(อาทิตย์ 30 สิงหาคม '58)

ข้อ1/ม.5 '58

$$\frac{1}{f} = (\mu-1)\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right) = (\mu-1)\left(\frac{2}{R}\right).$$

$$\frac{1}{f+\Delta f} = (\mu+\Delta\mu-1)\left(\frac{2}{R+\Delta R}\right)$$

$$\frac{f-\Delta f}{f^2-(\Delta f)^2} = (\mu-1)\left\{1+\frac{\Delta\mu}{\mu-1}\right\}\frac{2(R-\Delta R)}{R^2-(\Delta R)^2}$$

$$\frac{f-\Delta f}{f^2} \approx (\mu-1)\frac{2}{R}\left\{1+\frac{\Delta\mu}{\mu-1}\right\}\left(1-\frac{\Delta R}{R}\right)$$

$$\frac{1}{f}-\frac{\Delta f}{f^2} \approx (\mu-1)\frac{2}{R} + (\mu-1)\frac{2}{R}\left[\frac{\Delta\mu}{\mu-1}-\frac{\Delta R}{R}\right],$$

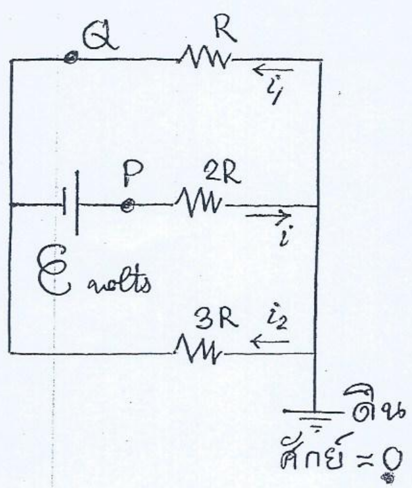
เมื่อทิ้งเทอม $\Delta\mu\Delta R\ldots, (\Delta R)^2, (\Delta f)^2$.

$$\frac{\Delta f}{f} \approx \frac{-\Delta\mu}{\mu-1} + \frac{\Delta R}{R}$$

$$\frac{|\Delta f|}{f} \approx \left(\frac{|\Delta\mu|}{\mu-1}+\frac{|\Delta R|}{R}\right)\times 100\%$$ ตอบ

ข้อสังเกต วิธีที่เร็วกระทัดรัดกว่านี้ก็โดยใช้แคลคูลัสเบื้องต้น $\Delta y \approx \left(\frac{d}{dx}y\right)\Delta x$.

ข้อ2/ม.5 '58



$$i\times\left(2R+\frac{R\times 3R}{R+3R}\right) = \mathcal{E}, \quad i = \frac{4}{11}\frac{\mathcal{E}}{R}.$$

$$Ri_1 = 3Ri_2, \quad i_1+i_2 = i = \frac{4}{11}\frac{\mathcal{E}}{R},$$

$$\therefore i_1 = \frac{3}{11}\frac{\mathcal{E}}{R}, \quad i_2 = \frac{1}{11}\frac{\mathcal{E}}{R}.$$

ศักย์ไฟฟ้าที่จุด Q คือ $V_Q = -Ri_1$

$$V_Q = -\frac{3}{11}\mathcal{E},$$

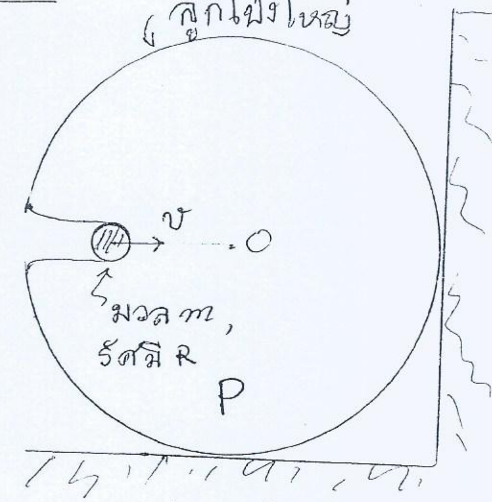
และที่จุด P, $V_P = +2Ri$

$$= +\frac{8}{11}\mathcal{E}$$ ตอบ

สังเกตว่า ศักย์ที่ P สูงกว่าที่ Q เท่ากับ,

$$V_P - V_Q = \frac{8\mathcal{E}}{11}-\left(-\frac{3\mathcal{E}}{11}\right) = \mathcal{E}$$ ตามที่คาด.

ข้อ 3 / ม.5 '58



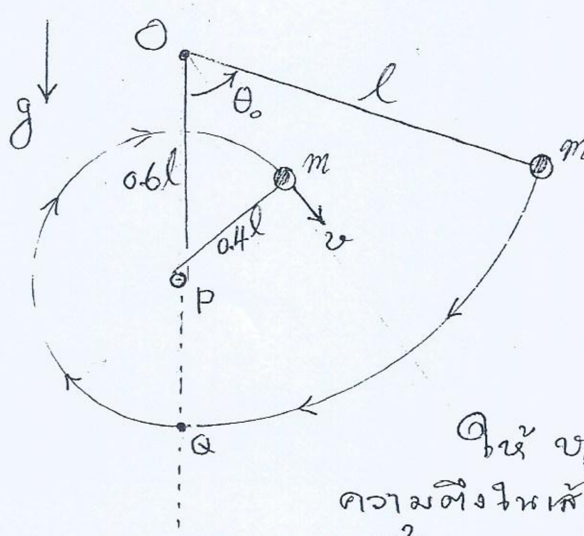
ความที่ลูกโป่งนี้ใหญ่ ปริมาตรของมันจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก (ถือว่าไม่เปลี่ยน) ระหว่างที่ m ดันผิวมันเข้าไป ซึ่งจะมีแรงต้าน m คงที่ เท่ากับ $\pi R^2 P$ กระทำไปทางซ้าย

ทำให้ m เคลื่อนที่ช้าลงๆ ด้วยความเร่ง $-\frac{\pi R^2 P}{m}$

สมมติให้ m เข้าไปได้ลึก s หา s จาก $\frac{1}{2} m u^2 = \pi R^2 P s$

ตามหลักของงาน $\therefore s = \frac{m u^2}{2\pi R^2 P}$ ตอบ

ข้อ 4 / ม.5 '58



P เป็นหมุดแข็ง

เมื่อ m ลงถึงจุดต่ำสุดคือ Q

m จะมีความเร็ว v_Q ไปทางซ้าย

$$v_Q^2 = 2lg(1-\cos\theta_0)$$

ถ้า v_Q โตพอ m จะสามารถเหวี่ยงรอบ P โดยเชือกไม่หย่อน

ให้ v_p เป็นความเร็วที่จุดเหนือหัว P

ความตึงในเส้นเชือก T ขณะที่ m อยู่เหนือหัว P หาได้จาก

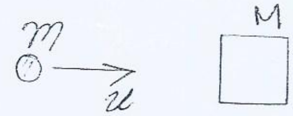
$T + mg = \frac{m v_p^2}{0.4l}$, กับ $\frac{1}{2} m v_p^2 + 0.8 l m g = \frac{1}{2} m v_Q^2$,

ได้ $T = -5 mg\cos\theta_0$

ซึ่งถ้าเชือกไม่หย่อนนั้นหมายความว่า $T \geq 0$ [$T > 0$ หรือเท่ากับศูนย์พอดีที่จุดเหนือหัว P] ดังนั้นเราต้องใส่ค่า $\theta_0 = 90°$. ตอบ

ข้อสังเกต สำหรับ $\theta_0 = 90°$ จะได้ $v_p = (0.4lg)^{\frac{1}{2}}$, $T = 0$ พอดี. แต่พอเลยจุดเหนือหัว P ไป อัตราเร็วของ m จะมากกว่านี้ และ T ก็จะมากกว่าศูนย์ด้วย. เชือกกลับมาตึงจริงอีก ถึงแม้จะเกือบหย่อนที่จุดเหนือหัว P.

ข้อ 5/ม.5 '58



โจทย์บอกให้เลย (เพื่อไม่ให้เสียเวลามาก) ว่าหลังชนอย่างยืดหยุ่นแล้ว นิวตรอน (m) มีความเร็ว $v = \frac{M-m}{M+m}u$

สำหรับการชนกับ deuteron ซึ่งเป็น nucleus ของอะตอม deuterium นั้น $M = 2$ ขณะที่ $m = 1$

ดังนั้น $v = \frac{2-1}{2+1}u = \frac{1}{3}u$

พลังงานจลน์ของ m หลังชนเหลือเพียง $\frac{1}{2}v^2 = \frac{1}{9}\left(\frac{1}{2}u^2\right)$

$$\therefore \frac{\text{พลังงานจลน์หลังชนครั้งที่ 1}}{\text{พลังงานจลน์ก่อนชนครั้งที่ 1}} = \frac{KE_1}{KE_0} = \frac{1}{9}$$

และ $\frac{KE_2}{KE_1} = \frac{1}{9}$, $\frac{KE_3}{KE_2} = \frac{1}{9}$, ...

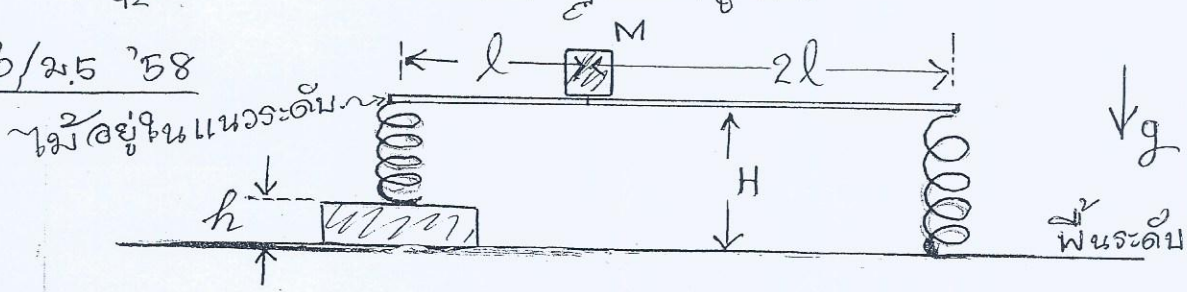
$$\frac{KE_n}{KE_0} = \left(\frac{1}{9}\right)^n$$

เราต้องการ $\frac{KE_n}{KE_0} = 10^{-6}$, นั่นคือ $\left(\frac{1}{9}\right)^n = 10^{-6}$, ได้ $n = 6.3$ ครั้ง

ตอบ

หมายเหตุ นี่เป็นการคำนวณแบบที่หยาบสุดในเรื่องหลักการทำให้นิวตรอนมีพลังงานลดลงๆ (MODERATION โดย MODERATOR) ในเตาปรมาณูเพื่อที่ $^{235}_{92}U$ จะจับมันได้ และเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่

ข้อ 6/ม.5 '58



สปริงซ้ายรับแรงกดลงเท่ากับ $\frac{2}{3}Mg$, สปริงขวารับแรง $\frac{1}{3}Mg$.

สมมติให้สปริงขวาหดเท่ากับ x $\therefore$ $kx = \frac{1}{3}Mg$

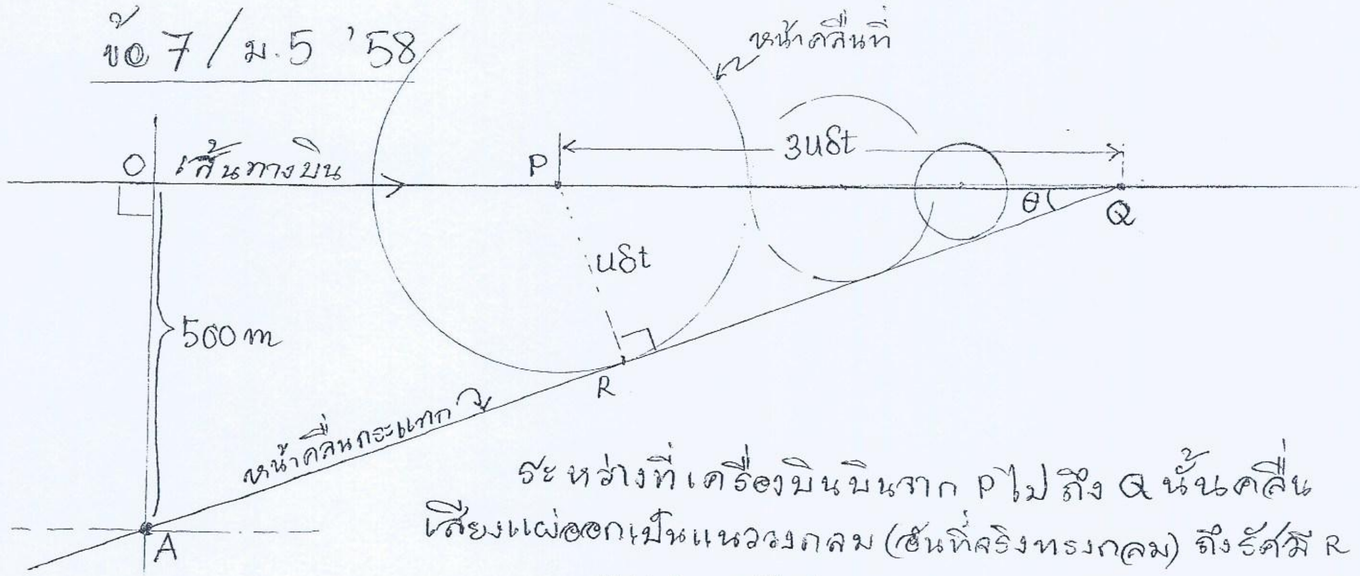
และ $k(x+h) = \frac{2}{3}Mg$, k เป็นค่าคงที่สปริง.

แก้สองสมการนี้จะได้ $x = h$

ดังนั้นความยาวธรรมชาติของสปริงคือ $l = H + x = H + h$

ตอบ

ข้อ 7/ม.5 '58



ระหว่างที่เครื่องบินบินจาก P ไปถึง Q นั้นคลื่นเสียงแผ่ออกเป็นแนววงกลม (อันที่จริงทรงกลม) ถึงรัศมี R

มุม θ หาได้จาก $\sin\theta = \frac{u\delta t}{3u\delta t} = \frac{1}{3}$

คนที่อยู่ที่จุด A บนพื้นใต้เส้นทางบิน 500 m และเห็นเครื่องผ่านจุด O เหนือหัวเขานั้นกว่าจะได้ยินเสียงก็ต้องรอนาน t หาได้จาก

$$t = \frac{OQ}{3u}, \quad u = 350\ \text{m/s}, \quad OQ = \frac{OA}{\tan\theta} = \frac{500\ \text{m}}{1/2(\sqrt{2})}$$

$$= \frac{500\times 2\sqrt{2}}{3\times 350} = \frac{20\sqrt{2}}{21} = 1.35\ \text{s}.$$

ตอบ

ข้อ 8/ม.5 '58

A เข้าใกล้ B มากสุดที่จังหวะที่ทั้ง A และ B เคลื่อนที่เร็วเท่ากันเท่ากับ v ซึ่งหาค่าได้จากหลักอนุรักษ์โมเมนตัม

$$2mv = mu, \quad \therefore v = \frac{u}{2}.$$

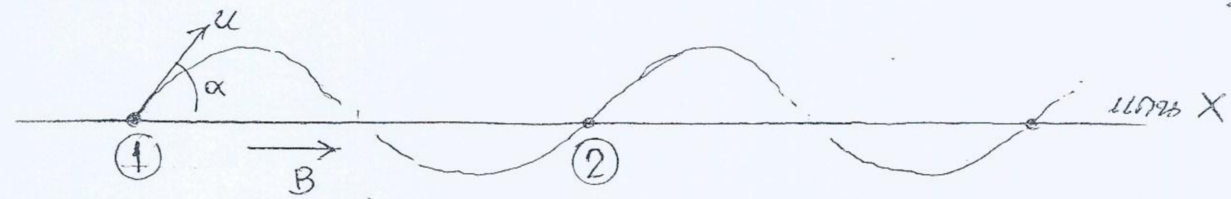
สมมติให้ D เป็นระยะทางระหว่าง A กับ B เมื่อใกล้กันที่สุดนี้ ซึ่งหาค่าได้จากหลักอนุรักษ์พลังงาน

$$+\frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 D} + \frac{1}{2}(2m)\left(\frac{u}{2}\right)^2 = \frac{1}{2}mu^2$$

$$\therefore D = \frac{q^2}{\pi\varepsilon_0 m u^2}$$

ตอบ

ข้อ 9 / ม.5 '58



ความเร็ว u มีองค์ประกอบ $u\sin\alpha$ ตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก B

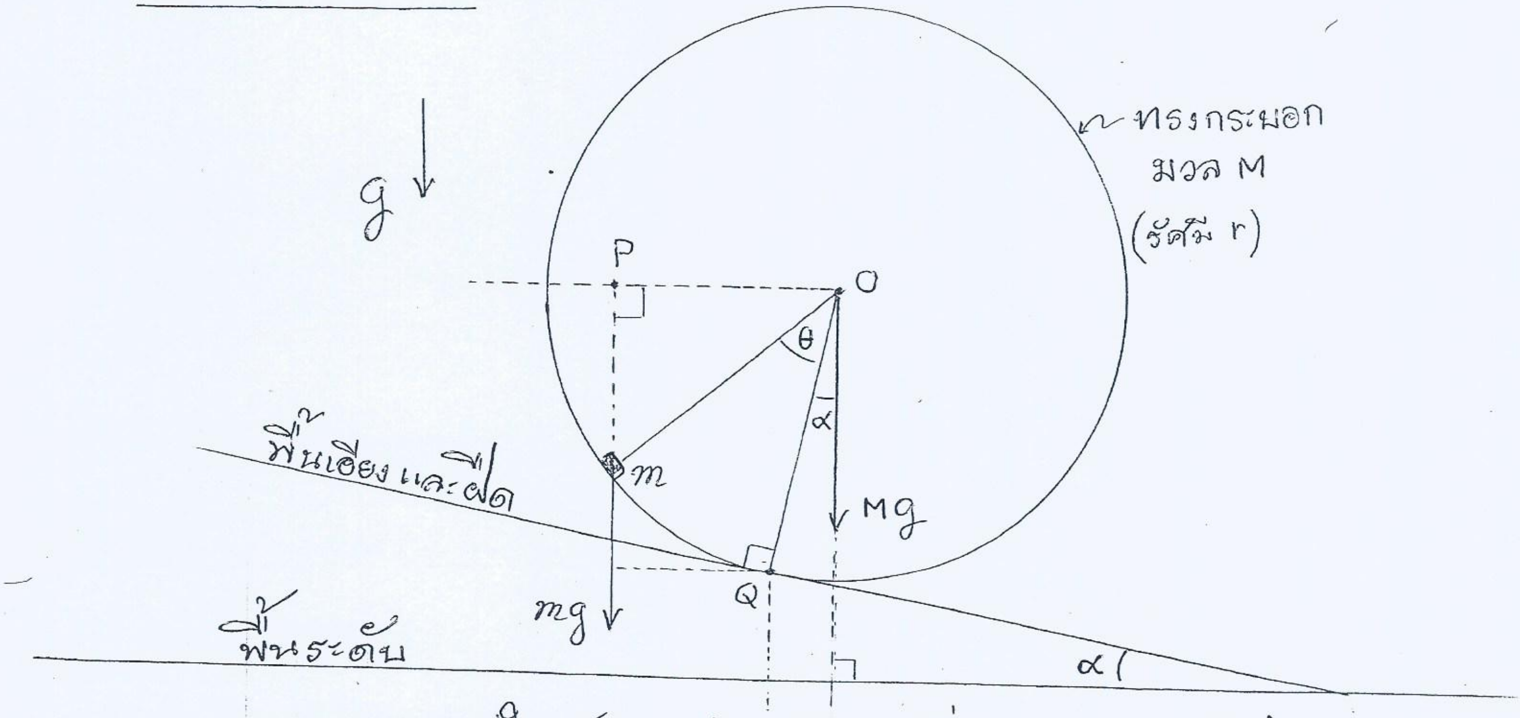
ทำให้ประจุ q มวล m ควงสว่านตามผิวทรงกระบอกรัศมี r

โดยที่ $\frac{m(u\sin\alpha)^2}{r} = qBu\sin\alpha$

ความเร็วเชิงมุม $\omega = \frac{u\sin\alpha}{r} = \frac{qB}{m}$ ตามเข็มนาฬิกาเมื่อมองสวนทางแกน X คาบของการควงคือ $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi m}{qB}$

ดังนั้นระยะทาง ① ② มีค่าเท่ากับ $T \times u\cos\alpha = \frac{2\pi m u\cos\alpha}{qB}$ ตอบ

ข้อ 10 / ม.5 '58



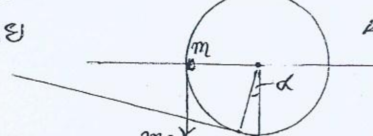
ทรงกระบอกอยู่นิ่งในสภาวะสมดุลเชิงกลเมื่อ $mg(OP - r\sin\alpha) = Mg\,r\sin\alpha$

ซึ่ง $OP = r\cos(90^\circ - \theta - \alpha) = r\sin(\theta + \alpha)$, $\therefore \theta = \sin^{-1}\left\{\left(1+\frac{M}{m}\right)\sin\alpha\right\} - \alpha$ ตอบ

สังเกตว่าค่าที่เป็นได้สำหรับ m, M, α คือ $\left(1+\frac{M}{m}\right)\sin\alpha \leq 1$

$\therefore m \geq \frac{\sin\alpha}{1-\sin\alpha} M$, m เล็กสุด $= \frac{\sin\alpha}{1-\sin\alpha} M$ ตอบ

สังเกตว่า คำตอบหลังนี้เป็นกรณีที่ m อยู่ซ้ายสุดเลย



← รูปนี้บ่งว่า $mg(r - r\sin\alpha) = Mg\,r\sin\alpha$

$\therefore m = \frac{\sin\alpha}{1-\sin\alpha} M$.