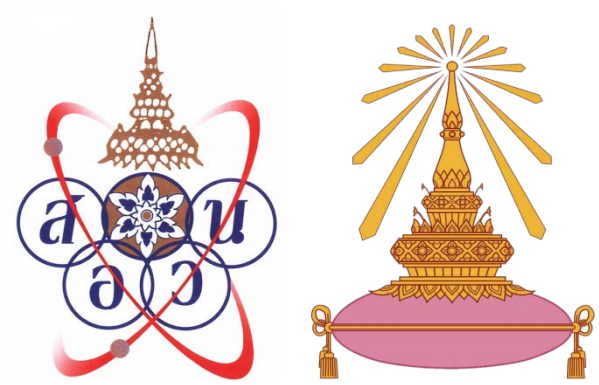


ศูนย์ฟิสิกส์โอลิมปิก สอวน. โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา

ข้อสอบวิชาฟิสิกส์

เพื่อคัดเลือกนักเรียนเข้ารับการอบรมค่าย ประจำปี 2563

<u>คำแนะนำ</u>

1. ข้อสอบมี 31 ข้อ จำนวน 11 หน้า
2. เติมเฉพาะคำตอบลงในกระดาษคำตอบที่เตรียมให้
3. ตอบติดสัญลักษณ์ g ซึ่งเป็นความเร่งโน้มถ่วงที่ผิวโลก
   (**<u>อย่า</u>** แทนค่าตัวเลขลงไป มิฉะนั้นจะถูกตัดคะแนน)
4. ตอบติดสัญลักษณ์ $\sqrt{2}, \sqrt{3}, \ldots$ ไว้
5. ค่าและสูตรต่อไปนี้ อาจนำไปใช้ได้ :

$$\sin 60^\circ = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\cos(A+B) = \cos A \cos B - \sin A \sin B$$

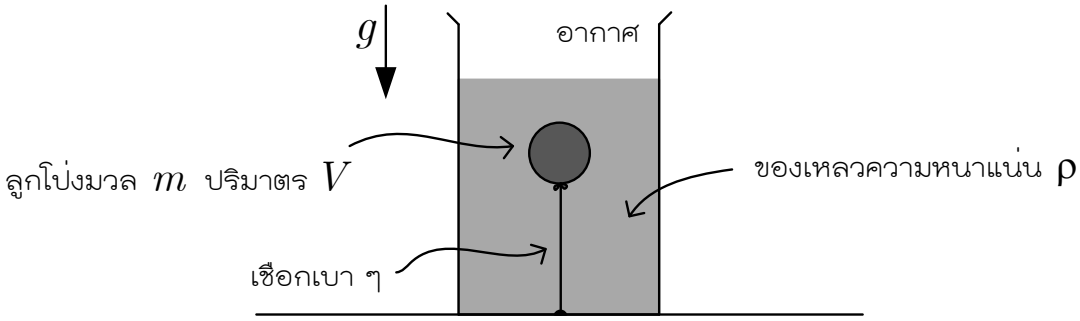
$$\sin(A+B) = \sin A \cos B + \cos A \sin B$$

<u>หมายเหตุ</u> **1. นักเรียนต้องนั่งในห้องสอบอย่างน้อย 2 ชั่วโมง**

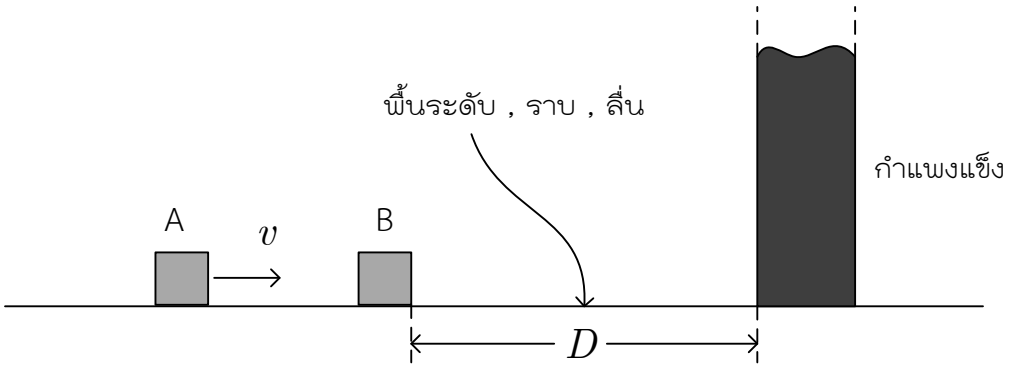
2. นักเรียนสามารถนำกระดาษคำถามติดตัวไปได้ เฉพาะผู้ที่นั่งสอบครบ 3 ชั่วโมงเท่านั้น เพื่อป้องกันการทุจริต

1 อัตราเร็ว 0.175 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีค่าเท่าไรในหน่วย เซนติเมตรต่อวินาที (ตอบโดยคำนึงถึงจำนวนเลขนัยสำคัญด้วย)

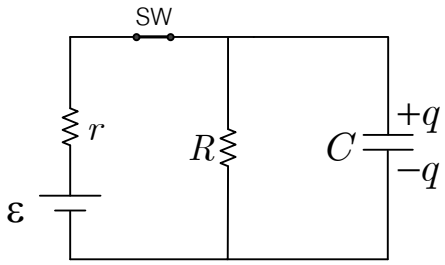
2 แรงความตึงในเส้นเชือกที่รั้งลูกโป่งไว้มีค่าเท่าไร



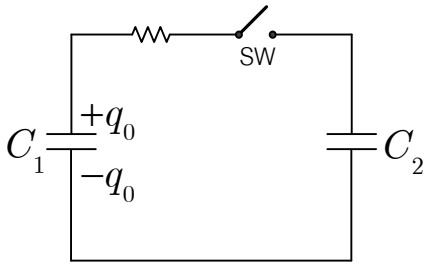
3 A กับ B มีมวลเท่ากัน A เคลื่อนที่เข้าชน B ซึ่งนิ่งอย่างยืดหยุ่นด้วยความเร็ว v B กระเด็นเข้าชนกำแพงแข็งอย่างยืดหยุ่น ช่วงเวลาระหว่างการชนกันครั้งแรกกับครั้งที่สองระหว่าง A กับ B เป็นเท่าไร



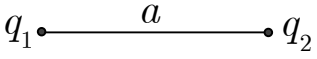
4 เมื่อเวลาผ่านไปนานแล้วหลังจากสับสวิทช์ SW ลงเพื่อให้ครบวงจร ประจุ q มีขนาดเท่าไร



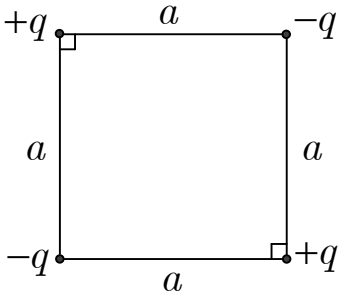
5 ในรูปนี้พลังงานไฟฟ้าในสนามไฟฟ้าในตัวเก็บประจุ C_1 มีค่าเท่ากับ $\frac{1}{2}\frac{q_0^2}{C_1}$ หลังจากสับสวิทช์ SW ลงเป็นเวลานานแล้ว พลังงานไฟฟ้ารวมในสนามไฟฟ้าในตัวเก็บประจุรวมมีค่าเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของพลังงานไฟฟ้าตั้งต้น



6 พลังงานศักย์ไฟฟ้าสำหรับระบบประจุในรูป ก. คือ $\frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 a}$ จงหาพลังงานศักย์ไฟฟ้า<u>รวม</u> สำหรับระบบประจุในรูป ข.

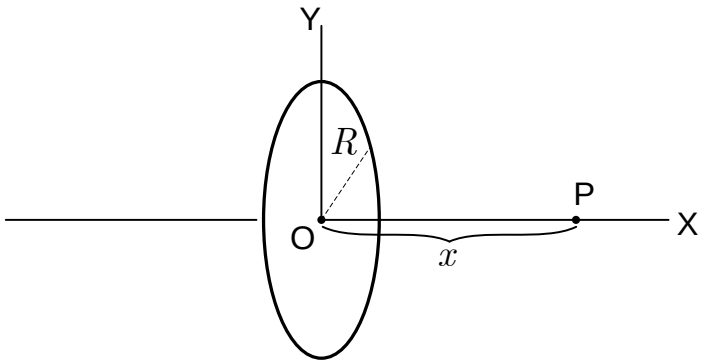


รูป ก.

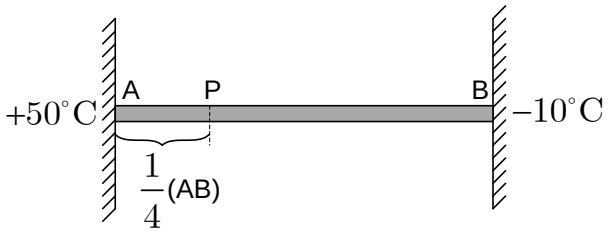


รูป ข.

7 ลวดรูปวงกลมรัศมี R มีประจุ $+q$ กระจายอย่างสม่ำเสมอตลอดเส้นรอบวงของวงลวด จุด P อยู่บนแนวตั้งฉากผ่านศูนย์กลางของวงลวดเป็นระยะทาง x จงหาความเข้มของ สนามไฟฟ้าลัพธ์ (E) ที่จุด P



8 ท่อนทองแดง AB มีฉนวนกันความร้อนหุ้มตลอดทั้งท่อนเพื่อกันไม่ให้ความร้อนไหลออกด้านข้างท่อนปลาย A อยู่ที่อุณหภูมิ $+50^{\circ}\mathrm{C}$ ส่วนปลาย B อยู่ที่อุณหภูมิ $-10^{\circ}\mathrm{C}$ จงหาอุณหภูมิที่จุด P

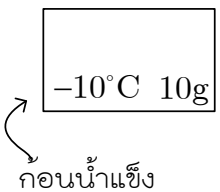


9 เอาก้อนน้ำแข็งในรูป ก. ใส่ลงไปในน้ำในรูป ข. อุณหภูมิสุดท้ายของน้ำรวมมีค่ากี่องศาเซลเซียส

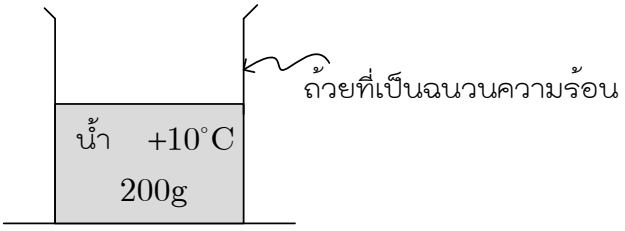
กำหนดให้ ค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำแข็ง = $0.50\,\mathrm{cal/g\cdot{}^{\circ}C}$

ค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ = $1.0\ \mathrm{cal/g\cdot{}^{\circ}C}$

ค่าความร้อนแฝงของการหลอมของน้ำแข็ง = $80.0\ \mathrm{cal/g}$



รูป ก.



รูป ข.

10 ที่ความดันปกติและที่อุณหภูมิห้อง อากาศมีความหนาแน่นเป็นที่เท่าของความหนาแน่นของแก๊สไฮโดรเจนล้วนๆ ที่ความดันและอุณหภูมิเดียวกัน ตอบในเทอมของมวลโมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจน (M_{H_2}) และของมวลโมเลกุลของอากาศ (M_{air}) ทั้งนี้ให้ถือว่าแก๊สเหล่านี้ประพฤติตามกฎของแก๊สอุดมคติ

11 น้ำแข็งแห้ง (แก๊ส CO_2 เมื่อเป็นของแข็ง) ปริมาณ 1 cm^3 เมื่อกลายเป็นแก๊สหมดที่อุณหภูมิ $0^\circ C$ ที่ความดันบรรยากาศปกติ จะมีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

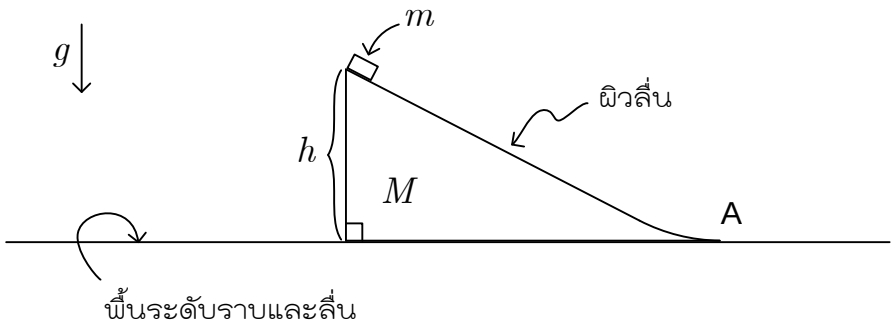
<u>กำหนดให้</u> ใช้ความหนาแน่นของน้ำแข็งแห้ง = $1.56\ g/cm^3$

ความดัน 1 บรรยากาศ = $1.01325\times10^5\ N/m^2$

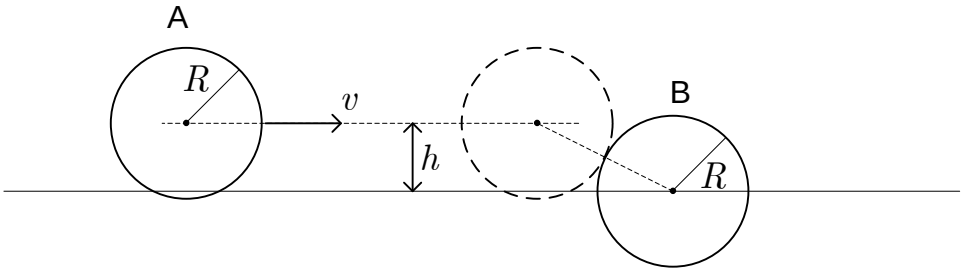
ค่า gas constant $R = 8.314\ J/K\cdot mol$

แก๊ส CO_2 ประกอบด้วย ${}^{12}_{6}C$ กับ ${}^{16}_{8}O$

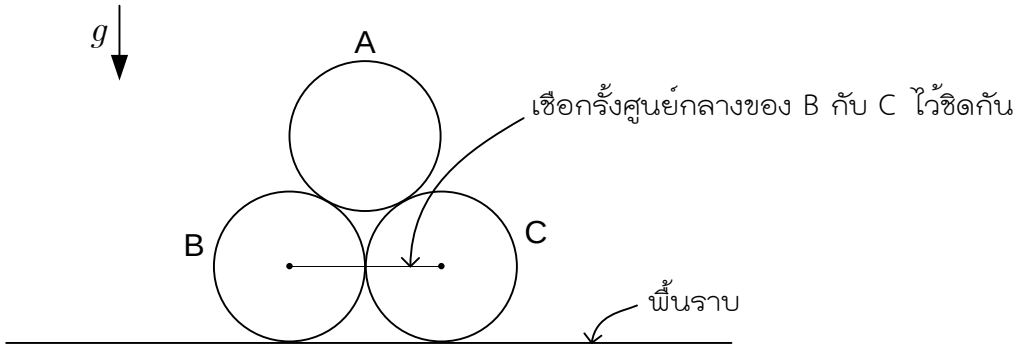
12 ปล่อย m จากหยุดนิ่ง จากยอดของลิ่มซึ่งมีมวล M ให้ไถลลงบนหลังของลิ่มซึ่งสามารถไถลได้บนพื้นระดับโดยปราศจากแรงเสียดทาน m จะมีความเร็วในแนวระดับเป็นเท่าไร เมื่อมันไถลหลุดจากปลาย A ของลิ่มแล้ว



13 ก้อนทรงกลม A กับ B มีผิวเกลี้ยงลื่น รัศมี R เท่ากันและมีมวลเท่ากัน A กำลังเคลื่อนที่เร็ว v เข้าชน B เยื้องแนวศูนย์กลางเป็นระยะ h หลังการชนกันอย่างยืดหยุ่นแล้ว A จะมีอัตราเร็วเท่าไร (ตอบในเทอมของ v, h, R)



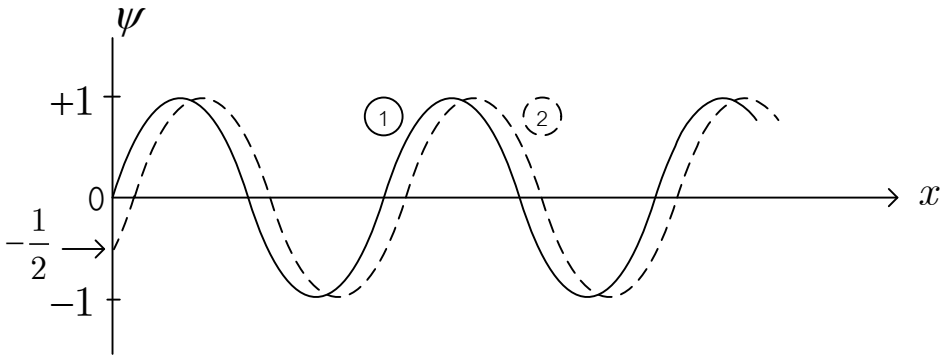
14 ท่อนทรงกระบอก A , B , C มีรัศมีเท่ากันและท่อน A มีมวล M ท่อน B กับ C ถูกรั้งไว้ชิดกันด้วยเชือกเบาๆ แรงตึงในเชือกเป็นเท่าไร



15 ฟังก์ชัน $\psi = \psi(x,t) = \sin(2\pi x - 2\pi t)$ บรรยายคลื่นวิ่งในทิศบวกของแกน x คลื่นนี้มีความยาวคลื่นเท่ากับ 1 หน่วยระยะทาง และมีคาบเท่ากับ 1 หน่วยเวลา

กราฟ (1) บรรยายคลื่นนี้ที่จังหวะ $t = 0$

กราฟ (2) บรรยายคลื่นนี้ที่จังหวะเวลา t เท่ากับกี่หน่วยเวลา



16 อัตราเร็ว v ของคลื่นผิวน้ำเป็นไปตามสูตร

$$v^2 = \frac{\lambda g}{2\pi} + \frac{2\pi S}{\lambda D}$$

ซึ่ง λ เป็นความยาวคลื่น

S เป็นความตึงผิวของน้ำ

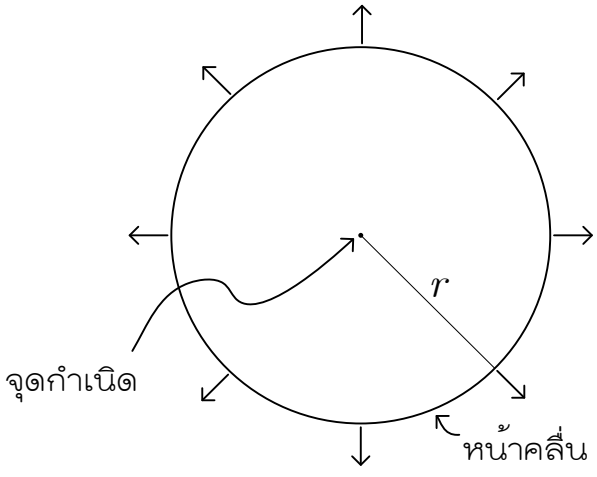
D เป็นความหนาแน่นของน้ำ

g เป็นความเร่งเนื่องจากความโน้มถ่วง

สูตรนี้สามารถเขียนใหม่เป็น $\lambda^2 - \frac{2\pi v^2}{g}\lambda + \frac{4\pi^2 S}{gD} = 0$ จงแก้สมการ quadratic นี้ภายใต้เงื่อนไขว่า λ ต้องเป็นจำนวนจริง ทั้งนี้ <u>เพื่อหาค่าต่ำสุดของ</u> v

[ตอบในเทอมของ g, S, D]

17 คลื่นผิวน้ำหนึ่งลูกแผ่ออกจากจุดกำเนิดเป็นหน้าคลื่นแนววงกลมมีอัตราเร็ว v ที่ตำแหน่ง $r = r_0$ คลื่นมีแอมพลิจูดเป็น A_0 จงหาแอมพลิจูดของคลื่นที่ตำแหน่ง r ใดๆ กำหนดว่าพลังงานรวมของคลื่นเป็นปฏิภาคโดยตรงกับกำลังสองของแอมพลิจูดคูณกับความยาวของหน้าคลื่น



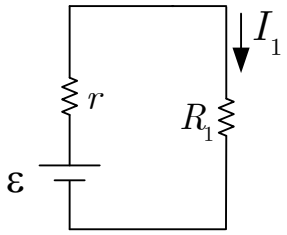
18 คลื่นสองคลื่นคือ $\psi_1 = A\sin\dfrac{2\pi x}{\lambda}$ กับ $\psi_2 = B\sin\left(\dfrac{2\pi x}{\lambda}+\alpha\right)$

ซึ่ง α เป็นค่าคงที่ (phase constant)

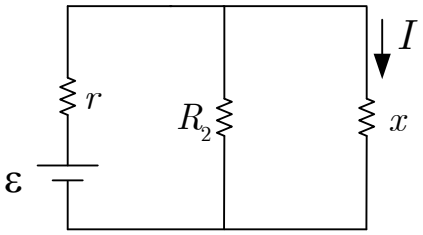
จงวิเคราะห์หาแอมพลิจูดของคลื่นลัพธ์ $\psi_1+\psi_2$

<u>คำแนะนำ</u> เขียน $\psi_1+\psi_2$ ให้อยู่ในรูป $a\sin\left(\dfrac{2\pi x}{\lambda}+\beta\right)$

19 จงหาค่าของ x (รูป ข.) ในเทอมของ R_2, r และ R_1 ที่จะทำให้ $I = I_1$ (รูป ก.)

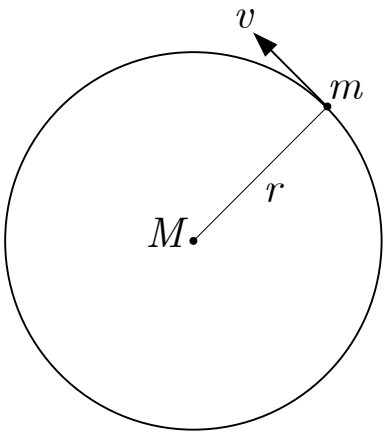


(รูป ก.)

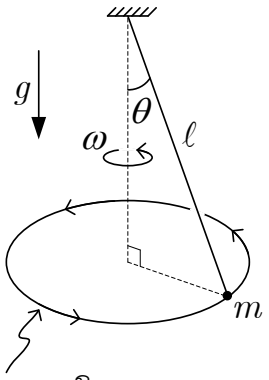


(รูป ข.)

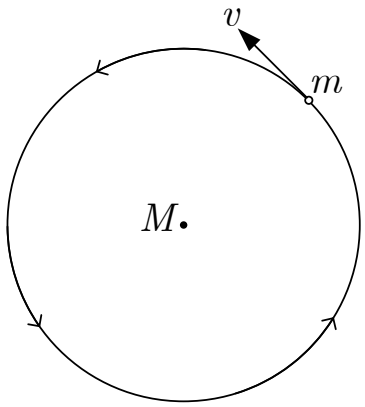
20 ดาวเทียม (m) โคจรตามแนววงกลมรอบโลก (M) มีพลังงานกลรวม (E=KE+PE) เป็นกี่เท่าของพลังงานศักย์โน้มถ่วง (PE) ตอบเป็นตัวเลข



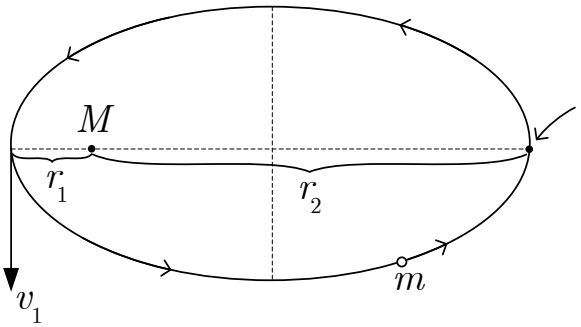
21 ลูกตุ้มยาว ℓ ถูกเหวี่ยงให้เคลื่อนที่ตามแนววงกลมในระนาบระดับด้วยอัตราเร็วเชิงมุม ω เรเดียนต่อวินาทีรอบแกนดิ่ง เส้นเชือกของลูกตุ้มทำมุม (θ) เท่าไรกับแนวดิ่ง



22 ดาวเทียม (m) กำลังโคจรตามแนววงกลมรอบจุดศูนย์กลางของโลก (M) ด้วยอัตราเร็ว v_0 จะต้องเพิ่มความเร็วจาก v_0 ไปเป็นกี่เท่าของ v_0 จึงจะทำให้ดาวเทียมฉีกจากวงโคจรกลมนั้นไปสู่อนันต์ได้พอดี



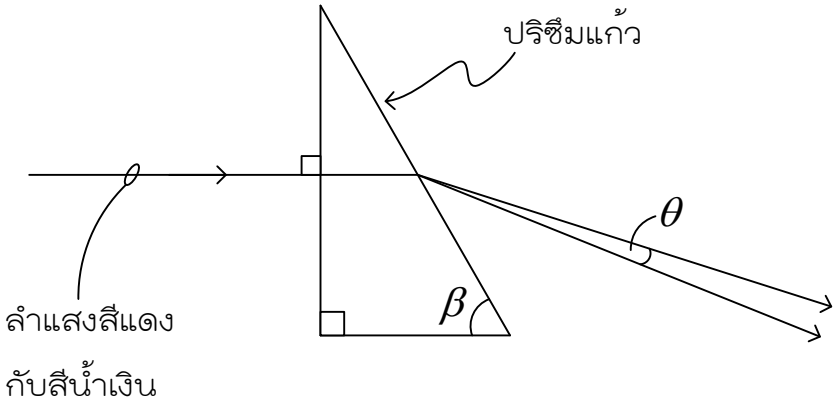
23 ดาวเทียม (m) กำลังโคจรรอบโลก (M) ตามแนววงรี โดยมีจุดศูนย์กลางของโลกอยู่ที่จุดโฟกัสหนึ่งของวงรี ถ้าที่จุดใกล้สุดดาวเทียมมีความเร็ว v_1 ดังรูป อัตราเร็วที่จุดไกลสุดเป็นเท่าไร [ตอบในเทอมของ r_1, r_2, v_1]



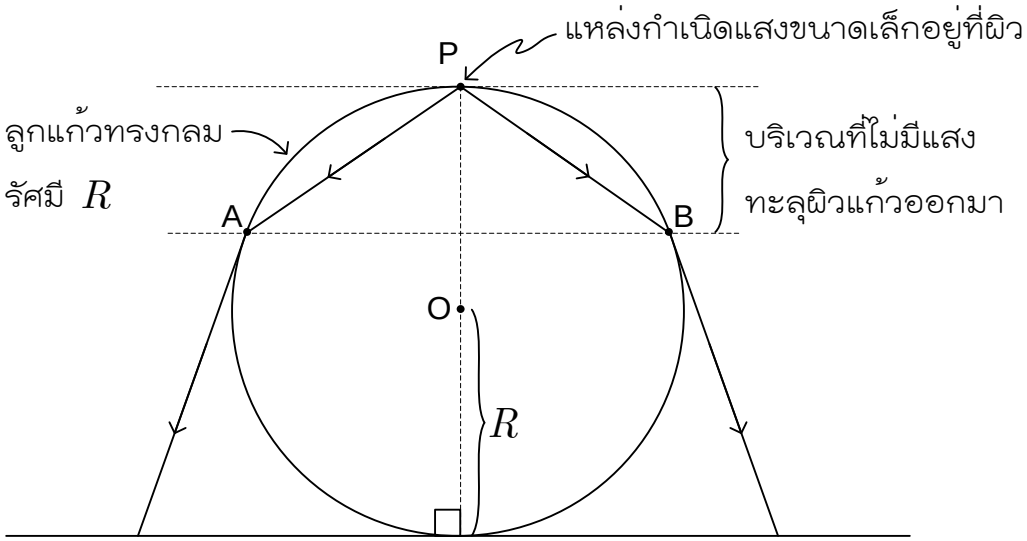
24 เมื่อลำแสงทั้งสีแดงและสีน้ำเงินผ่านออกจากปริซึมไปแล้วแนวลำแสงทั้งคู่ทำมุมกันเท่ากับ θ จงหาค่าของ θ ในเทอมของ β, μ_1, μ_2

ซึ่งในที่นี้ μ_1 เป็นดรรชนีหักเหของแสงสีน้ำเงินสำหรับแก้ว

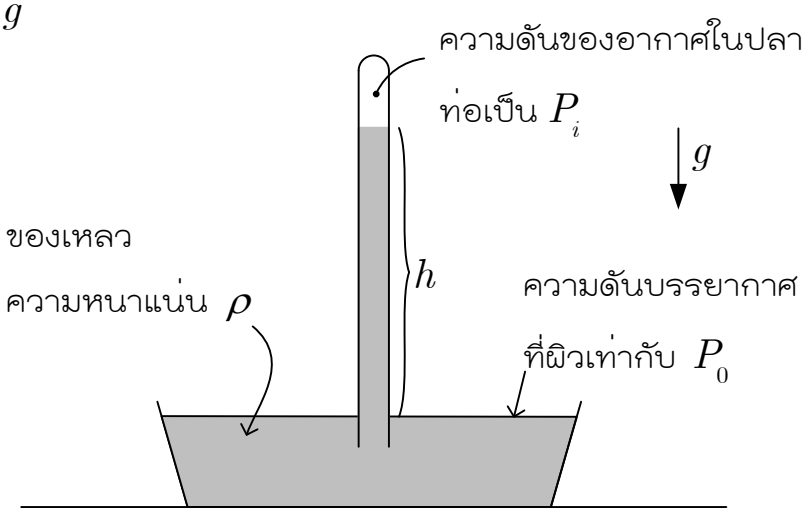
μ_2 เป็นดรรชนีหักเหของแสงสีแดง



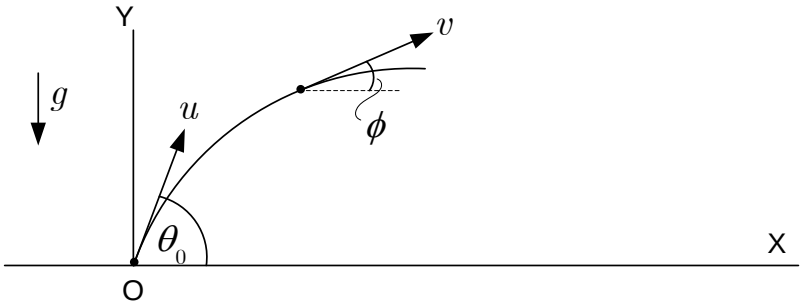
25 จงหาค่าของความยาว AB ในเทอมของ R กับ μ ซึ่งเป็นดรรชนีหักเหของแก้ว



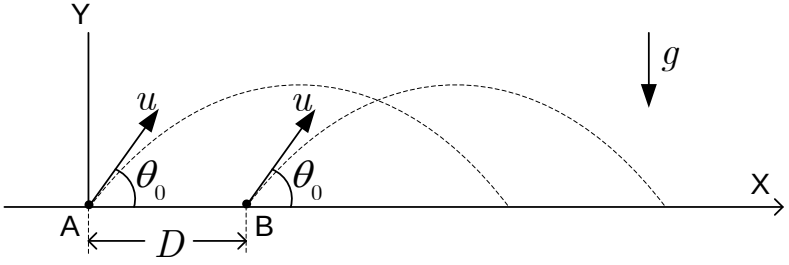
26 ความสูงของลำของเหลวในท่อเหนือผิวนอก (h) มีค่าเป็นเท่าไรในเทอมของ P_i, P_0, ρ และ g



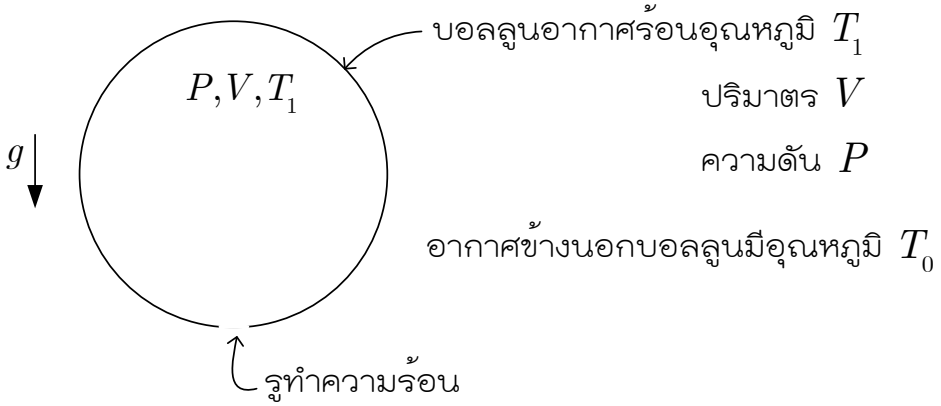
27 ดีดโพรเจคไทล์ขึ้นจากจุด O เมื่อเวลา $t = 0$ ด้วยความเร็วต้น u และมุมตั้งต้น θ_0 จงหาค่าของ $\tan\phi$ ที่ขณะเวลา t ใดๆ ϕ เป็นมุมที่เวกเตอร์ความเร็ว v ที่เวลา t นั้นทำกับทิศบวกของแกน X ตอบในเทอมของ u, θ_0, g และ t



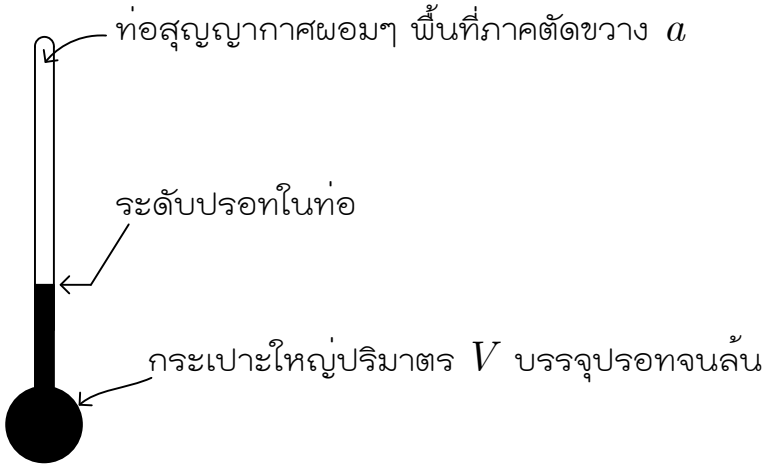
28 ยิงโพรเจคไทล์จากจุด A ด้วยความเร็วต้น u และมุมตั้งต้น θ_0 แล้วยิงอีกลูกจากจุด B ที่จังหวะที่ลูกแรกอยู่เหนือหัวจุด B พอดี ด้วยความเร็วต้น u และมุมตั้งต้น θ_0 เช่นกัน ในระนาบ XY เดียวกัน โพรเจคไทล์จะชนกันที่จุด x เท่ากับเท่าไร กำหนดว่าจุด A กับ B อยู่ห่างกันเป็นระยะทาง D



29 กำหนดให้ M เป็นมวลโมเลกุลของอากาศ (มวลของอากาศ 1 โมล) ในหน่วย kg จงวิเคราะห์หาแรงยกลัพธ์ของบอลลูนนี้ (ไม่ต้องคำนึงถึงมวลของโครงสร้างของบอลลูน)



30 เมื่ออุณหภูมิของปรอทเพิ่มขึ้น 1 องศา ระดับปรอทในท่อจะเลื่อนสูงขึ้นจากตำแหน่งเดิมอีกเท่าไร ให้ใช้ γ แทนสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวเชิงปริมาตรของปรอท และไม่ต้องคำนึงถึงการขยายตัวของท่อและกระเปาะ



31 เมื่อเริ่มต้นมวล m อยู่นิ่งๆ บนยอดผิวทรงกลมรัศมี R ต่อมา สะกิดเบาๆ ให้ m เริ่มไถลลง จงหาอัตราเร็วของ m ขณะที่ m กำลังหลุดจากผิวทรงกลม