฟ้าที่จุด A มีค่าเท่าไร



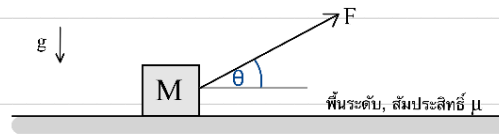
19. ท่อนโลหะพอมส่วเสมอทั้งท่อนยาว $2l$ สัมจากหยุดนิ่งในแนวนอน (เกือบ) ดิ่งบนพื้นระดับที่ลื่น จุดศูนย์กลางของมวลของท่อนจะชนพื้นด้วยความเร็วเชิงเส้นขนาดเท่าไร



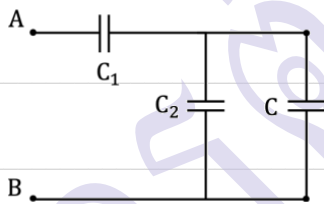


20. แรง F ขนาดเล็กที่สุดที่สามารถดึงให้ M เคลื่อนที่ได้เป็นเท่าไร (ตอบในเทอมของ M, g, μ)

หมายเหตุ $\frac{1}{\mu} \cos \theta + \sin \theta$ มีค่าต่ำสุดที่มุม $\theta = \arctan \mu$

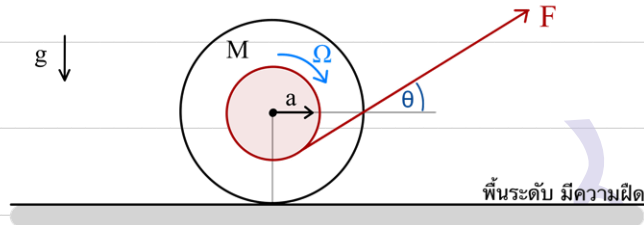


21. ตัวเก็บประจุ C ต้องมีความจุเท่าไรจึงจะทำให้ความจุรวมระหว่างปลาย A กับ B มีค่าเท่ากับ C พอดี (ตอบในเทอมของ C_1 กับ C_2)





22. จากรูป แสดงล้อมวล M รัศมี R_2 โมเมนต์ความเฉื่อย I กำลังถูกลากให้กลิ้งด้วยแรง F ด้วยเชือกที่พันรอบเพลารัศมี R_1 ทำมุม θ กับแนวระดับ



หากกำหนดให้ a เป็นความเร่งของศูนย์กลางมวลล้อ, Ω เป็นความเร่งเชิงมุมของล้อ,
 N เป็นแรงปฏิกิริยาจากพื้น, f เป็นแรงเสียดทานทำต่อล้อ

จงพิจารณาสมการ (1), (2), (3) ที่บรรยายการเคลื่อนที่ของล้อ :

$$\Omega R_2 = a \quad (1)$$

$$Ma = F \cos \theta - f \quad (2)$$

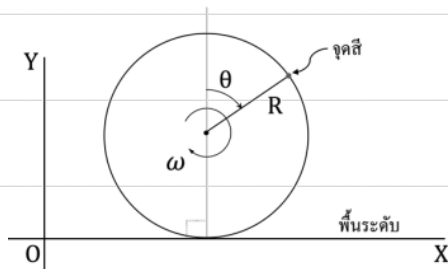
$$I \Omega = f R_2 - F R_1 \quad (3)$$

คำถาม ถ้าจะให้ล้อกลิ้งไปทางขวามือ (ไปทับคนดึงเชือก) จะต้องใช้มุม θ ที่น้อยกว่ากี่องศา

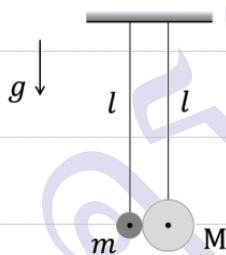
(ตอบในเทอมของ R_1, R_2)



23. จุดสีแต้มบนขอบล้อรัศมี R กำลังกลิ้งไปบนพื้นราบตามแนวแกน OX ด้วยความเร็วเชิงมุม ω จุดสีแต้มนี้มี
ความเร็วขนาดเท่าไรเทียบกับจุด O ตอบในเทอมของ R, ω, θ



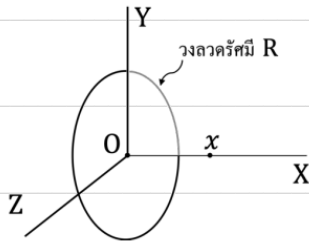
24. ลูกตุ้มแบบง่ายสองลูก คือ m กับ M มีความยาว l เท่ากันแขวนตะกันพอดีเมื่ออยู่ในแนวดิ่ง ต่อมาเมื่อจับ m
โยกไปทางซ้ายแล้วปล่อยจากหยุดนิ่ง เสี่ยงกระทบกันครั้งแรกกับครั้งที่สองระหว่าง m กับ M ห่างกันเป็นเวลา
เท่าไร กำหนดว่า ไม่มีการชนติดกันไปและ $m < M$)





25. วงลวดอยู่ในระนาบ YZ ของระบบฉาก OXYZ และมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ O วงลวดมีประจุบวกกระจายสม่ำเสมอด้วยความหนาแน่นเชิงเส้น λ C/m

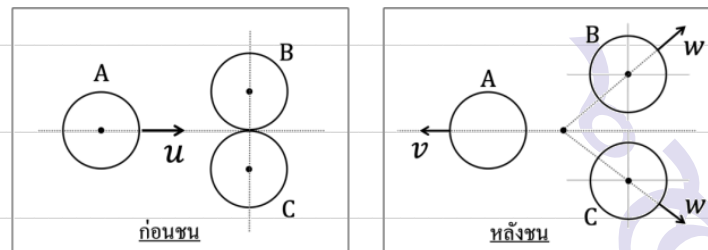
จงหาขนาดของสนามไฟฟ้าบนแกน OX ที่ตำแหน่งห่างจากจุด O เป็นระยะทาง X (ตอบในเทอมของ λ , R, ϵ_0 , X)





ตอนที่ 3 ข้อที่ 26 แสดงวิธีทำอย่างละเอียด

26. A, B, C เป็นเหรียญขอบเกลี้ยงขนาดเท่ากันมวลเท่ากัน สามารถเคลื่อนที่ได้โดยปราศจากแรงเสียดทานบนผิวโต๊ะราบ, ระดับ และเกลี้ยง ก่อนการชนกัน B กับ C อยู่ติดกันนิ่ง ๆ ดังรูป



หาก A เคลื่อนที่ได้เร็ว u เข้าชนผ่าหมากอย่างสมมาตรและอย่างยืดหยุ่น จงหาขนาดของความเร็ว V และ W หลังชน