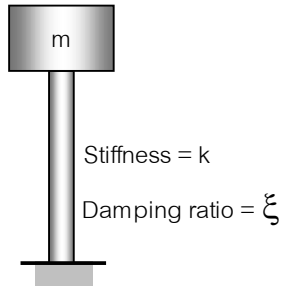


- ข้อ 1 โครงสร้างข้างล่างนี้ ถูกทดสอบโดยใช้แรง $P = 200$ kN ดึง ทำให้จุดศูนย์กลางของถังน้ำ เคลื่อนที่ไป 5 mm หลังจากนั้นจึงปล่อยให้โครงสร้างสั่นไปตามธรรมชาติ เมื่อเวลาผ่านไป 10 วินาที โครงสร้างสั่นไปครบ 8 รอบ และขนาด (Amplitude) ของการสั่นลดลงเหลือ 3 mm



ให้คำนวณหา

- ก) มวล m
 ข) Damping ratio ξ
 ค) Damping c

$$k = 200 / 5 \times 10^{-3} = 40000 \text{ kN/m}$$

$$T = 10 / 8 = 1.25 \text{ sec}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \text{ดังนั้น} \quad m = \left(\frac{T}{2\pi} \right)^2 k \quad \text{ได้} \quad m = 1583 \text{ tons} \quad \text{ตอบ ก}$$

$$\text{จาก} \quad \ln \left(\frac{v_n}{v_{n+m}} \right) = \frac{2m\pi\xi}{\sqrt{1-\xi^2}} \quad \text{โดย} \quad v_n = 5 \text{ mm}$$

$$v_{n+m} = 3 \text{ mm}$$

$$m = 8 \text{ รอบ}$$

สำหรับกรณีที่ $\xi \ll 1$, ประมาณได้เป็น

$$\ln \left(\frac{5}{3} \right) = 2 \cdot 8 \pi \xi \quad \text{ได้} \quad \xi = 0.0102 \quad \text{ตอบ ข}$$

$$\text{จาก} \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 5.03 \text{ rad/sec}$$

$$\text{ค่า Damping:} \quad c = 2m\omega\xi = 2 \times 1583 \times 5.03 \times 0.0102 = 161.7 \text{ kN}\cdot\text{s/m} \quad \text{ตอบ ค}$$

ข้อ 2 แม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งที่มี

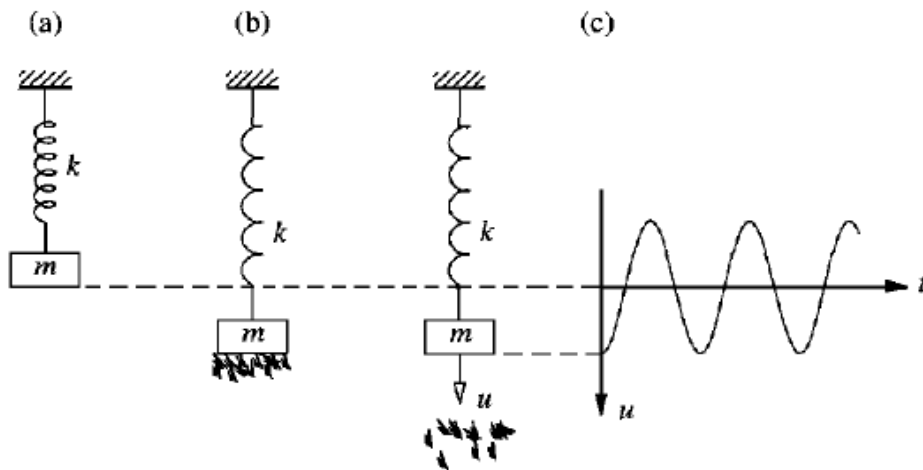
มวล $m = 100 \text{ kg}$ และมีค่าStiffness $k = 10 \text{ N/mm}$

แต่ไม่มี Damping (Undamped) ใช้พลังแม่เหล็กยก

เศษเหล็กที่มีมวล $M = 200 \text{ kg}$

เมื่อยกจนอยู่นิ่งแล้วก็ตัดกระแสไฟฟ้าเพื่อปล่อยเศษเหล็กลงไป

ให้หาค่าการเคลื่อนที่และความเร็วที่เวลา 10 วินาที



สภาพเริ่มต้น

การเคลื่อนที่ $v(0) = 200 \text{ mm}$ และความเร็ว $\dot{v}(0) = 0 \text{ in/sec}$

ให้หาค่าการเคลื่อนที่ ที่เวลา 1 และ 2 วินาที

- หาค่า Circular natural frequency: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 10.00 \text{ rad/s}$

- หาค่าคาบของการสั่น: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0.63 \text{ s}$

- สมการการเคลื่อนที่แบบ Undamped free vibration: $v(t) = v(0) \cos \omega t + \frac{\dot{v}(0)}{\omega} \sin \omega t$

- หาค่าการเคลื่อนที่และความเร็วที่เวลา 10 s

การเคลื่อนที่ $v(10) = 172.5 \text{ mm}$ } ตอบ

ความเร็ว $\dot{v}(10) = 1012.73 \text{ mm/s}$ } $\dot{v} = -\omega v(0) \sin \omega t$

- ข้อ 3 ระบบโครงสร้างซึ่งมีค่า Damping ratio (ξ) = 0.005
 เมื่อปล่อยให้เคลื่อนที่แบบอิสระ (Free vibration) โดยให้มีการเคลื่อนที่เริ่มต้น (Initial displacement)
 แต่ความเร็วเริ่มต้น (Initial velocity) เป็นศูนย์ ให้คำนวณหาจำนวนรอบของการสั่น
 ที่ทำให้ Amplitude การสั่นลดลงเหลือ 25 % ของค่าเริ่มต้น

- จากค่า Logarithmic decrement $\ln \frac{v_n}{v_{n+m}} = \frac{2m\pi\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}$

$\frac{v_0}{v_m} =$	4	ดังนั้น	$m =$	44.1 รอบ	<u>ตอบ</u>
		หรือประมาณ		44.0 รอบ	

ข้อ 4 พิจารณาระบบ Single degree of freedom (SDOF) ระบบหนึ่งที่มี

มวล $m = 5 \text{ kips-s}^2/\text{in}$

Stiffness $k = 80 \text{ kips/in}$

แต่ไม่มี Damping (Undamped) ถ้าทำให้ระบบสั่นแบบ Free vibration โดยเริ่มจากสภาพที่

การเคลื่อนที่ $v(0) = 2.0 \text{ in}$

และความเร็ว $\dot{v}(0) = 4.0 \text{ in/sec}$

ให้หาค่าการเคลื่อนที่ ที่เวลา 1 และ 2 วินาที

- หาค่า Circular natural frequency: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 4.00 \text{ rad/s}$

- หาค่าคาบของการสั่น: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 1.57 \text{ s}$

- สมการการเคลื่อนที่แบบ Undamped free vibration: $v(t) = v(0) \cos \omega t + \frac{\dot{v}(0)}{\omega} \sin \omega t$

- หาค่าการเคลื่อนที่ ที่เวลา 1 และ 2 วินาที

ที่เวลา	1 s -->	$v(1)$	-2.06 in	} <u>ตอบ</u>
ที่เวลา	2 s -->	$v(2)$	0.70 in	

- ข้อ 5 ระบบโครงสร้างหนึ่งประกอบด้วยมวล m และความแข็งเกร็ง (Stiffness) k แต่ไม่มี Damping ใช้เครื่องมือทดสอบที่ให้แรงแบบ Harmonic แก่โครงสร้างแล้วได้ผลดังนี้
- ที่ความถี่ของการกระตุ้น 10 Hz เกิด Resonance
 - เมื่อเพิ่มก้อนน้ำหนักที่มีมวล 18 kg เข้าไปแล้วให้แรงแบบ Harmonic กระตุ้นอีกครั้งหนึ่ง Resonance จะเกิดขึ้นที่ความถี่การกระตุ้น 5 Hz
- ให้หาค่า m และ k

ที่ความถี่ธรรมชาติ 1; $f_{N1} = 10 \text{ Hz}$

เพิ่มมวล $\Delta m = 18 \text{ kg}$

ที่ความถี่ธรรมชาติ 2; $f_{N2} = 5 \text{ Hz}$

$$\sqrt{\frac{k}{m}} = 2\pi \cdot f_{N1}$$

และ

$$\sqrt{\frac{k}{m + \Delta m}} = 2\pi \cdot f_{N2}$$

$$\frac{m + \Delta m}{m} = \left(\frac{f_{N1}}{f_{N2}} \right)^2 \quad \text{ได้}$$

$$m = \frac{\Delta m}{\left[\left(\frac{f_{N1}}{f_{N2}} \right)^2 - 1 \right]}$$

มวล $m = 6.00 \text{ kg}$ ตอบ

ความแข็งเกร็ง $k = (2\pi \cdot f_{N1})^2 \cdot m = 23687 \text{ N/m}$ ตอบ