ข้อสอบคัดเลือกเข้าค่าย 1 สอวน ฟิสิกส์ 14 ก.ค. '65
สอบ วันที่ 28 สิงหาคม 2565 เฉลยหลังวันที่ 28.8.65 สำหรับค่าย ๓๑. 1/8+1

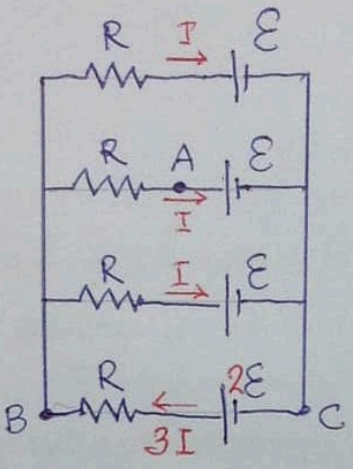
1. $A = B\,2^{-(mv^2/c)}$

(mv^2/c) ต้องไม่มีหน่วย (= dimensionless)

หน่วยของ c ต้องเป็นหน่วยเดียวกันกับของ mv^2 ซึ่งคือ joule

$[\text{joule}] \equiv kg.m^2.s^{-2}$

2/



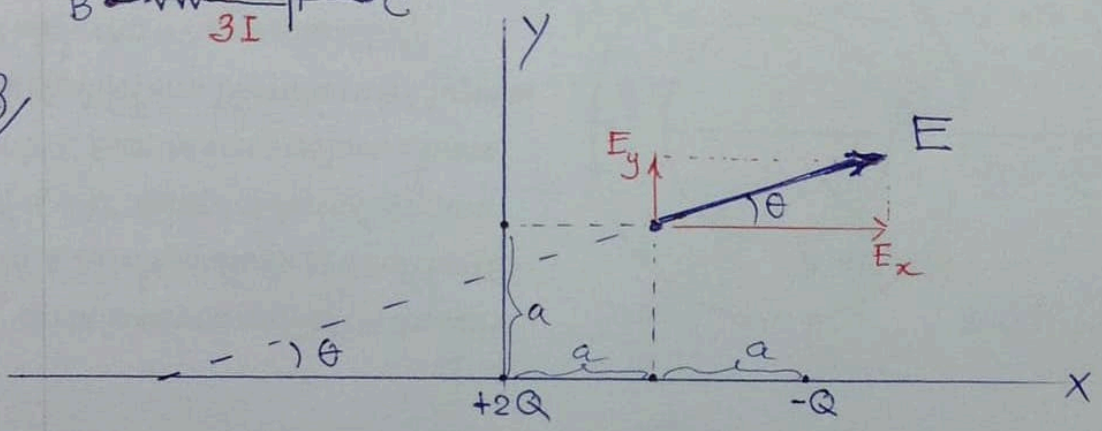
กระแสต้องเป็นดังรูป ดังนั้น

ศักย์ไฟฟ้าของจุด B สูงกว่าของจุด C อยู่เท่ากับ

$2\varepsilon - 3IR$ และ $\varepsilon + RI$

$\therefore I = \dfrac{\varepsilon}{4R}$

3/

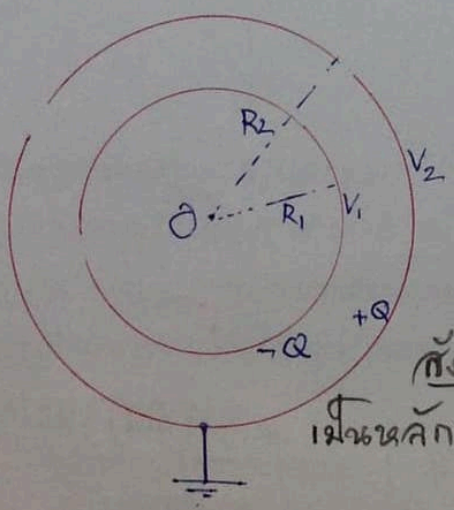


$$E_y = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left\{\frac{2Q}{2a^2}\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{Q}{2a^2}\frac{1}{\sqrt{2}}\right\} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{2\sqrt{2}}$$

$$E_x = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left\{\frac{2Q}{2a^2}\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{Q}{2a^2}\frac{1}{\sqrt{2}}\right\} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{3}{2\sqrt{2}}$$

$$\tan\theta = \frac{E_y}{E_x} = \frac{1}{3}, \quad \theta = \arctan\frac{1}{3} \approx 18.4^\circ$$

4/



$$V_2 = \frac{+Q}{4\pi\varepsilon_0 R_2} + \left\{-\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R_2}\right\} = 0$$

$$V_1 = \frac{+Q}{4\pi\varepsilon_0 R_2} + \left\{\frac{-Q}{4\pi\varepsilon_0 R_1}\right\} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1}\right)$$

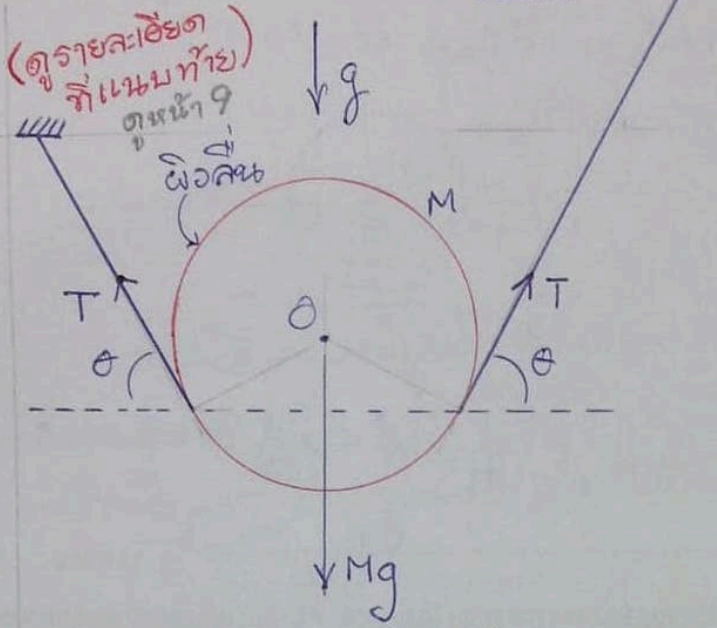
$$V_2 - V_1 = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$ เป็นค่าบวก

สังเกต อำประจุจะถูกดึง (พยายาม) จากวงในไปนอกเสมอ เป็นหลักการสร้าง van de Graaff generator.

เฉลย 14 ก.ค. '65
28. 8. '65

2/8+1

5) (ดูรายละเอียดที่แนบท้าย) ตามหา g

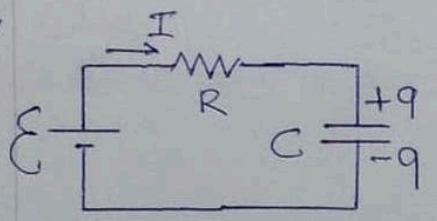


ให้ T เป็นความตึงในเชือก, $2T\sin\theta = Mg$, $T = \frac{Mg}{2\sin\theta}$

ให้เชือกจะต้องวางตัวอย่างสมมาตรเทียบกับแนวดิ่งผ่านจุด O

สังเกตว่าความยาวเชือกด้านซ้ายทำกับแนวระดับจะต้องเป็น θ ด้วย มิฉะนั้น M จะ ~~ลื่น~~ ไถลโดยไม่กลิ้ง

6)

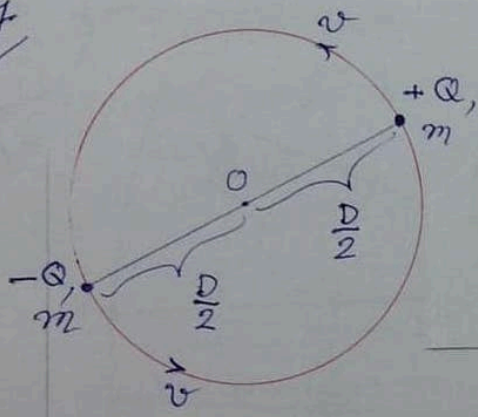


แหล่งกำเนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าต้องทำงานด้วยอัตรา $W = \varepsilon I$ ——(1)

กฎของ Kirchhoff's rules ให้ผลว่า

$\varepsilon = RI + \frac{q}{C}$ ——(2) ดังนั้น $W = RI^2 + \frac{qI}{C}$

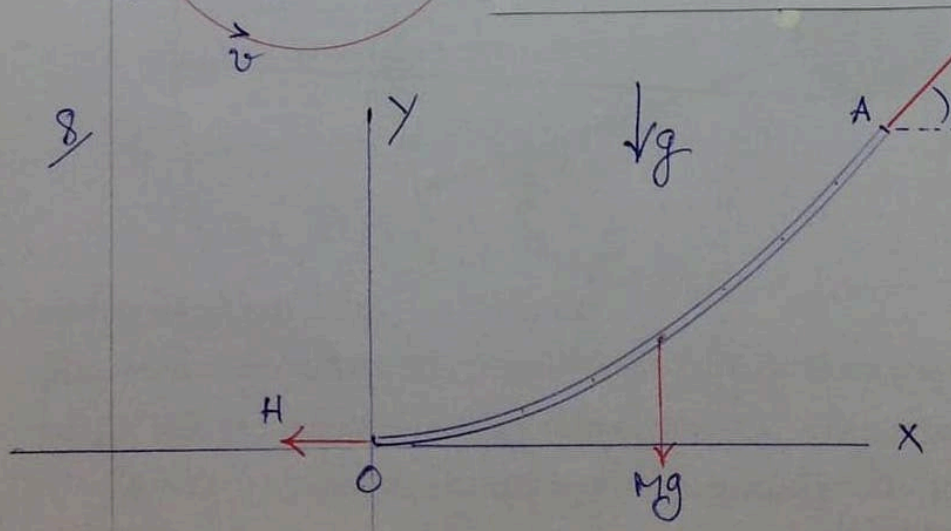
7)



$\frac{mv^2}{D/2} = \frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 D^2}$ สำหรับวงโคจรกลมรอบ O

$\therefore \frac{mv^2 D}{Q^2} = \frac{1}{8\pi\varepsilon_0}$

8)



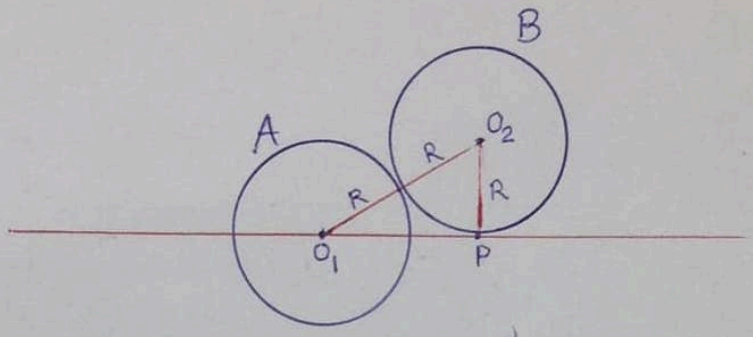
$T\sin\theta = Mg$ ——(1)

$T\cos\theta = H$ ——(2)

$\therefore H = Mg\cot\theta$

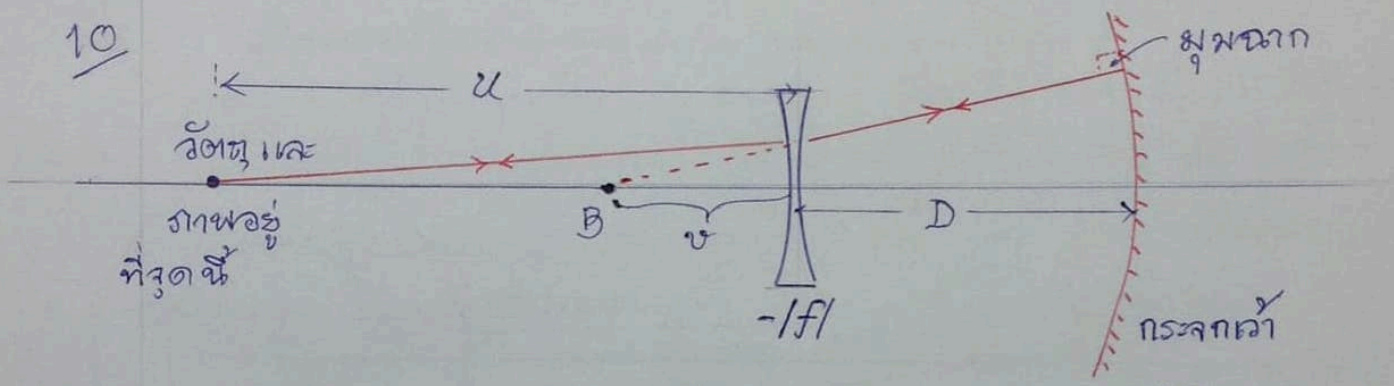
14 ก.ค. '65
28.8.65 3/8+1

9/



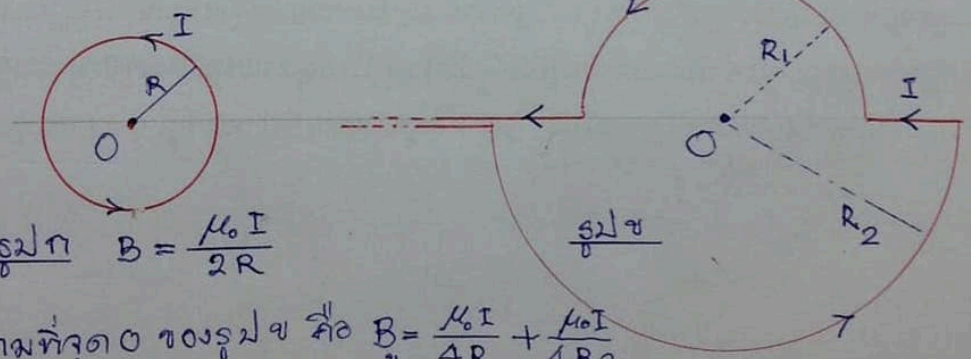
องค์ประกอบของความเร็วของ A (ที่ทำให้ชนกัน) ในทิศ $\vec{O_1O_2}$
คือ $u\cos P\hat{O}_1O_2 = u\frac{\sqrt{(2R)^2-R^2}}{2R} = \frac{\sqrt{3}}{2}u$
หลังการชนอย่างยืดหยุ่นแล้ว B จะมีความเร็วในทิศ $\vec{O_1O_2}$ เท่ากับ $\frac{\sqrt{3}}{2}u$

10/



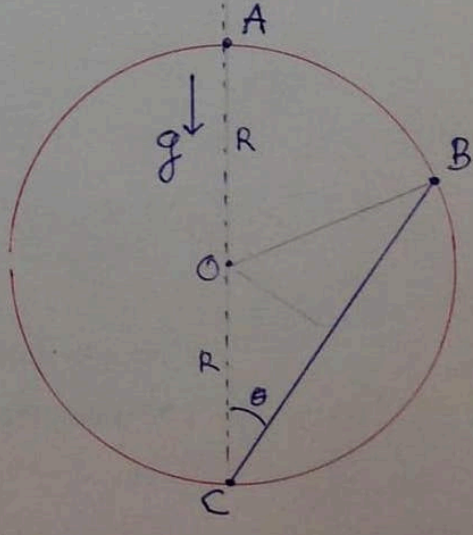
ภาพแรกของวัตถุเกิดโดยเลนส์เว้าห่างจากเลนส์เป็นระยะทาง v
$\frac{1}{-v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{-|f|}$ ได้ $v=\frac{u|f|}{u+|f|}$
ในรูปนี้จะเห็นว่า B เป็นจุดศูนย์กลางความโค้งของกระจกเว้า
รัศมีความโค้งมีค่าเป็น $R = D+v = D+\frac{u|f|}{u+|f|}$

11/

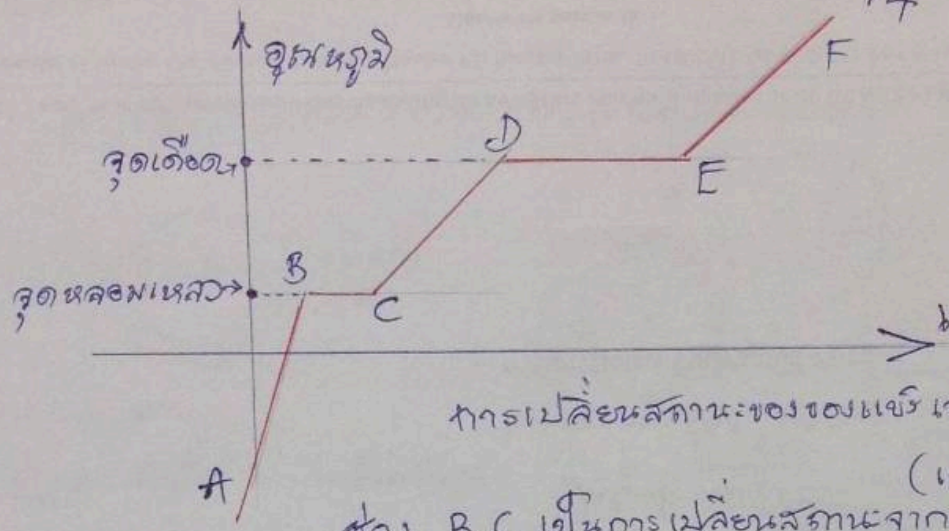


รูป ก $B=\frac{\mu_0 I}{2R}$
รูป ข
สนามที่จุด O ของรูป ข คือ $B_v=\frac{\mu_0 I}{4R_1}+\frac{\mu_0 I}{4R_2}$
$\therefore B_v=\left(\frac{BR}{2}\right)\left\{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right\}$

12/ ระยะทาง $BC = 2R\cos\theta$
องค์ประกอบของความเร่งในแนว $\vec{BC}$ คือ $g\cos\theta$
เวลาที่ใช้ไถลจากหยุดนิ่งจาก B ถึง C คือ t
$2R\cos\theta=\frac{1}{2}(g\cos\theta)t^2$, $t=2\left(\frac{R}{g}\right)^{\frac{1}{2}}=\tau$
$\therefore \frac{t}{\tau}=1$ เท่า



13

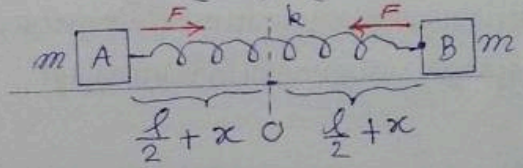


การเปลี่ยนสถานะของของแข็ง เช่น น้ำแข็ง, ไอโซ:
(แต่ไม่ใช่พวกแก้ว)
ช่วง B C เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของแข็ง → ของเหลว

14

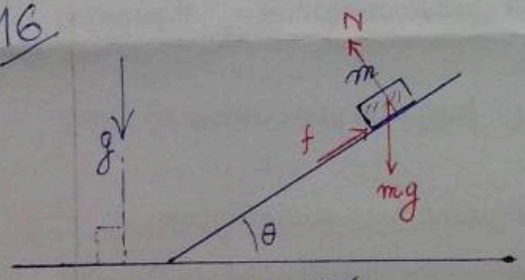
น้ำมีมวลโมเลกุลเป็น $2+16=18$
น้ำ 1 กรัม คิดเป็น $\frac{1}{18}$ โมล เมื่อเป็นไอน้ำที่ 100°C (373 K)
ที่ความดัน P มีปริมาตร $V = \frac{1}{18}\frac{RT}{P} = \left(\frac{373}{18}\right)\left(\frac{R}{P}\right)$ ลูกบาศก์เมตร
$V = \left(\frac{373}{18}\right)\left(\frac{R}{P}\right)\times 10^6$ cm^3. $= \left(\frac{373}{18}\right)\left(\frac{R}{P}\right)\times 10^6$ เท่าของปริมาตรน้ำ 1 กรัม
ค่าตัวเลข $\left(\frac{373}{18}\right)\left(\frac{8.314}{1 \text{ บรรยากาศ} = 1.01325\times 10^5}\right)\times 10^6 = 1700$ เท่า

15



l เป็นความยาวธรรมชาติของสปริง
ทั้ง A และ B ต่างก็สั่นแบบที่จุดศูนย์กลางมวลของระบบอยู่นิ่งที่ 0
ในขณะนี้ F เป็นแรงดึง B ไปทางขวา ขณะที่อีกปลายดึง A ไปทางซ้าย
ขนาดของ $F = k\{2(\frac{l}{2}+x) - l\} = 2kx$

16

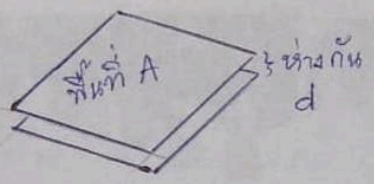


ในรูปนี้ m กำลังจะไถลลงพอดี
ดังนั้น $\{f = \mu_s N = \mu_s mg\cos\theta\} = mg\sin\theta$
ซึ่งบ่งว่า $\tan\theta = \mu_s$ ——— (1)
ทันทีหลัง m เคลื่อนที่แล้ว
ค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานเปลี่ยนไปเป็น μ_k ซึ่ง $< \mu_s$
เป็นผลให้ m เคลื่อนที่ลงด้วยความเร่ง, สมมติเป็น a, ซึ่ง
$ma = mg\sin\theta - \mu_k N = mg(\sin\theta - \mu_k\cos\theta)$ ——— (2)
และจาก (1) จะได้ $\sin\theta = \frac{\mu_s}{\sqrt{1+\mu_s^2}}$, $\cos\theta = \frac{1}{\sqrt{1+\mu_s^2}}$,
$\therefore a = g\frac{\mu_s - \mu_k}{\sqrt{1+\mu_s^2}}$

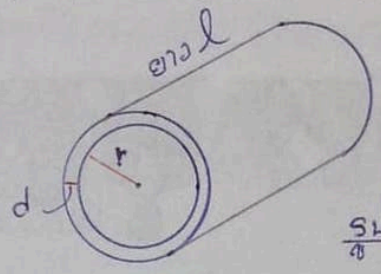
14 ก.ค. '65
28-8-65

5/8+1

17 ตัวเก็บประจุแบบแผ่นขนาน (ก) และแบบทรงกระบอก (ข) ไม่มีตัวกลาง (dielectric) ระหว่างแผ่นนอกจากสุญญากาศ



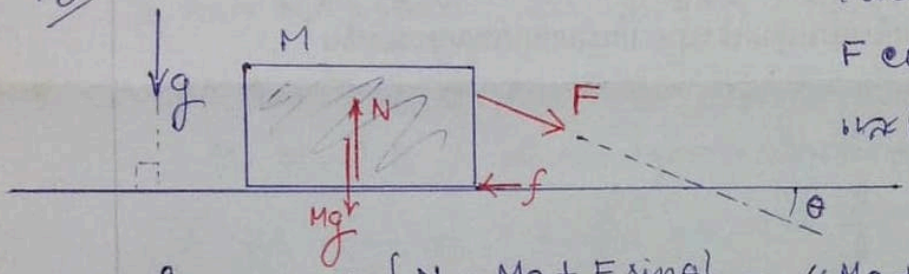
รูป ก



รูป ข

$C_ก = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$ ส่วน $C_ข = \frac{\varepsilon_0 2\pi r l}{d}$

18



เมื่อ M ยังไม่ขยับเราได้

$F\cos\theta < f$ ——— (1)

และเมื่อ M เริ่มจะขยับเราได้

$F\cos\theta = f_{สถิตสุด}$ ——— (2)

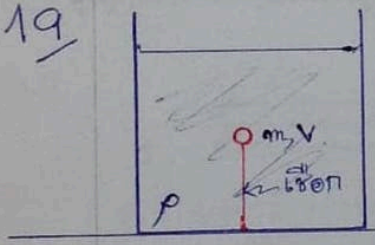
$f_{สถิตสุด} = \mu\{N = Mg + F\sin\theta\} = \mu Mg + \mu F\sin\theta$ ——— (3)

(2) กับ (3) ให้ผลว่า M เกือบขยับได้เมื่อ $F\cos\theta = \mu Mg + \mu F\sin\theta$

$F = \frac{\mu Mg}{\cos\theta - \mu\sin\theta}$ ซึ่งบ่งว่า F ต้องโตเป็นอนันต์ (เราไม่สามารถออกแรงขนาดนั้น)

ถ้า $\cos\theta - \mu\sin\theta = 0$, $\cot\theta = \mu$, หรือ $\tan\theta = \frac{1}{\mu}$.

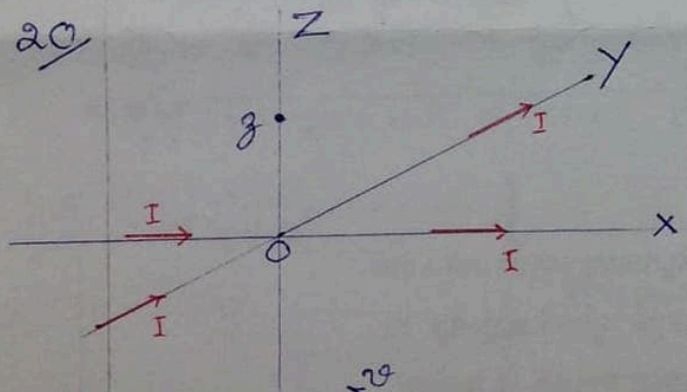
19



เมื่อเชือกขาดแล้ว แรงที่กระทำกับ m มี แรงโน้มถ่วงกับแรงลอยตัวเนื่องจากน้ำ (ตามหลักของ Archimedes): $ma = -mg + \rho Vg$

ดังนั้นความเร่งของลูกปิงปองในทิศขึ้นสู่ผิวน้ำคือ $a = \left(\frac{\rho V}{m} - 1\right)g$

20



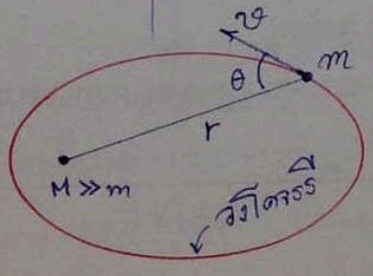
สนามแม่เหล็กที่จุด $(0,0,z)$ คือ

สนามลัพธ์ของ $\frac{\mu_0 I}{2\pi z}$ ในทิศลบของแกน Y

กับ $\frac{\mu_0 I}{2\pi z}$ " บวก " X

$\therefore B = \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi z}\right)\sqrt{1+1} = \frac{\mu_0 I}{\sqrt{2}\,\pi z}$

21



นอกเหนือจากการอนุรักษ์พลังงานกลแล้ว ยังต้องอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุมด้วย

นั่นคือ $mvr\sin\theta$ = ค่าคงที่

14 ก.ค. '65
28.8.65

6/8H

22 พลังงานภายใน (U) ของระบบแก๊สอุดมคติเป็น
พลังงานจลน์เท่านั้น ไม่มีพลังงานศักย์เกี่ยวข้อง
ซึ่งตามหลักการ Principle of Equi-partition of Energy
เราได้ $U = n.f.\frac{kT}{2}$ ซึ่ง n เป็นจำนวนโมเลกุลในระบบ
f เป็นเลข degrees of freedom

สำหรับ mono-atomic gas ค่า $f = 3$ ซึ่งมาจากจำนวนทิศทาง
อิสระที่อะตอมเคลื่อนที่แบบอิสระ, ได้แก่ ในทิศแกน X, Y, และ Z

สำหรับ diatomic molecule ค่า $f = 3$ จาก translation,
2 จาก rotation และ 2 จาก vibration ซึ่งเกิดที่อุณหภูมิสูงเท่านั้น

$U_{1\text{โมล}} = f\frac{RT}{2}$, ค่าความจุความร้อนต่อโมล C_v ที่ปริมาตรคงที่คือ

$C_v = \frac{f}{2}R$, ค่าความจุความร้อนที่ความดันคงที่, ต่อโมล, $C_p = C_v + R$

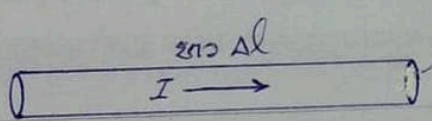
$$\gamma \equiv \frac{C_p}{C_v} = 1 + \frac{R}{C_v} = 1 + \frac{2}{f}$$

$$\therefore \gamma_{\text{diatomic}} = 1 + \frac{2}{5} = \frac{7}{5} = 1.40$$

23 ในคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เราต้องได้ $\frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2 = \frac{1}{2\mu_0}B^2$

$$\therefore E = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}B, \quad E = cB$$

24



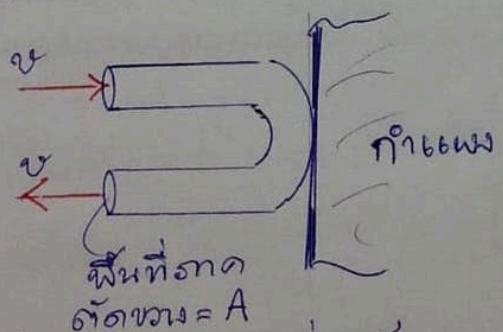
conductivity σ = 1/resistivity ρ

ความต้านทาน, ΔR, ของส่วนที่ยาว Δl ของเส้นลวดนี้คือ

$$\Delta R = \frac{\Delta l}{\sigma a}$$, ความต่างศักย์ระหว่างปลายซ้ายกับขวาคือ

$$\Delta V = I\Delta R = \frac{I}{\sigma a}\Delta l$$, สนามไฟฟ้าในเส้นลวดมีทิศทาง
ชี้ไปทางขวา และมีขนาด $E = \frac{\Delta V}{\Delta l} = \frac{I}{\sigma a}$

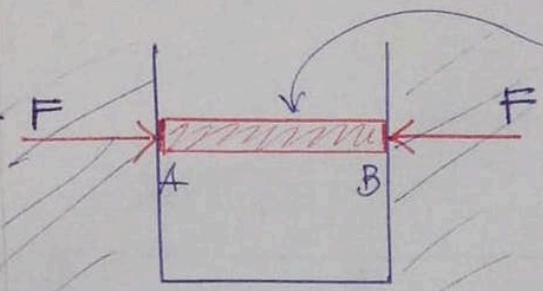
25



สำน้ำเคลื่อนเข้าชนกำแพง
ด้วยอัตรา ρAv kg/s
คิดเป็นโมเมนตัม ρAv^2
แล้วสะท้อนกลับทิศตรงข้าม
ดังนั้นอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมเป็น $2\times\rho Av^2$
$\therefore$ แรงที่ต่อต้านกำแพงคือ $F = 2\rho Av^2$.

เฉลย 14 ก.ค. '65
28.8.65

26 7/8+1

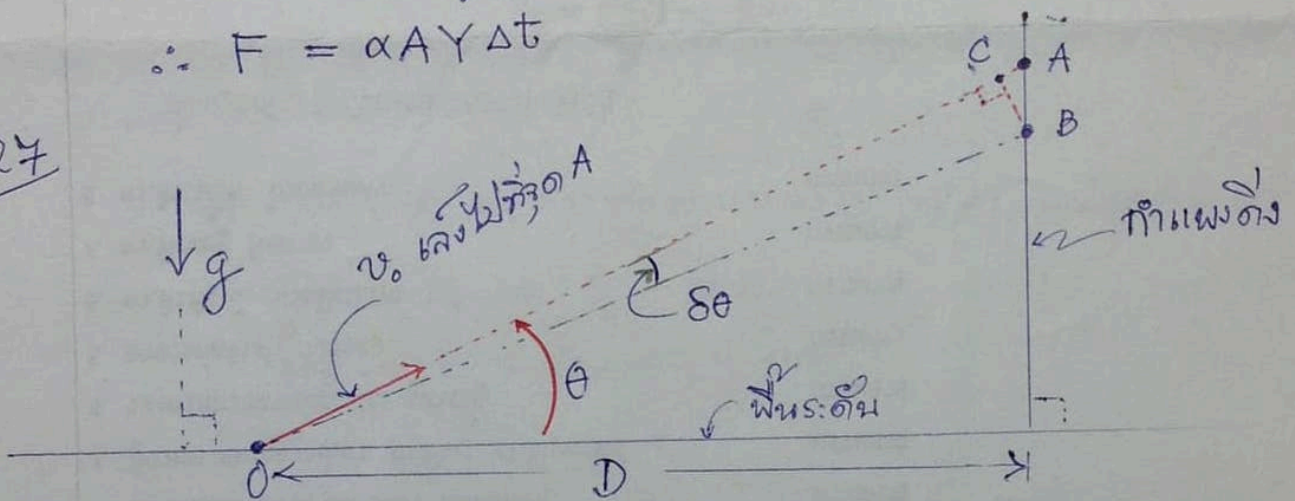


ท่อนโลหะแข็งมีพื้นที่ภาคตัดขวาง A ยาว l_0 ที่ t_0 เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น $t_0+\Delta t$ ท่อนจะยาวขึ้น $\Delta l = \alpha l_0 \Delta t$ ถ้าความดันที่ปลายยังเท่าเดิม

ถ้าเราไม่ต้องการให้ท่อนขยายตัวยาวขึ้น เราจะต้องบีบดันปลายด้วยแรง F เหมาะๆ ตามสมการ $\frac{F}{A} = Y\frac{\Delta l}{l_0}$ ซึ่ง Y เป็นค่า มอดูลัสของ YOUNG.

$\therefore F = \alpha A Y \Delta t$

27



เล็งโพรเจคไทล์ไปที่จุด A เพื่อให้ชนกำแพงที่จุด B

โพรเจคไทล์ใช้เวลา $t = \frac{D}{v_0\cos\theta}$ ในการเคลื่อนที่จากจุด O ไปถึงจุด B แรงโน้มถ่วงจะดึงโพรเจคไทล์ให้เคลื่อนที่โค้งลง ซึ่งในช่วงเวลา t นี้ ระยะโค้งลงคิดเป็นระยะทางในแนวดิ่งเท่ากับ $\frac{1}{2}gt^2 = \frac{gD^2}{2v_0^2\cos^2\theta}$

เราต้องการให้ค่า $\frac{1}{2}gt^2$ นี้เท่ากันพอดีกับระยะ AB

นั่นคือ $AB = \frac{gD^2}{2v_0^2\cos^2\theta}$

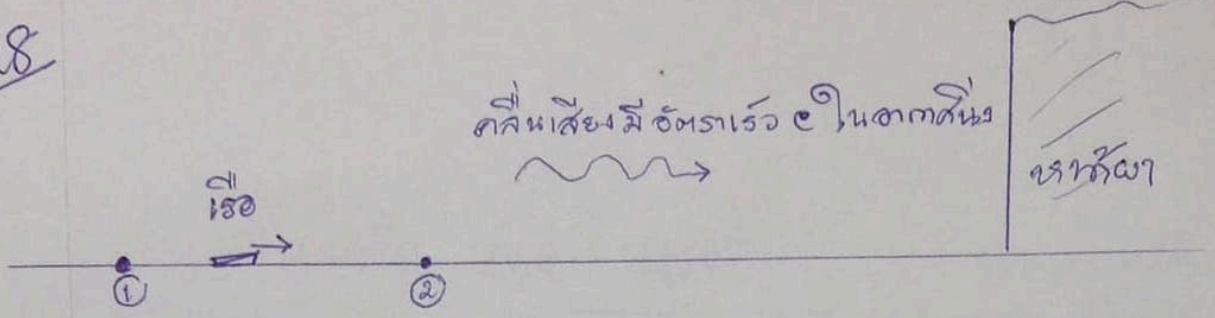
ต้องเล็งสูงกว่าจุด B เป็นมุม $\delta\theta$ ดังรูป
[เล็งไปที่จุด B ก่อน แล้วจึงเพิ่มมุมเล็งโตขึ้น $\delta\theta$]

$\delta\theta \simeq \frac{(AB)\cos\theta}{(OB)}$, ซึ่ง $OB = \frac{D}{\cos\theta}$

$\simeq \frac{(AB)}{D}\cos^2\theta \simeq \frac{gD}{2v_0^2}$ ← ไม่ขึ้นกับมุม θ ดังนั้นจึงไม่กำหนด θ ไว้ในโจทย์

14 ก.ค. '65
28.8.65

28



8/8+1

เรือแล่นเข้าหาหน้าผาด้วยความเร็วคงที่ สมมติค่าความเร็วนี้เป็น v

ที่ตำแหน่ง ① เรือเปิดหวูดสั้นๆ และได้ยินเสียงสะท้อนหลังเปิดหวูดไปแล้วเป็นเวลา t_1 ดังนั้นเรืออยู่ห่างจากหน้าผาเป็นระยะทาง D_1 ขณะเปิดหวูด หาได้จาก $ct_1 = D_1 + (D_1 - vt_1)$, $D_1 = \frac{1}{2}(c+v)t_1$ ——— (1)

เรือเปิดหวูดในลักษณะเดียวกันที่ตำแหน่ง ② และได้ยินเสียงสะท้อนเมื่อเวลาผ่านไป t_2 $D_2 = \frac{1}{2}(c+v)t_2$ ——— (2)

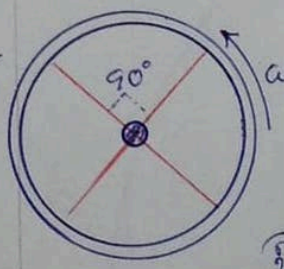
ตำแหน่ง ② อยู่ห่างจากตำแหน่ง ① เป็นเวลาเรือแล่นเท่ากับ τ

ดังนั้น $D_1 = D_2 + v\tau$ ——— (3)

$\frac{1}{2}(c+v)t_1 = \frac{1}{2}(c+v)t_2 + v\tau$

$\therefore v = \frac{(t_1 - t_2)}{2\tau - (t_1 - t_2)}c$

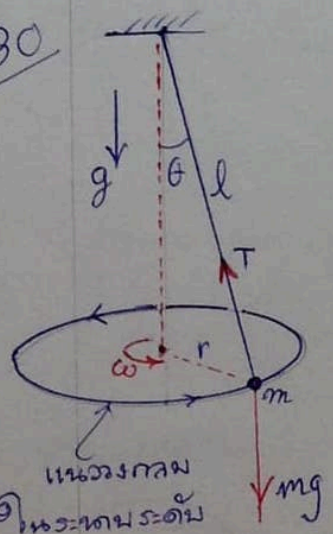
29



ชี้ลวดแต่ละชิ้นหมุนกวาดไป 90° ใช้เวลา $\frac{\pi}{2\omega}$

ลูกธนูที่มีความยาว l วิ่งเข้าทางด้านท้ายของชิ้นหน้าจะไม่ถูกฟาดโดยชิ้นที่ตามมาถ้าความเร็ว v ของลูกธนูเป็นแบบที่ $\frac{l}{v} < \frac{\pi}{2\omega}$ นั่นคือถ้า $v > \frac{2\omega l}{\pi}$

30



m กำลังเคลื่อนที่ตามแนววงกลมในระนาบระดับ

ดังนั้น $m\omega^2 r = T\sin\theta$ ——— (1)

และ $mg = T\cos\theta$ ——— (2)

$\therefore \omega^2 r = g\frac{\sin\theta}{\cos\theta}$, $\omega^2 l\sin\theta = g\frac{\sin\theta}{\cos\theta}$

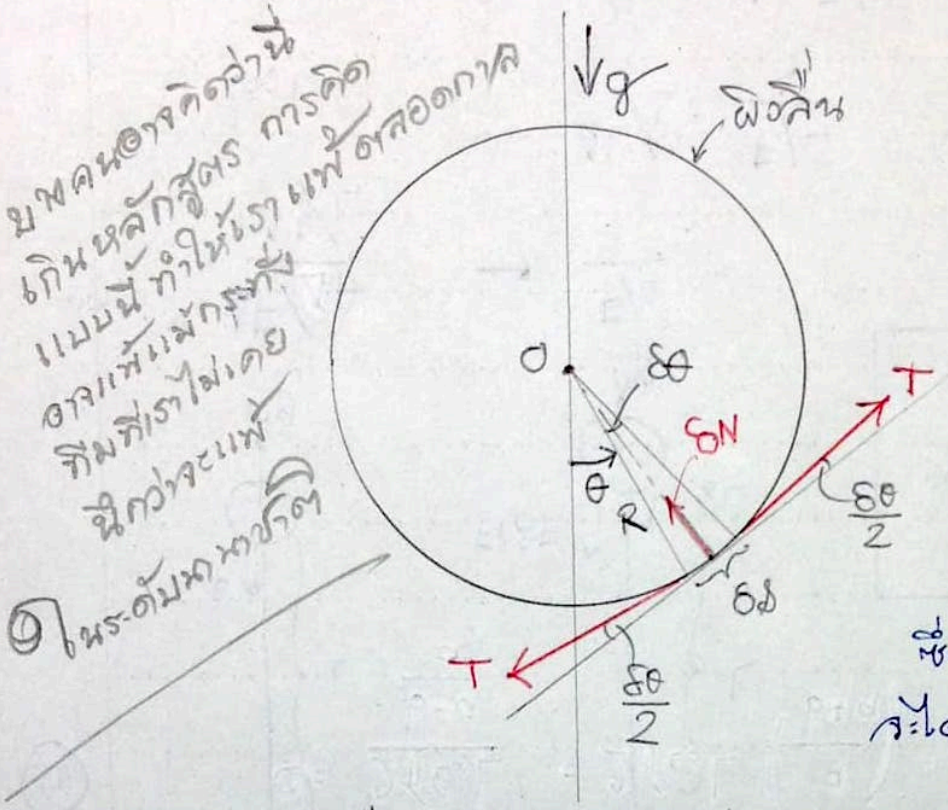
คาบของการหมุนคือ $T_{หมุน} = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}\sqrt{\cos\theta}$

แต่สำหรับการแกว่งแบบลูกตุ้มอย่างง่าย นั่นคือแกว่งในระนาบดิ่งด้วยแอมพลิจูดเล็กๆ จะได้คาบของการแกว่งเป็น $T_{ลูกตุ้ม} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

$\therefore \frac{T_{หมุน}}{T_{ลูกตุ้ม}} = \sqrt{\cos\theta}$.

25-8-65

หลักการโดยละเอียด ของข้อ 5 ค่ายเข้าค่าย 1 สอวน 2565 9/8+1



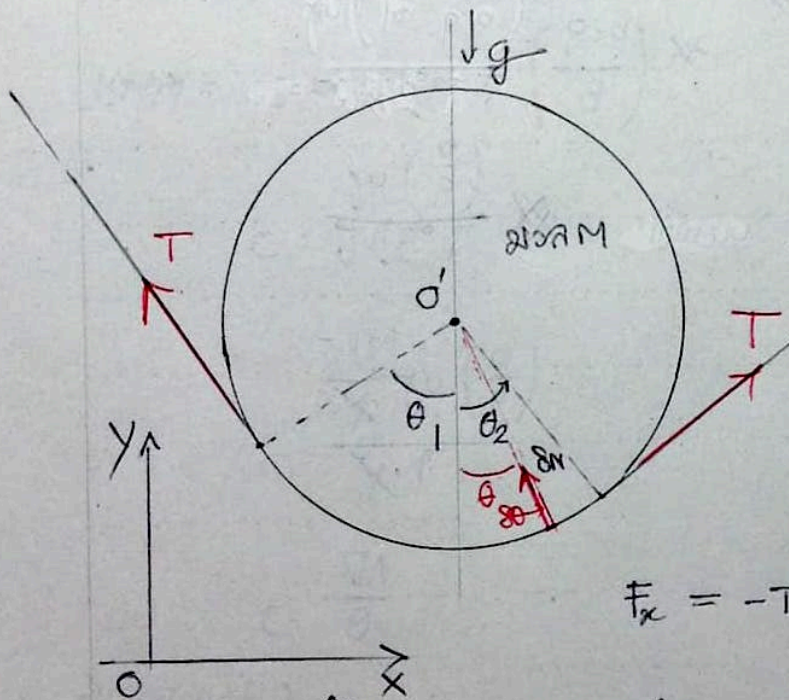
ขนคนอาจคิดว่านี้เกินหลักสูตร การคิดแบบนี้ทำให้เราแก้ปัญหาอะไรได้มากขึ้น ทั้งที่เราไม่เคยรู้มาก่อนเลย นี่คือประโยชน์ของการคิดในระดับมหาวิทยาลัย

แรงตึง T ในแถบเชือกซึ่งโอบผิวทรงกระบอกทำให้เกิดแรงกระทำตั้งฉากผิว δN บนผิวยาว δs สั้นๆ

$$\delta N = 2 \times T \sin\left(\frac{\delta\theta}{2}\right)$$

ซึ่งกรณีที่ $\frac{\delta\theta}{2}$ เป็นมุมเล็กๆ จะได้ $\sin\left(\frac{\delta\theta}{2}\right) \approx \frac{\delta\theta}{2}$

$\therefore$ แถบเชือกกดผิวด้วยแรง $\delta N = 2 \times T \frac{\delta\theta}{2} = \frac{T}{R}\delta s$



แรงในแนวระดับ F_x ที่กระทำต่อท่อนทรงกระบอกหาได้จาก

$$\delta F_x = -(\delta N)\sin\theta \quad \text{(เครื่องหมายลบ)}$$

$$= -\frac{T}{R}\sin\theta\,\delta s = -T\sin\theta\,\delta\theta$$

$$F_x = -T\int_{\theta=-\theta_1}^{\theta_2} \sin\theta\,d\theta = T\{\cos\theta_2 - \cos\theta_1\}$$

(เครื่องหมายลบ เพราะชี้ไปซ้ายของแนวดิ่ง; $\cos\theta_1$ ลบ)

$$F_y = +T\int_{\theta=-\theta_1}^{\theta_2} \cos\theta\,d\theta = T\{\sin\theta_2 + \sin\theta_1\}$$

($\sin\theta_1$ บวก)

สมดุลในแนวระดับเมื่อ $F_x = 0 \quad \therefore \theta_2 = \theta_1$

" " ดิ่ง " $F_y = 2T\sin\theta_2 = Mg$