ศูนย์ส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์

และคณิตศาสตร์ศึกษา (สอวน.) สาขาฟิสิกส์

เฉลยข้อสอบคัดเลือกวิชาฟิสิกส์เข้าโครงการส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการ (ศูนย์โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา กทม.)

ปีการศึกษา 2543 เมื่อวันอาทิตย์ที่ 10 กันยายน 2543 เวลา 09.00 - 11.00 น

ข้อ 1

ช่วงเวลาที่ใช้ทั้งหมดประกอบด้วยสองส่วน ส่วนแรกเป็นช่วงเวลาที่เหรียญใช้ตกไปถึงก้นบ่อ ส่วนที่สองเป็นช่วงเวลาที่เสียงเหรียญกระทบก้นบ่อใช้เดินทางจากก้นบ่อมาถึงปากบ่อ ช่วงเวลาแรกหาได้จากข้อมูลที่โจทย์กำหนด ให้เหรียญใช้เวลาเคลื่อนที่ลงถึงก้นบ่อเท่ากับ t_1 ในหน่วยวินาที เราจะได้ว่า

$$5t_1^2 = 10 \quad \Rightarrow \quad t_1 = \sqrt{2}$$

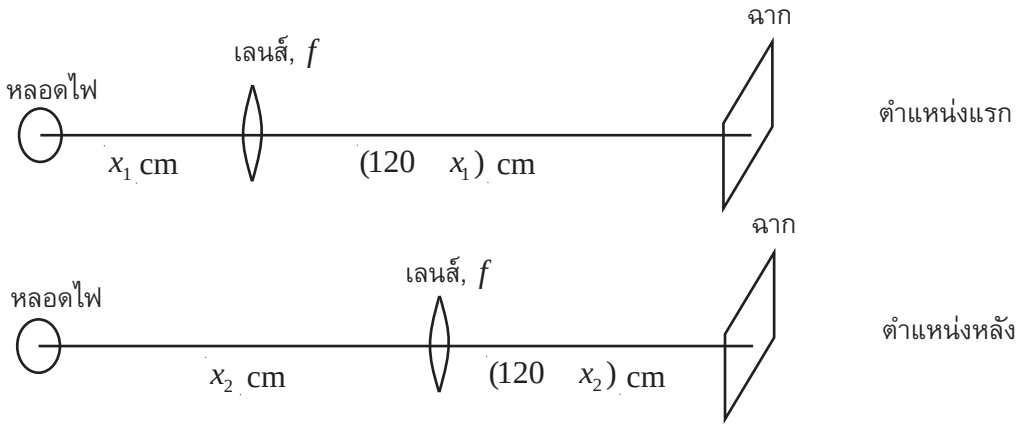
นั่นคือ เหรียญใช้เวลา $\sqrt{2}$ วินาที ตกจากปากบ่อถึงก้นบ่อ

เสียงที่เหรียญกระทบก้นบ่อใช้เวลาเคลื่อนที่ขึ้นถึงปากบ่ออีก $\dfrac{10\ \text{m}}{330\ \text{m/s}} = \dfrac{1}{33}\ \text{s}$

ดังนั้น เขาได้ยินเสียงเหรียญกระทบก้นบ่อนับจากเมื่อเหรียญหลุดจากมือ เมื่อเวลาผ่านไปแล้ว

$$\sqrt{2}\ \text{s} + \frac{1}{33}\ \text{s} = 1.4142\ \text{s} + 0.0303\ \text{s} = 1.4445\ \text{s} \approx 1.445\ \text{s} \approx 1.45\ \text{s}$$

ข้อ 2



ถ้าเราให้ x_1 cm และ x_2 cm เป็นระยะวัตถุสำหรับการวางตำแหน่งแรกและตำแหน่งที่สองตามลำดับ เราจะได้ว่าระยะภาพจะเป็น $(120-x_1)$ cm และ $(120-x_2)$ cm สำหรับการวางตำแหน่งแรกและตำแหน่งที่สองตามลำดับ

เนื่องจากสมการ $\frac{1}{u}+\frac{1}{v}=\frac{1}{f}$ ที่ให้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุ ระยะภาพ และความยาวโฟกัสของเลนส์มีความสมมาตรระหว่างระยะวัตถุ u และระยะภาพ v นั่นคือ ถ้าเราสลับที่ของ u กับ v หรือพูดอีกอย่างว่าแทนค่า v ด้วย u และแทนค่า u ด้วย v สมการนี้ก็ยังถูกต้องเหมือนเดิม ดังนั้นระยะภาพในตอนที่สองต้องมีค่าเท่ากับระยะวัตถุในตอนแรก และระยะภาพในตอนแรกต้องมีค่าเท่ากับระยะวัตถุในตอนที่สอง หรือ

$$x_1 = 120 - x_2 \quad \text{และ} \quad x_2 = 120 - x_1 \qquad \text{----------(1)}$$

ภาพตอนแรกมีขนาดโต $= \frac{120 - x_1}{x_1}$ เท่าของขนาดวัตถุ

ภาพตอนหลังมีขนาดโต $= \frac{120 - x_2}{x_2}$ เท่าของขนาดวัตถุ

โจทย์กำหนดว่า $\frac{\text{ขนาดภาพตอนหลัง}}{\text{ขนาดภาพตอนแรก}} = \frac{1}{9}$ ดังนั้น

$$\frac{120 - x_2}{x_2} \times \frac{x_1}{120 - x_1} = \frac{1}{9} \qquad \text{----------(2)}$$

แทนค่า x_2 และ $(120 - x_2)$ จาก (1) จะได้

$$\frac{120-x_1}{x_1} \times \frac{x_1}{120-x_1} = \frac{1}{9}$$

$$\frac{120-x_1}{x_1} = \frac{1}{3}$$

ดังนั้น $x_1 = 30$ cm, $120 - x_1 = 90$ cm

นั่นคือ สำหรับการวางเลนส์ตอนแรกได้ $u = 30$ cm, $v = 90$ cm เมื่อแทนค่าเหล่านี้ในสูตร $\frac{1}{u}+\frac{1}{v}=\frac{1}{f}$ เราจะได้ว่า

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{30 \text{ cm}} + \frac{1}{90 \text{ cm}} = \frac{4}{90 \text{ cm}}$$

นั่นคือ ความยาวโฟกัสของเลนส์คือ $f = \frac{90 \text{ cm}}{4} = 22.5 \text{ cm}$

ข้อ 3

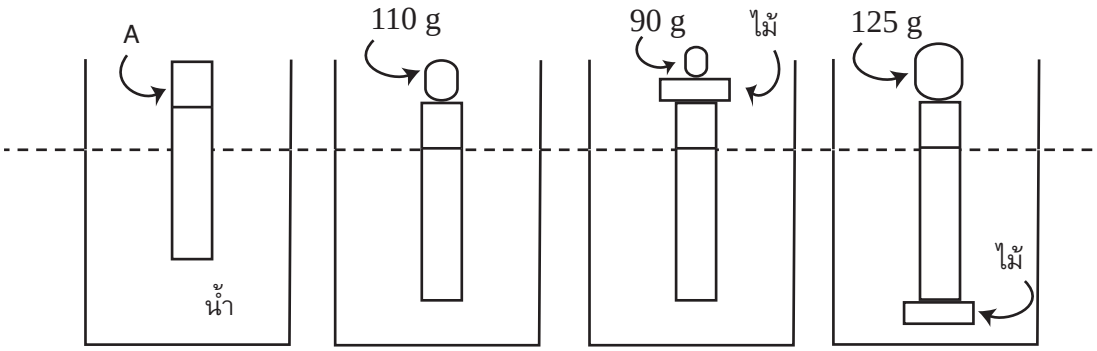
เราคิดย้อนกลับจากตำแหน่งที่รถชนกันไปยังตำแหน่งก่อนหน้านั้น 1.0 วินาที

ใน 1.0 วินาที A เคลื่อนที่ได้ $\dfrac{8.0\times10^{3}\text{m}}{60\times60}=\dfrac{20}{9}\text{m}$

ใน 1.0 วินาที B เคลื่อนที่ได้ $\dfrac{10\times10^{3}\text{m}}{60\times60}=\dfrac{25}{9}\text{ m}$

ดังนั้น ก่อนที่รถทั้งสองจะชนกัน 1.0 วินาที A กับ B อยู่ห่างกัน $=\dfrac{20}{9}\text{ m}+\dfrac{25}{9}\text{ m}=5.0\text{ m}$

ข้อ 4



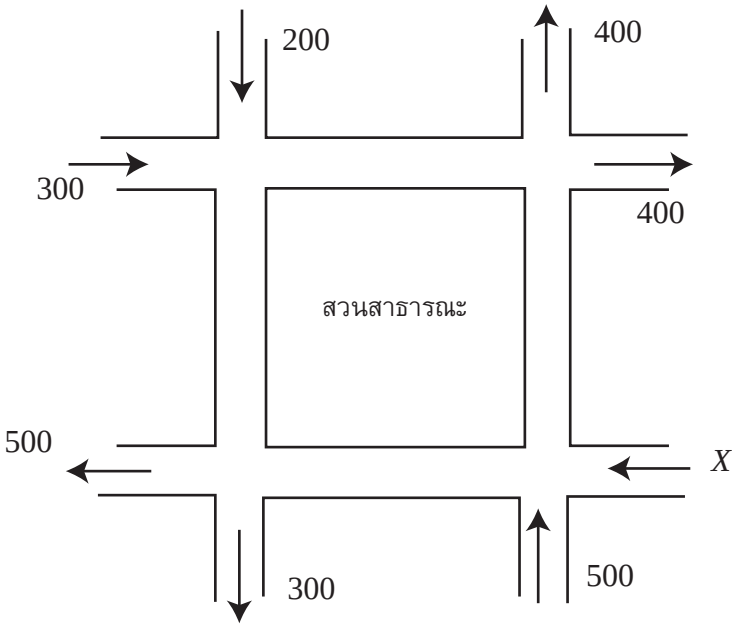
ก. ข. ค. ง.

รูป ข. และ รูป ค. ร่วมกันแสดงว่าไม้มีมวล $110-90=20\text{ g}$ ส่วน รูป ง. และ รูป ข. ร่วมกันแสดงว่าแรงลอยตัวเนื่องจากท่อนไม้มีขนาดเท่าน้ำหนักของน้ำมวล $(125+20)-110=35\text{ g}$

เนื่องจากแรงลอยตัวมีขนาดเท่ากับน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่าปริมาตรท่อนไม้ที่จม และน้ำ 35 g มีปริมาตร 35 cm^3 ดังนั้นท่อนไม้มีปริมาตร $=35\text{ cm}^3$

ความหนาแน่นของไม้จึงมีค่า $\dfrac{20\text{ g}}{35\text{ cm}^3}=5.7\times10^{-1}\text{ g/cm}^3=5.7\times10^{2}\text{ kg/m}^3$

ข้อ 5

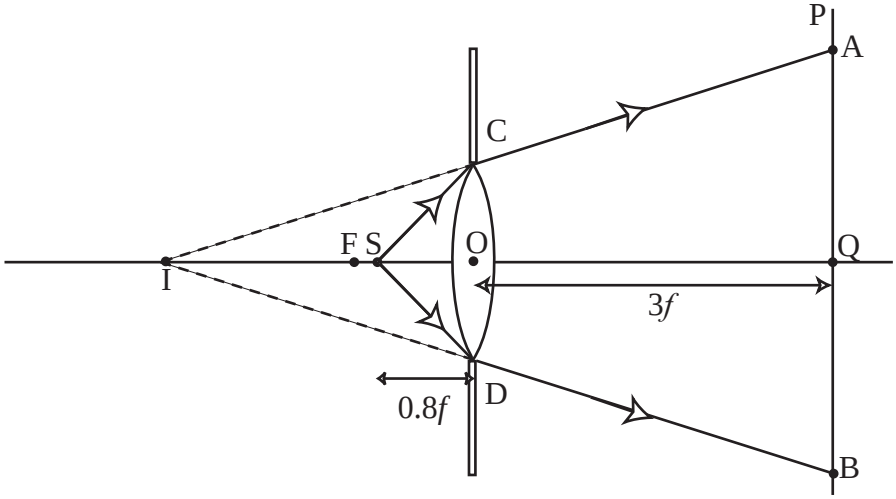


ถ้าไม่มีรถจอดอยู่บนถนนรอบสวนสาธารณะเลย ก็แสดงว่ารถวิ่งเข้าไปเท่าไรก็ต้องออกมาเท่ากัน

"กระแสไหลเข้าต้องเท่ากับกระแสไหลออก"

จำนวนรถไหลเข้าต่อชั่วโมงคือ $X + 500 + 200 + 300$ และจำนวนรถไหลออกต่อชั่วโมงคือ $400 + 400 + 500 + 300$ ดังนั้น $X + 1000 = 1600$ หรือ $X = 600$

ข้อ 6



S เป็นแหล่งกำเนิดแสงซึ่งมีขนาดเป็นจุด อยู่ห่างจากเลนส์เป็นระยะทาง $0.8f$ ภาพของ S อยู่ห่างจากเลนส์เป็นระยะทาง v ซึ่งหาได้จาก

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{0.8f} = \frac{1}{f} \quad \Rightarrow \quad v = -4f$$

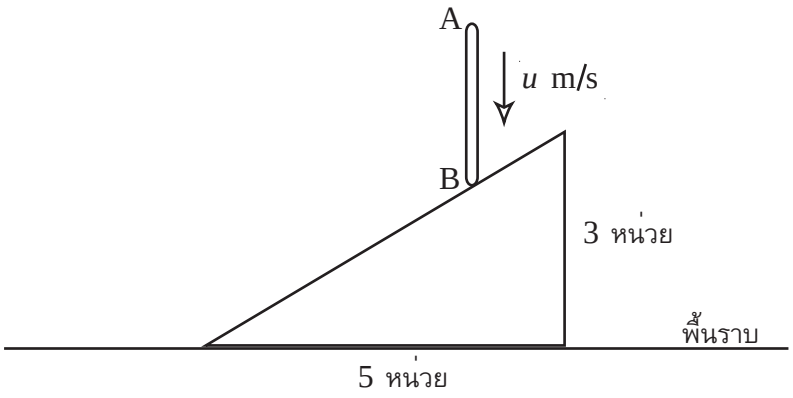
เครื่องหมายลบแสดงว่าภาพเป็นภาพเสมือนอยู่ห่างจากเลนส์ไปทางซ้ายเป็นระยะทาง $4f$ ซึ่งบ่งว่าแสงที่ผ่านเลนส์ไปทางขวาของเลนส์ดูเสมือนออกมาจากจุด I ในรูป และทำให้เกิดเป็นวงแสงเส้นผ่านศูนย์กลาง AB บนฉาก P จากเลนส์กลมซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง CD สังเกตว่า สามเหลี่ยม AQI กับสามเหลี่ยม COI เป็นสามเหลี่ยมคล้ายกัน ดังนั้น

$$\frac{AQ}{IQ} = \frac{CO}{IO}$$

$$\frac{(AB)/2}{IQ} = \frac{(CD)/2}{IO}$$

$$\frac{AB}{CD} = \frac{IQ}{IO} = \frac{4f + 3f}{4f} = \frac{7}{4} = 1.75$$

ข้อ 7



ถ้าเริ่มดันแท่ง AB ลงเมื่อปลาย B อยู่ที่ยอดของลิ่ม ย่อมได้ผลว่าเมื่อ B ลงถึงพื้นราบลิ่มจะต้องเลื่อนไปทางขวาเป็นระยะทาง 5 หน่วยพอดี นั่นคือ

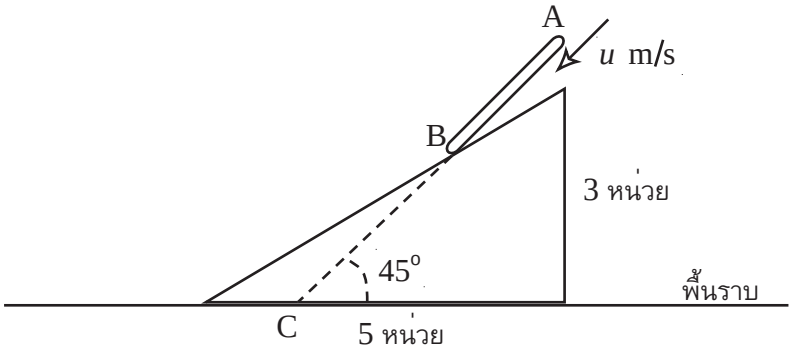
ปลาย B เคลื่อนลง 3 หน่วย ลิ่มเลื่อนไปทางขวา 5 หน่วย ในเวลาเดียวกัน

ปลาย B เคลื่อนลง 1 หน่วย ลิ่มเลื่อนไปทางขวา $\frac{5}{3}$ หน่วย ในเวลาเดียวกัน

ปลาย B เคลื่อนลง u หน่วย ลิ่มเลื่อนไปทางขวา $\frac{5}{3}u$ หน่วย ในเวลาเดียวกัน

ดังนั้นถ้าปลาย B เคลื่อนที่ลงเร็ว u m/s ลิ่มก็จะเคลื่อนไปทางขวาเร็ว $\frac{5}{3}$ m/s

ข้อ 8



สมมติว่าเราดัน AB ลงมาในแนว ABC โดยตั้งต้นเมื่อ B อยู่ที่จุดยอดบนสุดของลิ่ม เมื่อ B ลงถึงจุด C ที่พื้นนั้น B จะได้เคลื่อนที่ไปเป็นระยะทาง $\sqrt{3^2+3^2}=3\sqrt{2}$ หน่วย และลิ่มจะต้องเลื่อนไปทางขวาเป็นระยะทาง $(5-3)$ หน่วย $=2$ หน่วย

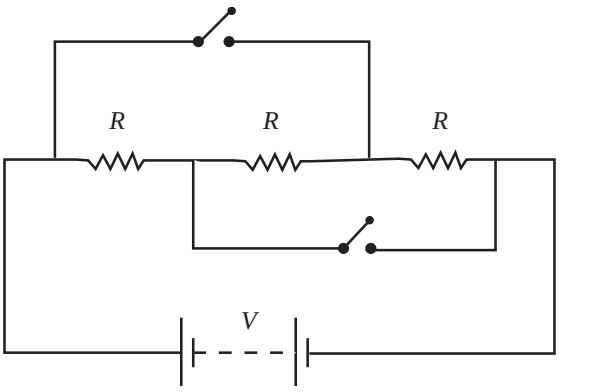
นั่นคือ ปลาย B เคลื่อนที่ได้ $3\sqrt{2}$ หน่วย ลิ่มเคลื่อนที่ได้ 2 หน่วย ในเวลาเดียวกัน

หรือ ปลาย B เคลื่อนที่ได้ 1 หน่วย ลิ่มเคลื่อนที่ได้ $\frac{\sqrt{2}}{3}$ หน่วย ในเวลาเดียวกัน

ดังนั้น ถ้าปลาย B เคลื่อนที่ได้ u หน่วย ลิ่มจะเคลื่อนที่ได้ $\frac{\sqrt{2}}{3}u$ หน่วย ในเวลาเดียวกัน

แสดงว่าลิ่มเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยอัตราเร็ว $\frac{\sqrt{2}}{3}u$ m/s

ข้อ 9



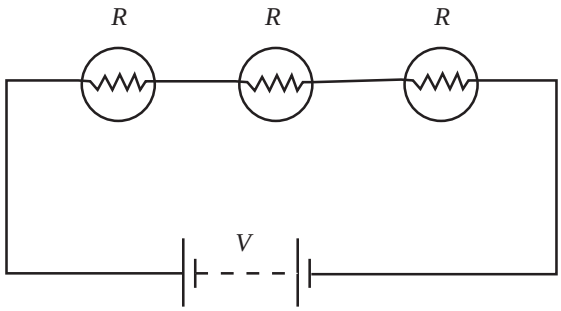
กรณีแรก เมื่อสวิทช์ทั้งสองยังอ้าอยู่ ตัวต้านทานทั้งสามจะต่อกันอยู่แบบอนุกรม วงจรมีความต้านทานสมมูลเป็น $3R$ และกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปในวงจรคือ $P_0=\frac{V^2}{3R}$

กรณีที่สอง เมื่อสวิทช์เพียงอันเดียวอ้าอยู่ อีกอันกดลง วงจรมีความต้านทานสมมูลเหลือเพียง R เท่านั้น และ กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปในวงจร คือ $P_1=\frac{V^2}{R}$

กรณีที่สาม เมื่อสวิทช์ทั้งคู่ถูกสับลง ตัวต้านทานทั้งสามจะต่อกันแบบขนานหมด (ลองวาดรูปดู) ในกรณีนี้วงจรมีความต้านทานสมมูล $R/3$ และกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปในวงจร คือ $P_3 = \dfrac{3V^2}{R}$

ดังนั้น $$P_0 : P_1 : P_2 = \frac{V^2}{3R} : \frac{V^2}{R} : \frac{3V^2}{R} = \frac{1}{3} : 1 : 3 = 1 : 3 : 9$$

ข้อ 10



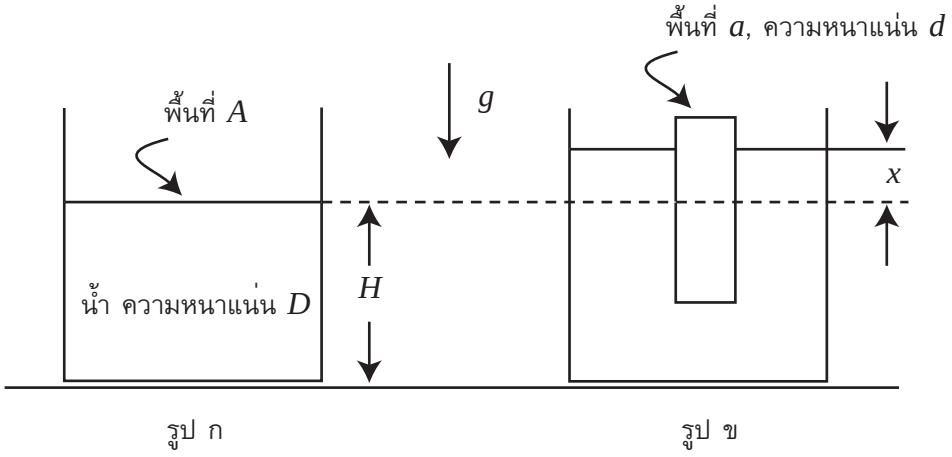
กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปในวงจรนี้คือ $\dfrac{V^2}{3R}$

กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปในแต่ละหลอดคือ $\dfrac{1}{3}\left(\dfrac{V^2}{3R}\right)$

แต่ถ้ามีหลอดไฟฟ้าเพียงหลอดเดียว กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียคือ $\dfrac{V^2}{R}$

ดังนั้น $$\frac{\text{กำลังไฟฟ้าสูญเสียในแต่ละหลอด}}{\text{กำลังไฟฟ้าสูญเสียในวงจรหลอดเดียว}} = \frac{\frac{1}{3}\left(V^2/3R\right)}{\left(V^2/R\right)} = \frac{1}{9}$$

ข้อที่ 11



รูป ก รูป ข

ให้ x เป็นระดับน้ำที่สูงขึ้นจากระดับเดิม (ดูรูป) ระดับน้ำเพิ่มขึ้นจากส่วนวัตถุที่จม วัตถุลอยนิ่งอยู่ได้เพราะแรงลอยตัวที่น้ำดันขึ้นมีขนาดเท่ากับน้ำหนักวัตถุ จากหลักแรงลอยตัว เรารู้ว่าแรงลอยตัวมี

ขนาดเท่ากับน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับส่วนของวัตถุที่จมในน้ำ ถ้าให้ V เป็นปริมาตรส่วนวัตถุที่จม เราจะได้ว่า

$$VDg = dahg \quad \Rightarrow \quad V = \frac{dah}{D}$$

แต่ ปริมาตรน้ำ + ปริมาตรส่วนของวัตถุที่จมในน้ำ = พื้นที่ตัดขวาง A × ความสูงใหม่ของน้ำ

ดังนั้น $$AH + V = A(H + x) \quad \Rightarrow \quad x = \frac{V}{A} = \frac{dah}{DA} \quad x = \frac{V}{A} = \frac{dah}{DA}$$

ข้อ 12

ปริมาณไอน้ำอิ่มตัวในห้องมีมวลเท่ากับ 100×100 กรัม

ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 60% จะมีปริมาณไอน้ำในห้องเป็น 6000 กรัม

ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 40% จะมีปริมาณไอน้ำในห้องเป็น 4000 กรัม

ดังนั้นถ้าจะลดความชื้นสัมพัทธ์ในห้องจาก 60% ลงเป็น 40%

จะต้องดูดไอน้ำออกเท่ากับ $(6000 - 4000)$ กรัม = 2.0 กิโลกรัม

ข้อ 13

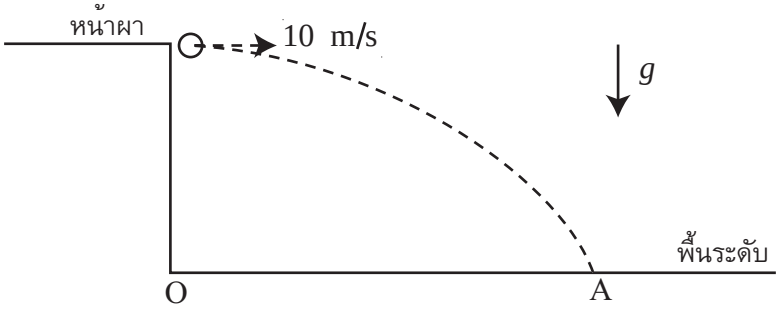
อุณหภูมิหนึ่งเมื่ออ่านเป็นเซลเซียสมีค่าเป็น $x\ ^\circ\text{C}$

และเมื่ออ่านค่าเป็นฟาเรนไฮต์ มีค่าเป็น $2x\ ^\circ\text{F}$

$x\ ^\circ\text{C}$ แปลงเป็นค่าในหน่วย $^\circ\text{F}$ จะได้ค่าเป็น $\left(\frac{9}{5}x + 32\right)^\circ\text{F}$

ดังนั้น $$2x = \left(\frac{9}{5}x + 32\right) \quad \Rightarrow \quad x = 160$$

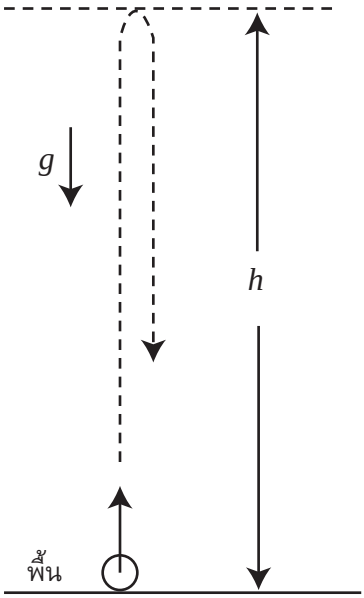
ข้อ 14



ความเร็วในแนวระดับของวัตถุมีค่าคงที่เพราะไม่มีแรงในแนวระดับกระทำต่อวัตถุตลอดทางจนกระทั่งตกกระทบพื้นระดับที่จุด A หลังจากถูกขว้างออกมาแล้ว 5.0 วินาที ดังนั้น

ระยะทาง $\text{OA} = 5.0\ \text{s} \times 10\,\text{m/s} = 50\ \text{m}$

ข้อ 15



โยนก้อนหินมวล m ขึ้นในแนวดิ่งด้วยพลังงานจลน์เริ่มต้นเท่ากับ E_k ก้อนหินจะขึ้นไปได้สูงสุด h ซึ่งหาค่าได้โดยใช้หลักอนุรักษ์พลังงานที่ว่า "ที่ความสูงใด ๆ นั้น พลังงานศักย์ (PE) กับพลังงานจลน์ (KE) ของก้อนหินรวมกันต้องมีค่าเท่ากับค่าคงที่" นั่นคือ $mgh = E_k$ โดยที่เราเลือกให้พลังงานศักย์โน้มถ่วง (PE) ที่ระดับพื้นมีค่าเป็นศูนย์ ทำให้ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ E_k และใช้ความจริงที่ว่า ที่จุดสูงสุดพลังงานจลน์ (KE) มีค่าเป็นศูนย์ สังเกตว่า $mg\left(\frac{2}{3}h\right) = \frac{2}{3}E_k$ บ่งว่าที่ความสูง $\frac{2}{3}h$ จากพื้นนั้นก้อนหินมีพลังงานศักย์เป็น $\frac{2}{3}E_k$ ใช้หลักอนุรักษ์พลังงานอีกครั้งหนึ่ง

$$\text{PE} + \text{KE} = E_k \text{ ที่ความสูง } h \text{ ใด ๆ}$$

เราจะได้ว่า
$$\text{PE}\left(\text{ที่ } \frac{2}{3}h \text{ จากพื้น}\right) + \text{KE}\left(\text{ที่ } \frac{2}{3}h \text{ จากพื้น}\right) = E_k$$
$$\frac{2}{3}E_k + \text{KE}\left(\text{ที่ } \frac{2}{3}h \text{ จากพื้น}\right) = E_k$$
ดังนั้น
$$\text{KE}\left(\text{ที่ } \frac{2}{3}h \text{ จากพื้น}\right) = \frac{1}{3}E_k$$

ข้อ 16

สมมุติว่าเมื่อให้ความร้อน Q กับวัตถุ A อุณหภูมิของ A เพิ่มขึ้น x หน่วย โดยนิยามของความจุความร้อนจำเพาะ เราได้ว่า $m_A s_A x = Q$ โดยที่ s_A คือความจุความร้อนจำเพาะของวัตถุ A

เมื่อให้ความร้อนปริมาณ Q เดียวกันนี้กับวัตถุ B พบว่าอุณหภูมิของ B เพิ่มขึ้นจากเดิม y หน่วย ดังนั้น $m_B s_B y = Q$ โดยที่ s_B คือความจุความร้อนจำเพาะของวัตถุ B เมื่อเขียนมวลและความจุความร้อนจำเพาะของวัตถุ B ในรูปของปริมาณที่สมนัยกันของวัตถุ A เราจะ ได้ว่า

$$am_A bs_A y = Q$$

$$\therefore\ y = \frac{1}{ab}\frac{Q}{m_A s_A} = \frac{x}{ab} \text{ หน่วย}$$