เฉลยและแนวตอบการประเมินผลหลังเรียน

1. ข้อ 3 จากสมการ 1.3 $A = |20^2 + (-15)^2|^{\frac{1}{2}} = 25$
2. ข้อ 4 จากหัวข้อหน่วยเอสไอรากฐาน
3. ข้อ 4 $1\ km = 10^3\ m$, $1m = 10^3\ mm$ เพราะฉะนั้น $1\ km = 10^6\ mm$.
4. ข้อ 1 เพราะว่าลูกบอลทั้งสองมีความเร็วต้นในแนวดิ่งเท่ากับศูนย์ ดังนั้นเวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มเคลื่อนที่จนตกถึงพื้นมีค่าเท่ากันคือ $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$
5. ข้อ 3 จากสมการ 2.4 ความเร่งเฉลี่ย คือ การเปลี่ยนแปลงความเร็วต่ออันตรภาคเวลา
6. ข้อ 4 จากสมการ 2.15 $a = \frac{2x}{t^2} = \frac{2\times 265}{(25)^2} = 2\ m/s^2$

   จากสมการ 2.14 $v = 0 + (2)25 = 50\ m/s$
7. ข้อ 3 จากสมการ 2.18 $s_1 = y_1 - 0 = |0 - \frac{1}{2}g(1)^2| - 0 = -\frac{1}{2}g$

   $$s_2 = y_2 - y_1 = -\frac{1}{2}g(2)^2 - (-\frac{1}{2}g) = -\frac{3}{2}g$$

   $s_2/s_1 = -\frac{3}{2}g/(-\frac{1}{2}g) = 3$
8. ข้อ 3 ที่บริเวณใกล้ผิวโลกเราถือว่า $g = 9.81\ m/s^2$ เป็นค่าคงตัว
9. ข้อ 4 ที่ตำแหน่งสูงสุดของโปรเจกไตล์ ความเร็วในแนวดิ่งเท่ากับศูนย์ มีเฉพาะความเร็วในแนวนอนซึ่งตั้งได้ฉากกับทิศทางของความเร่งแห่งความโน้มถ่วงของโลกซึ่งมีทิศเข้าสู่จุดศูนย์กลางของโลก
10. ข้อ 3 จากสมการ 2.39 และ $\sin(2\times 35°) = \sin 70°$

    $\sin(2\times 55°) = \sin 110° = \sin 70°$ (ดูรูป 2.10)
11. ข้อ 2 จากสมการ 2.31 $v_{0y} = 0, t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$ ดังนั้น t ขึ้นอยู่กับ H
12. ข้อ 3 จากสมการ 2.42 ถ้ารถแล่นสวนกัน $|\vec{v}_A - \vec{v}_B| \cong |v_A + v_B|$ เวลา = ระยะทาง/อัตราเร็ว ดังนั้น เวลาเป็นสัดส่วนกับ $\frac{\perp}{|v_A + v_B|}$
13. ข้อ 2 จากสมการ 2.3 $v = \frac{dx}{dt} = 12t^2 - 10t$

    ที่ $t = 2s$ $v = (12)(2)^2 - (10)(2) = 28\ m/s$
14. ข้อ 3 จากสมการ 2.5 ถ้า v มีค่าคงตัว $a = \frac{dv}{dt} = 0$ ดังนั้น $F = ma = 0$

15. ข้อ 3 แท่งสี่เหลี่ยมวางอยู่บนระนาบเอียง น้ำหนักของแท่งสี่เหลี่ยม mg สามารถแยกออกได้เป็น 2 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบลงตามระนาบเอียง มีค่า $mg \sin\theta$ และองค์ประกอบที่ตั้งฉากกับระนาบเอียงมีค่า $mg \cos\theta$ ซึ่งเท่ากับแรงปฏิกิริยาตั้งฉาก (ดูรูป 3.10)

16. ข้อ 3 จากตาราง 3.1 จะเห็นว่า ความเร็วสูงขึ้นแรงเสียดทานจะน้อยลง

17. ข้อ 1 ระบบอยู่ในสภาพสมดุล $a = 0$

แรงที่ทำกับ $M_2 : M_2g - T = 0$

$$T = M_2g = 5g \text{ N}$$

18. ข้อ 4 (ดูตัวอย่าง 3.15)

19. ข้อ 3 (ดูตัวอย่าง 3.20)

$$70\text{N} = m(g+a) \text{ N}$$

$$= 14\,m \text{ N}$$

$$m = 5 \text{ kg}$$

20. ข้อ 3 จากหลักการคงตัวของพลังงาน สมการ 4.26 $E_i = E_f$

$$\frac{1}{2}mv_i^2 + mgy_i = \frac{1}{2}mv_f^2 + mgy_f;\ y_i = 0, v_f = 0, v_i = \theta$$

$$yf = \frac{v_i^2}{2g} = \frac{v^2}{2g}$$

21. ข้อ 3 จากสมการ 2.16 สำหรับการเคลื่อนที่เมื่อมีความหน่วงมีค่าคงตัว $v^2 = v_0^2 - 2ax$, $v = 0, x = \frac{v_0^2}{2a}$ เพราะฉะนั้น $x \sim v_0^2$

22. ข้อ 3 จากสมการ 4.26 (ไม่มีพลังงานสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทาน) อัตราเร็วของมวลทั้งสองก่อนถึงพื้นมีค่าเท่ากันคือ $v = [2Hg]^{1/2}$ สำหรับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ลงตามระนาบเอียง หาได้จากสมการ 2.14 $t = \frac{v}{a}$ ซึ่ง $a_1 = g \sin 30°, a_2 = g \sin 45°$ (ดูตัวอย่าง 3.13) $a_1 < a_2$ ดังนั้น $t_1 > t_2$

23. ข้อ 3 จาก $\vec{p} = m\vec{v}$ (ดูสมการ 3.1) และจากสมการ 2.17 $v_y = v_{0y} - gt = -gt + v_{0y}$ ซึ่งเป็นสมการเส้นตรง ความชันมีค่าเท่ากับ $(-g)$ เส้นตรงนี้ตัดแกน y ที่ v_{0y}

24. ข้อ 3 ความเร่งมีค่าคงตัว คือ $a = -g$

25. ข้อ 1 จากสมการ 4.32 $E_p = mgh = mgy$

จากสมการ 2.18 $y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$

เพราะฉะนั้น $E_p = -(\frac{1}{2}mg^2)t^2 + mg\,v_{0y}t$

ได้กราฟพาราโบลาคว่ำ

26. ข้อ 3 จากสมการ 4.11 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_y^2$

จากสมการ 2.17 $v_y = v_{0y} - gt, E_k = (\frac{1}{2}mg^2) + t^2 - mgv_{0y}t + \frac{1}{2}mv_{0y}^2$

ซึ่งจะได้กราฟพาราโบลาหงาย

27. ข้อ 3 นำคำตอบข้อ 25 และข้อ 26 มาบวกกัน $E = E_k + E_p = \frac{1}{2}mv_{0y}^2$ = ค่าคงตัว

28. ข้อ 2 จากสมการ 5.12 $\mu = \frac{m_1m_2}{m_1+m_2} = \frac{m}{2} = 0.8368 \times 10^{-27}$ kg

29. ข้อ 1 จากโจทย์ สมมติให้มวลแต่ละส่วน = m, M = 3m และให้ $\vec{p}_1 = mv\hat{i}, \vec{p}_2 = mv\hat{j}$

$\hat{j}$

จากหลักการคงตัวของโมเมนตัม สมการ 5.24

$0 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3$ หรือ $\vec{p}_3 = -mv\hat{i} - mv\hat{j}$

$p_3 = m(\sqrt{2}v) = mv_3$

30. ข้อ 3 จากสมการ 5.16; $\vec{I} = \Delta\vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i$ เมื่อไม่มีการสูญเสียพลังงานจลน์ $p_i = p_f$ ในกรณีนี้ $\vec{p}_i = mv(-\hat{j})$ และ $\vec{p}_f = mv\hat{j}$ เพราะฉะนั้น $\vec{I} = 2mv\hat{i} = 6$ kg·m/s ทิศขึ้น

31. ข้อ 3 การดลมีหน่วยเหมือนโมเมนตัมเชิงเส้นคือ mass·length/time

32. ข้อ 4 การชนที่ไม่มีแรงภายนอกกระทำ หลักการคงตัวของโมเมนตัมเป็นจริง จากสมการ 5.24 $P_i = P_f$ ให้ $m_1 = 1$kg, $M_2 = 2$ kg, $\vec{v}_{1i} = 2\hat{i}$ m/s, $\vec{v}_{2i} = 0$, การชนเป็นแบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์ $v_{2f} = v_{1f} = v_f$ สมการของโมเมนตัมคือ

$$m_1v_{1i} + 0 = (m_1 + m_2)v_f$$

$$\vec{v}_f = \frac{2}{3}\hat{i}\ \text{m/s}$$

$E_{ki} = \frac{1}{2}m_1v_{1i}^2 = 2J$

$E_{kf} = \frac{1}{2}(m_1+m_2)v_f^2 = \frac{2}{3}J < 2J$

33. ข้อ 2 จากสมการ 6.10 : $a_T \sim r$

34. ข้อ 3 จากสมการ 6.11 $\theta = 10$ เรเดียน, 1 รอบ $= 2\pi$ เรเดียน

เพราะฉะนั้นจำนวนรอบ $= \frac{10}{2\pi} = \frac{5}{\pi}$

35. ข้อ 3 จากโจทย์และสมการ 6.16: $\theta_1 = 0 + \frac{1}{2}\alpha(2)^2 = 2\alpha$ rad.

$\theta_2 = \frac{1}{2}\alpha(4)^2 - \frac{1}{2}\alpha(2)^2 = 6\alpha$ rad, $\theta_2/\theta_1 = 3$

36. ข้อ 2 กำหนดให้ระดับที่ผ่านจุด B เป็นระดับอ้างอิง $E_{P,B} = 0$ จากหลักการคงตัวของพลังงาน พลังงานรวมที่จุด A = จุด B

$mg(\frac{R}{2}) = \frac{1}{2}mv^2$ หรือ $\frac{mv^2}{R} = mg$

ที่จุด B สมการของแรงคือ (ดูตัวอย่าง 6.3) $T_B = mg + \frac{mv^2}{R} = 2mg$

37. ข้อ 4 (ดูตัวอย่าง 6.9)

38. ข้อ 4 จากโจทย์สมการของแรงคือ

$T = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$, $T_0 = m\omega_0^2 r$

$T = m(2\omega_0)^2(2r) = 8m\omega_0^2 r = 8T_0$

39. ข้อ 1 จากสมการ 6.31 : $g_1/g_2 = \left[\frac{GM_1}{r_1^2}\right] / \left[\frac{GM_2}{r_2^2}\right]$

$= \left[\frac{G\frac{4}{3}\pi M_1 r_1}{\frac{4}{3}\pi r_1^3}\right] / \left[\frac{G\frac{4}{3}\pi M_2 r_2}{\frac{4}{3}\pi r_2^3}\right]$

$= \rho_1 r_1/\rho_2 r_2$; $\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi r^3}$

$= r_1/r_2$ เพราะว่า $\rho_1 = \rho_2$

40. ข้อ 4 จากสมการ 6.38 $v_1/v_2 = [r_2/r_1]^{1/2}$

41. ข้อ 3 จากสมการ 6.31 : $g_x = G(\frac{1}{2}M_e)/(\frac{1}{2}R_e)^2$

$= 2GM_e/R_e^2 = 2g_e$

42. ข้อ 1 จากสมการ 6.43 $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$ ไม่ขึ้นกับ M

43. ข้อ 2 ดูรูป 2.8 และสมการ 6.21 ประกอบ

44. ข้อ 3 สำหรับการเลื่อนที่ $E_k = \frac{1}{2}mV_{cm}^2$ การหมุน $E_k = \frac{1}{2}I\omega^2$, $I = mR^2$,

$\omega = V_{cm}/R$ ดังนั้นสำหรับการหมุน $E_k = \frac{1}{2}(mR^2)(V_{cm}/R)^2 = \frac{1}{2}mV_{cm}^2$

45. ข้อ 1 (นักเรียนควรศึกษาเปรียบเทียบกับโจทย์แบบฝึกหัดบทที่ 6 ข้อ 25)

46. ข้อ 2 (ดูรูป 6.30 ประกอบ) ขนาดของโมเมนตัมเชิงเส้นไม่เปลี่ยนแปลงแต่ทิศเปลี่ยนแปลง

47. ข้อ 3 (ดูตัวอย่าง 6.26) สมการการเคลื่อนที่ของมวล M คือ $Mg - T = Ma$, $a = \alpha R$,

$$FR = I\alpha, F = \frac{I\alpha}{R}, Mg - \frac{I\alpha}{R} = M\alpha R \text{ หรือ } \alpha R = \frac{Mg}{[M + \frac{I}{R^2}]}; I_{\text{รอก}} = \frac{1}{2}MR^2$$

$$a = \alpha R = \frac{Mg}{[M + \frac{1}{2}\frac{MR^2}{R^2}]} = \frac{2}{3}g$$

48. ข้อ 4 สมมติว่าน้ำแข็งและสเก็ตไม่มีแรงเสียดทาน $L_i = L_f$

49. ข้อ 2 จากสมการ 4.11

50. ข้อ 1 จากสมการ 6.69 $E_k = \frac{1}{2}I_{cm}\omega^2 + \frac{1}{2}MV_{cm}^2, \omega = \frac{V_{cm}}{R}$

$$E_k = \frac{1}{2}\left[\frac{I_{cm}}{R^2} + M\right]V_{cm}^2, V_{cm}^2 = 2E_k \Big/ \left[\frac{I_{cm}}{R^2} + M\right]$$

$$\left[\frac{I_{cm}}{R^2} + M\right]_{\text{วงแหวน}} = 2M, \left[\frac{I_{cm}}{R_2} + M\right]_{\text{ทรงกระบอก}} = \frac{3}{2}M$$

51 – 53 (ดูตัวอย่าง 6.6)

51. ข้อ 3

52. ข้อ 2

53. ข้อ 1

54. ข้อ 2 เพราะ $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$ (สมการ 6.51)

55. ข้อ 2 จากตาราง 6.3 $I_{cm} = \frac{1}{12}ML^2$ ใช้ทฤษฎีบทแทนขนานสมการ 6.47 ได้

$$I = I_{cm} + Mh^2 = \frac{1}{12}ML^2 + M(\frac{L}{2})^2 = \frac{1}{3}ML^2$$

56. ข้อ 1 จากสมการ 7.9

57. ข้อ 3 จากสมการ 7.13

58. ข้อ 4 จากสมการ 7.15 $\omega = 2\pi f = 3\pi, f = 1.5$ Hz

59. ข้อ 2 จากสมการ 7.23 $v_{max} = A\omega = (2)(3\pi) = 6\pi$ cm/s

60. ข้อ 4 จากสมการ 7.23 ขนาดของ $A_{max} = A\omega^2 = (2)(3\pi)^2 = 18\pi^2$cm/s

61. ข้อ 1 จากสมการ 7.22 ความเร่งจะมีค่าสูงสุดเมื่อ $3\pi t = \frac{3\pi}{2}$; $t = \frac{1}{2}$s

62. ข้อ 3 จากสมการ 7.19 : $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1\text{-}5}s = \frac{2}{3}s$

เนื่องจากแอมปลิจูดเท่ากับ 2cm ใน 1 รอบ ($\frac{2}{3}$s) ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้เท่ากับ 2+2+2+2 = 8 cm และอีก $\frac{1}{3}$s (ครึ่งรอบ) เคลื่อนที่ได้อีก 4 cm รวมเป็น 12 cm

63. ข้อ 2 จากสมการ 7.28

64. ข้อ 1 จากสมการ 7.30c $f_A = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{M_A}}$

$f_B = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{M_B}}$; $f_A = 2f_B$

เพราะฉะนั้น $2 = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}}$ หรือ $M_A = M_B/4$

65. ข้อ 3 จากสมการ 7.43c : $\frac{f_2}{f_1} = \left[\frac{L_1}{L_2}\right]^{1/2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

66. ข้อ 2 จากสมการ 7.28 $k = \frac{F}{x} = \frac{15}{0.05} = 300$ N/m

67. ข้อ 3 จากสมการ 8.3 ความดันแปรผันตามความลึก ลึกมาความดันมาก

68. ข้อ 2 วัตถุลอยในของไหล สมการ 8.17

$V_{จม}/V_{ทั้งหมด} = \rho_x/\rho_f$ = ความถ่วงจำเพาะ

$\frac{3/4}{1}$ = ความถ่วงจำเพาะ = 3/4

69. ข้อ 2 $\frac{V}{V}_{\substack{จม \\ ทั้งหมด}} = \frac{0.8}{1.2} \times 100 = 67\%$

70. ข้อ 4 หลักของปาสคัล $P_1 = P_2$ (หัวข้อ 8.1.3)

71. ข้อ 2 ดูตัวอย่าง 8.5 จากรูป free body diagram

$T = w - B = 30 - (15 \times 10^{-14})(10^3)(10) = 15$ N

72. ข้อ 3 $S = W + w - T = W + B = 230 + 15 = 245$ N

73. ข้อ 3 ดูตัวอย่าง 8.8

74. ข้อ 2 ดูรูป 8.17 และคำอธิบาย

75. ข้อ 1 ดูรูป 8.18 และคำอธิบาย

76. ข้อ 3 ดูตัวอย่าง 8.6

77. ข้อ 3 ดูตัวอย่าง 8.6

78. ข้อ 1 จากสมการ 8.24 เราได้ $v_A < v_B$ และจากสมการ 8.33 :

$$P_A - P_B = \frac{1}{2}\rho(v_B^2 - v_A^2) > 0 \quad \text{นั่นคือ} \quad P_A > P_B$$

79. ข้อ 3 จากสมการ 8.14 : $W_a = W_r - B$

$$5\ N = 25\ N - B \qquad ; B = V\rho g$$

$$B = 20\ N\ ,\ V = \frac{20}{[10^3]\,[10]} = 2\times 10^{-3}\ m^3$$

$$\text{ถ.พ.} = \rho_x/\rho = \frac{[2.5/2\times 10^{-3}]}{10^3} = 1.25$$

80. ข้อ 2 จากสมการ 8.22 $\frac{h_2}{h_1} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{D_1}{D_2} = 2$

$$D_2 = D/2$$

81. ข้อ 2 เพราะว่าของแข็งมีการกระจัดของโมเลกุลน้อย

82. ข้อ 2 จากสมการ 9.10

83. ข้อ 4 จากหัวข้อ 9.11

84. ข้อ 1 ดูตัวอย่าง 9.6 ประกอบ สมมติให้อุณหภูมิสุดท้ายเท่ากับ t_f

ใช้ $Q_{gain} = Q_{lost}$

$$m_x c_x(t_f - t_{i,x}) = m_{น้ำ}(t_{i,น้ำ} - t_f)$$

$$t_f = \frac{m_{น้ำ}\, t_{i,น้ำ}}{[m_x c_x + m_{น้ำ}]}$$

เพราะว่า $[m_x c_x] > [m_x c_x]_{Cu}$

เพราะฉะนั้น $[t_f]_{Al} < [t_f]_{Cu}$

85. ข้อ 2 ดูหัวข้อ 9.3.2

86. ข้อ 4 ดูสมการ 9.40-9.43

87. ข้อ 2 จากกฎของบอยล์ สมการ 9.28 $V_2 = \frac{P_1}{P_2} \cdot V_1 = 1\ m^3$

88. ข้อ 4

89. ข้อ 4 จากสมการ 9.43 $P_A/P_B = M_A\sqrt{\frac{3RT}{M_A}} \,/\, M_B\sqrt{\frac{3RT}{M_B}}$

$$= \sqrt{\frac{M_A}{M_B}}$$

90. ข้อ 1 ระบบ isochonic process $\Delta V = 0, W = 0$

91. ข้อ 3 จากสมการ 9.44 และคำอธิบาย

92. ข้อ 2 จากสมการ 9.40 $E_{k,ave} \sim T$

93. ข้อ 1 จากสมการ 9.50 และ 9.51 เป็นความจุความร้อนโมลาร์ คือ ความจุความร้อนต่อโมล

94. ข้อ 4 จากสมการ 10.2 $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{T}{(M/L)}}$ ถ้าแรงตึงและมวลเพิ่มเป็น 2 เท่า v จะมีค่าคงเดิม

จากสมการ 10.40 หรือ 10.44 จะเห็นว่าถ้า T และ M เพิ่มเป็น 2 เท่า f_n จะมีค่าคงเดิม เพราะว่า $v = f\lambda$ เมื่อ v และ f มีค่าคงเดิม λ จะมีค่าคงเดิมด้วย

95. ข้อ 2 จากสมการ 10.1

96. ข้อ 1 จากสมการ 10.2 : $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{T}{(M/L)}}$

97. ข้อ 4 ดูรูป 10.11

98. ข้อ 3 ดูรูป 10.12 และคำอธิบาย

99. ข้อ 3 เมื่อนำไปเทียบกับส้อมเสียง A ให้เกิดบีตส์ เราจะสรุปได้เพียงว่า ส้อมเสียง X อาจจะมีความถี่ 85 Hz หรือไม่ก็ 95 Hz แต่เมื่อนำไปเทียบกับหลอดการสั่นพ้องเราได้ข้อสรุปว่า $\lambda_A > \lambda_X$ นั่นคือ $f_X > f_A$ ฉะนั้นคำตอบจึงได้ $f_X = 95$ Hz

100. ข้อ 4 จากสมการ 10.2 $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{0.8}{(0.6/12)}} = 4$ m/s

101. ข้อ 4 $t = s/v = 12/4 = 3$ s

102. ข้อ 3 สมการ 10.44 และคำอธิบาย

103. ข้อ 3 โดยเทียบกับรูปแบบของคลื่นที่เคลื่อนที่ไปทาง + $\hat{x}$ ($y = A\sin(2\pi ft - \frac{2\pi x}{\lambda})$ (สมการ 10.25)

104. ข้อ 4 ดูคำอธิบายข้อ 103

105. ข้อ 4 จากสมการ 10.59 : $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = \sqrt{\frac{300}{150}} = \sqrt{2}$

$\frac{v_2}{v_1} = \frac{f_2\lambda_2}{f_1\lambda_1} = \sqrt{2}$ แต่ $\lambda_1 = \lambda_2$ (ท่อเดียวกัน)

$f_2 = \sqrt{2}\, f_1 = (1.41)\,(100) = 141$ Hz

106. ข้อ 4 เปรียบเทียบรูปแบบสมการ 10.28 : $\lambda = 60$ m

107. ข้อ 3 $T = 0.02$ s ; $f = \frac{1}{T} = 50$ Hz

108. ข้อ 1 จากโจทย์ $\frac{\lambda}{2} = 20$ cm เกิดการสั่นพ้องครั้งแรกที่ $\frac{\lambda}{4} = 10$ cm

109. ข้อ 2 ดูตัวอย่าง 10.6

110. ข้อ 2 จากสมการ 10.75 $f' = \left(\frac{v \pm v_0}{v \pm v_s}\right) f$

ในที่นี้ $v = 331 + (0.6)(25) = 346$ m/s

$v_0 = 0$ $v_s = 10$ m/s

$f' = \left(\frac{346}{336}\right)(672) = 692$ Hz

เฉลยและแนวตอบการประเมินผลหลังเรียน

1. ข้อ 4 จากสมการ 1.3a ดังนั้น A = 5 B = 10, B - A = 5

2. ข้อ 3 จูลเป็นหน่วยเอสไออนุพันธ์

3. ข้อ 2 $v = 350 \frac{\text{เมตร}}{\text{วินาที}}$, $1\ m = 10^{-3}\ km$

$$1\ s = \frac{1}{3600}\ h$$

$$v = 350 \times 10^{-3} \times 3600\ km/h$$

$$= 1260\ km/h$$

4. ข้อ 2 จากสมการ 2.19 : $a = v_0/t$

จากสมการ 2.20 : $x = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2$

$$= v_0 t - \frac{1}{2} \left(\frac{v_0}{t} \right) t^2 = v_0/2$$

5. ข้อ 4

6. ข้อ 2 จากสมการ 2.24 : $v_{0y} = \sqrt{2gy} = \sqrt{(2)(10)(20)}$

$$= 20\ m/s$$

7. ข้อ 2 จากสมการ 2.23 : $T = 2t = 2 \frac{v_{0y}}{g} = 4\ s$

8. ข้อ 1 ที่หน้าต่างชั้น 3 แก้วมีความเร็วต้นเท่ากับศูนย์ แต่กระถางต้นไม้มีอัตราเร็วต้น $\neq 0$ เนื่องจากได้เคลื่อนที่มาแล้วช่วงหนึ่ง ดังนั้น กระถางต้นไม้จะตกถึงพื้นก่อนด้วยอัตราเร็วที่มากกว่าแก้ว

9. ข้อ 4 ที่จุดเริ่มต้นบนหน้าผา $\vec{v}_{01} = 10\hat{i}\ m/s$, $\vec{v}_{02} = 0$ เมื่อกระทบพื้น (ดูข้อ 6)

$\vec{v}_1 = 10\hat{i} - 20\hat{j}\ m/s$ $\vec{v}_2 = -20\hat{j}$

ดังนั้น $\Delta \vec{v}_1 = \vec{v}_1 - \vec{v}_{01} = [10\hat{i} - 20\hat{j}] - 20\hat{i} = -20\hat{j}\ m/s$

$\Delta \vec{v}_2 = \vec{v}_2 - \vec{v}_{02} = [-20\hat{j}] - 0 = -20\hat{j}\ m/s$

$\Delta \vec{v}_1 = \Delta \vec{v}_2$

10. ข้อ 2 ถ้าลูกปืนลูกที่หนึ่งยิงขึ้นในแนวดิ่งด้วยความเร็ว 10 m/s จะขึ้นได้สูงสุด $H = \frac{v^2}{2g} = 5\ m$ ซึ่งเท่ากับความสูงของโต๊ะพอดี ดังนั้น ขณะที่ลูกปืนลูกที่ 1 ถึงจุดสูงสุด เราจึงยิงลูกปืนลูกที่ 2 ซึ่งลูกปืนทั้งสองจะมีอัตราเร็วในการตกเท่ากัน ถ้าระยะห่างเพียง 2 เมตร ลูกปืนทั้งสองลูกจะชนกัน

11. ข้อ 3 จากสมการ 2.28 : $R = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\theta$ $\quad R = \frac{20^2(1)}{g} = 40\ m$

12. ข้อ 3 จากโจทย์ $\vec{v}_{เครื่องบิน} = 80\hat{j}$ km/h

$$\vec{v}_{ลม} = -\frac{80}{\sqrt{2}}[\hat{i}+\hat{j}]\ km/h$$

(หมายเหตุ : $\sin 45° = \cos 45° = \frac{1}{\sqrt{2}}$)

$$\vec{v} = \vec{v}_{เครื่องบิน} + \vec{v}_{ลม} = -\frac{80}{\sqrt{2}}\hat{i} + 80(1-\frac{1}{\sqrt{2}})\hat{j}\ km/h$$

$$v = \left[\left(-\frac{80}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left\{80\left(1-\frac{1}{\sqrt{2}}\right)\right\}^2\right]^{1/2} = 61.2\ km/h$$

$v < 80$ km/h

13. ข้อ 1 จากสมการ 2.18 : $a = \frac{d^2x}{dt^2}$; $x = 5t^3 - 12t^2 + 10$ m

$$\frac{dx}{dt} = 15t^2 - 24t\ ,\ a = \frac{d^2x}{dt^2} = 30t - 24$$

ที่ $t = 2$, $a = (30)(2) - (24) = 36\ m/s^2$

14. ข้อ 2 ดูตัวอย่าง 3.6 : $T = W - ma = m(g - 0.7g)$

$$= mg(0.3) < mg$$

15. ข้อ 4 ดูรูปที่ 3.12แรงลงตามระนาบเอียง $= mg\sin\theta$ ถ้าวัตถุยังไม่เคลื่อนที่ แรงลัพธ์ $= 0$ หรือ $mg\sin\theta = fs$ fs เป็นแรงเสียงทานสถิตกระทำกับแท่งสี่เหลี่ยมในแนวขึ้นตามระนาบเอียง

16. ข้อ 4 จากสมการ 3.11 : $N = mg - T\sin\theta$
และจากกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน $F = ma$ ได้

$$T\cos\theta - \mu(mg - T\sin\theta) = ma$$

$$a = \frac{1}{m}[T(\cos\theta + \mu\sin\theta) - \mu mg]$$

17. ข้อ 4 $\quad a = \left(\frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1}\right) g$

$$= \left(\frac{8-2}{8+2}\right) g = 6\ m/s$$

18. ข้อ 3 จากโจทย์ $F_{ลัพธ์} = 0$ นั่นคือ

$$mg\sin\theta - \mu\, mg\cos\theta = 0\ ,\ \mu = \tan\theta = \frac{0.6}{0.8} \quad \mu = 0.75$$

19. ข้อ 3 จากสมการ 4.34 : $W = \Delta E_k = \frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2$ จาก 0 เป็น 30 m/s คือ $W = \frac{1}{2} m(30)^2$ J $= 450m$ J จาก 30 m/s เป็น 60 m/s คือ $W = \frac{1}{2} m[(60)^2 - (30)^2] = 1350\ m$ J

20. ข้อ 3 จากสมการ 4.49 : $E_i = E_f$ กำหนดให้ระดับต่ำสุดเป็นระดับอ้างอิง $E_P = 0$ ดังนั้น

$$Mg\left(\frac{L}{4}\right) = \frac{1}{2} Mv^2,\ v = \sqrt{gL/2}$$

21. ข้อ 2 จากสมการ 4.61 : $W_g = -mgh = -mgL \sin\theta$

22. ข้อ 1 $W = -fL = -(\mu mg\cos\theta)L$

$= -(0.30)(1.5)(9.8)(\cos 25°)(1.0) = -4.0$ J

23. ข้อ 2 $W_{net} = W_g + W_f + W_F$

จากข้อ 21 : $W_g = -(1.5)(9.8)(1)(\sin 25°) = -6.2$ J

$W_F = FL = (15)(1) = 15$ J

$W_{net} = -6.2 - 4.0 + 15 = 4.8$ J

24. ข้อ 4

$T = W - ma$

$400 = 500 - 50a$

$a = 2\ m/s^2$

25. ข้อ 2 งานคือผลคูณระหว่างแรงกับระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ในแนวแรง

26. ข้อ 3 ดูรูป 4.14 และ 4.19

27. ข้อ 4 ดูหัวข้อ 4.8

28. ข้อ 3 การดลคือการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมเชิงเส้น จึงมีหน่วยเหมือนโมเมนตัม คือ kg.m/s

29. ข้อ 1

$p_i = p_f$

$o = m_1v_1 - m_2v_2$, m_2 = ปืน, m_1 = ลูกปืน

$m_1v_1 = m_2v_2$

$v_2 = \frac{m_1}{m_2} v_1 = \frac{0.002}{4} \times 200 = 0.1$ m/s

30. ข้อ 1 จากสมการ 5.42, 5.43 ถ้า $v_{2i} = 0$

$$v_{2f} = \frac{2m_1}{(m_2 + m_2)} v_{1i} = \frac{(2)(4)}{1+4}.10 = 16\ m/s$$

31. ข้อ 4 $\vec{I} = \Delta\vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i$; $\vec{p}_i = 0$

$p_f = I = 10$ kg.m/s

32. ข้อ 2 การชนเป็นแบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์

$E_f < E_i$

33. ข้อ 2 โลกหมุนรอบตัวเอง 1 รอบ (2π rad) ใช้เวลา 24 ชั่วโมง :

$$\omega = \frac{2\pi}{24} \text{ rad/h} = \frac{\pi}{12} \frac{\text{rad}}{\text{h}}$$

34. ข้อ 3

35. ข้อ 2 การเคลื่อนที่เป็นวงกลม รัศมีคงที่นั่นคือ $v_r = 0$

ความเร่งเชิงมุมคงที่ $\omega = \omega_0 + \alpha t \neq 0$

$v_t = \omega r \neq 0$

36. ข้อ 2 หา α จากสมการ 6.11: $0.7\omega = \omega_0 + \alpha(1)$; $t = 1s$

$$\alpha = 0.3\omega_0$$

เมื่อ $t = 2s : \omega = \omega_0 + (-0.3\omega_0)(2)$

$$= 0.4\omega_0$$

37. ข้อ 2 ดูเรื่องหลักการคงตัวของโมเมนตัมเชิงมุม

38. ข้อ 1 จากสมการ 6.11 และ 6.12 :

$$150 = \omega_0(2) + \frac{1}{2}\alpha(2)^2$$

$$100 = \omega_0 + \alpha(2)$$

$\omega_0 = 50$ rad/s $\alpha = 25$ rad/s^2

39. ข้อ 3 ดูข้อ 38

40. ข้อ 3 ดูตัวอย่าง 6.13 จะเห็นว่า $v = \sqrt{\mu r g}$ ไม่ขึ้นอยู่กับมวลของรถยนต์

41. ข้อ 4 จากสมการ 6.28

42. ข้อ 1 องค์ประกอบในแนวราบของแรงตึงในเส้นเชือกจะหักล้างกัน

43. ข้อ 4 ตอน 1 $\tau_1 = I_1\alpha_1 = (2MD^2)\alpha_1$

ตอน 2 $\tau_2 = I_2\alpha_2 = 2M(2D)^2\alpha_2$

$\tau_1 = \tau_2$ ดังนั้น $\alpha_2 = 4\alpha_1$

44. ข้อ 2 $g = \frac{GM}{R^2}$, $g_e = 9.81$ m/s^2 จะเห็นว่า ถ้า $M < M_2$ และ $R = R_e$ แล้ว $g < g_e$

45. ข้อ 1 ไม่มีองค์ประกอบในแนวนอน เพราะทั้ง T และ mg อยู่ในแนวดิ่ง

46. ข้อ 1 จากสมการ 6.62 $v_{cm} = \left[\frac{2gh}{1 + \frac{I_{cm}}{MR^2}}\right]^{1/2}$ และ

ตัวอย่าง 6.32 จะเห็นว่าทรงกระบอกตันมีอัตราเร็วกว่าทรงกระบอกกลวง ไม่ขึ้นอยู่กับมวล

47. ข้อ 2 แท่งสี่เหลี่ยมจะมีความเร่ง $a = g \sin\theta$

จากตัวอย่าง 6.32 ทรงกระบอกตัน $a = \frac{1}{2} g \sin\theta$

เมื่อวัตถุทั้งสองเรื่องที่ความสูงเท่ากัน และเริ่มจากภาวะอยู่นิ่งเช่นกัน แท่งสี่เหลี่ยมมีความเร่งมากกว่าจึงเคลื่อนที่ถึงพื้นก่อน

48. ข้อ 2 จากตัวอย่าง 6.31 : $a = \frac{5}{7} g \sin\theta$

$$s_1 = 0 + \frac{1}{2}\left(\frac{5}{7} g \sin\theta\right)(1)^2$$

$$s_2 = \frac{1}{2}\left(\frac{5}{7} g \sin\theta\right)(2)^2 - \frac{1}{2}\left(\frac{5}{7} g \sin\theta\right)(1)^2$$

$$= \frac{3}{2}\left(\frac{5}{7} g \sin\theta\right)$$

$$s_2/s_1 = 3 : 1$$

49. ข้อ 4 จาก $L = I\omega$

$\omega = V_{cm}/R$, $L = \frac{I}{R} V_{cm}$.....(A)

$I_{\text{ทรงกระบอกตัน}} = \frac{1}{2}MR^2$; $I_{\text{ทรงกระบอกกลวง}} = MR^2$

$I_{\text{ทรงกลม}} = \frac{2}{5}MR^2$ เมื่อแทนค่า I ลงในสมการ (A) จะเห็นว่า $L \sim R$

50. ข้อ 1 จาก $E_k = \frac{1}{2}\left[\frac{I_{cm}}{R^2} + M\right] V_{cm}^2$

จากข้อ 49. $E_{k,\text{ทรงกระบอกตัน}} = \frac{3}{4} MV_{cm}^2$

$E_{k,\text{ทรงกระบอกกลวง}} = MV_{cm}^2$

$E_{k,\text{ทรงกลม}} = \frac{7}{10} MV_{cm}^2$

51. ข้อ 4. จาก $\tan\theta = \frac{v^2}{rg} = \frac{(10)}{(100)(10)} = 0.1$

52. ข้อ 4

53. ข้อ 3 ใช้ทฤษฎีบทแกนตั้งฉาก (ดูตัวอย่าง 6.21)

54. ข้อ 2 $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v^2}{rg}\right)$

$= \tan^{-1}\left(\frac{40^2}{250\times 10}\right)$

$\cong 33°$

55. ข้อ 3 สมการของแรง $T\cos\theta = mg$

$T = \frac{mg}{\cos\theta} \cong 6\ N$

56. ข้อ 1 จาก $\Delta L = \frac{L_0F_n}{YA}$

จากโจทย์ลวด A และ B มี L_0, F_n, Y เท่ากัน แต่พื้นที่ (πR^2) ของลวด A เป็น 4 เท่าของของลวด B ดังนั้น $\Delta L_A = \frac{1}{4}\Delta L_B$

57. ข้อ 4 โดยพิจารณาจากสมการ 7.14

58. ข้อ 2 จากสมการ 7.17 $B = -\frac{dP}{\frac{dV}{V}}$

$B_A > B_B$ นั่นคือ $\left[\frac{dV}{V}\right]_A < \left[\frac{dV}{V}\right]_B$

จาก $\rho = \frac{M}{V}, d\rho = \frac{M}{V}\frac{dV}{V} = -\rho\frac{dV}{V}$

เพราะฉะนั้น $\left[d\rho\right]_B > \left[d\rho\right]_A$

59. ข้อ 1 จัดสมการให้อยู่ในฟอร์ม $y = A\sin\frac{2\pi t}{T}$ ได้ $T = 2\ s$

60. ข้อ 3 พลังงานรวมจะเท่ากับพลังงานศักย์สูงสุด

$E = \frac{1}{2}kA^2$ แต่ $\frac{k}{m} = \omega^2$

$E = \frac{1}{2}m4\pi^2A^2f^2 = 4\pi^2f^2$

$E \sim f^2$

61. ข้อ 3 จากสมการ 7.49, 7.50, 7.51 ได้ ω, T และ f มีค่าเท่ากัน

A มีพลังงานมากกว่า B เพราะจากสมการ 7.56 จะเห็นว่า $E \sim$ มวล

62. ข้อ 3 ลูกตุ้มทั้งสองมีพลังงานเท่ากัน นั่นคือ การแกว่งถึงระดับสูงสุดจะมีค่าเท่ากับ h เท่ากัน ดูรูป 7.12 ประกอบ

$h_A = L_A(1-\cos\theta_A)$ $\quad h_B = L_B(1-\cos\theta_B)$

$L_A = 2L_B$, $h_A = h_B$

$2(1-\cos\theta_A) = (1-\cos\theta_B)$

เพราะฉะนั้น $(1-\cos\theta_B) > (1-\cos\theta_A)$

$$\cos\theta_B < \cos\theta_A$$

เนื่องจาก $0 < \theta_A, \theta_B < \frac{\pi}{2}$

ดังนั้น $\theta_B > \theta_A$ (แอมปลิจูด B มากกว่า A)

63. ข้อ 4

64. ข้อ 3 จาก $E = \frac{1}{2}kA^2$ ไม่ขึ้นกับมวล

65. ข้อ 2 จาก $L = \frac{T^2}{4\pi^2}.g$

$= 9.8/\pi^2$ m

66. ข้อ 3 สมการ 7.93 และคำอธิบาย

67. ข้อ 4 จากโจทย์ $\rho_{\text{ของเหลว}} = \frac{240}{40} = 6\ \text{g/cm}^3$

$\rho_{\text{ของแข็ง}} = \frac{7.5}{2.5} = 3\ \text{g/cm}^3$

เพราะฉะนั้นของแข็งลอย $\frac{1}{2}$ ส่วน

68. ข้อ 2

69. ข้อ 2 $F = \left[\rho g \frac{H}{2}\right]\left[LH\right]$

$= (10^3)(10)(\frac{30}{2})(80)(30)$

$= 36 \times 10^7$ N

70. ข้อ 2 จากสมการ 8.12 $W_a = W_r - B ; B = V\rho_l$

$= 620 - (27 \times 10^{-3})(10^3)(10)$

$= 350$ N

71. ข้อ 3 ดูหัวข้อ 8.1.7

72. ข้อ 4 ดูหัวข้อ 8.1.7

73. ข้อ 3 ในตอนแรกปริมาณของน้ำที่ถูกแทนที่คือ ปริมาณน้ำที่มีมวลเท่ากับไม้ + ปริมาณน้ำที่มีปริมาตรของตะกั่ว ในตอนที่สองปริมาณน้ำที่จะถูกแทนที่คือ ปริมาณของน้ำที่มีมวลเท่ากับมวลของไม้ + มวลตะกั่ว ซึ่งจะมีปริมาณมากกว่าตอนแรก ดังนั้นจึงมีน้ำบางส่วนล้นออกมา

74. ข้อ 4 ดูสมการ 8.22 และคำอธิบาย

75. ข้อ 2 จากกฎของสโตกส์

แรงเนื่องจากความหนืด $F = 6\pi r\eta v$

อัตราเร็วสุดท้าย (v_t) เป็นอัตราเร็วสูงสุดของการเคลื่อนที่

$F_{max} = 6\pi r\eta v_t$ ซึ่งกระทำหลังจาก 100 เมตรแรก ดังนั้นงานที่ทำโดยแรงเสียดทานในช่วง 100 เมตรแรก จึงมีค่าน้อยกว่าในช่วง 100 เมตรต่อมา

76. ข้อ 4 ที่ระดับความลึกเท่ากับความดันจะเท่ากัน

77. ข้อ 2 เมื่อลอยในเจ้าพระยา $B = (1)(1.015 \times 10^3)(10)$

$= 10{,}150$ N

ลูกเรือ 20 คน มีน้ำหนัก $= 20 \times 50 \times 10 = 10{,}000$ N

ดังนั้นเรือแคนนูหนัก 150 N

เมื่อลอยในทะเลที่พัทยา $B = (1)(1.215 \times 10^3)(10)$

$= 12{,}150$ N

หักน้ำหนักของเรือออก 150 N เหลือ 12,000 N

จึงบรรทุกลูกเรือได้ 12,000/500 = 24 คน

78. ข้อ 3 ดูหัวข้อ 8.1.3

79. ข้อ 4 จากสมการ 8.17 $F = \frac{\pi}{\pi}\left(\frac{5}{1}\right)^2.100 = 2500$ N

80. ข้อ 3

$$\text{แรงยก} = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)A = \frac{1}{2}\rho(v_2 + v_1)(v_2 - v_1)A$$

$$= \frac{1}{2}(1)(400)(10)(200) = 4\times10^5\ \text{N}$$

81. ข้อ 4 จาก $\left[\frac{\Delta Q}{\Delta t}\right]_A \Big/ \left[\frac{\Delta Q}{\Delta t}\right]_B = k_A A_A / k_B A_B$

$$\frac{k_A A_A}{k_B A_B} = 1, k_A = \frac{A_B}{A_A} k_B ; R_A = 2R_B$$

$$= \frac{1}{4} k_B$$

82. ข้อ 3 จากสมการ 9.19 : $\left[\frac{\Delta Q}{\Delta t}\right]_1 \Big/ \left[\frac{\Delta Q}{\Delta t}\right]_2 = \left[\frac{A_1}{L_1}\right] \Big/ \left[\frac{A_2}{L_2}\right]$

$$\frac{A_1 L_2}{A_2 L_1} = 1, L_1/L_2 = \frac{A_1}{A_2} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$$

83. ข้อ 2 ใช้ $Q_{gain} = Q_{lost}$ ให้อุณหภูมิสุดท้ายเป็น t_f

$$m_{\text{น้ำ}} = m_{\text{น้ำแข็ง}} = m$$

$$mL + mt_f + m(100 - t_f) ; L = 80\ \text{cal/g}$$

$$2mt_f = 100m - mL$$

$$t_f = \frac{20}{2} = 10°C$$

84. ข้อ 3 ดูกฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์

85. ข้อ 2 จากสมการ 9.16 $R \sim T^4$

86. ข้อ 3 จากสมการ 9.22 $\frac{PV}{T} = \text{const}$

$$\frac{P(2V)}{(2T)} = \frac{PV}{T} = \text{const.}$$

87. ข้อ 3 จากสมการ 9.22 $V_2 = \frac{P_1 V_1}{T_1} \cdot \frac{T_2}{P_2}$

$$= \frac{P_1 V_1}{T_1} \cdot \frac{(2T_1)}{(2P_1)} = V_1$$

88. ข้อ 1 สำหรับกระบวนการอุณหภูมิคงที่ สมการ 9.38

$$W = -nRT\ln(V_f/V_i)$$

$$= -(1\text{mol})(8.31\text{J/mol.K})(273\text{K})\ln(\tfrac{10}{3})$$

$$= -2.73 \times 10^3\ \text{J}$$

89. ข้อ 3 จากสมการ 9.31 : $v_{rms} \sim \sqrt{T}$

$$v_{rms,\,527^\circ C} = \sqrt{\frac{273+527}{273-73}} \cdot v_{rms,\,-73^\circ C}$$

$$= 800\ \text{m/s}$$

90. ข้อ 2 ดูกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์

91. ข้อ 3 ดูหัวข้อ 9.3.3

92. ข้อ 1 จาก $dS = \frac{dQ}{T}$

$$= \frac{mL}{273\text{K}}$$

$$= \frac{(6\ \text{kg})(80\times 4.18\times 10^3\ \text{J/kg})}{273\text{K}}$$

$$= 7.33\times 10^3\ \text{J/K}$$

93. ข้อ 1

94. ข้อ 3 จากโจทย์ คาบ $T = 0.2$ s

$$f = \frac{1}{T} = 5\ \text{Hz}$$

95. ข้อ 1 จาก $f_n = \frac{n}{2l}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$

เพราะฉะนั้นความถี่ทุก ๆ ฮาร์โมนิกมีค่าเพิ่มขึ้น

96. ข้อ 4 จาก $f_1 = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{(M/L)}}$

97. ข้อ 1 ดูรูปที่ 10.19 : $f_3 = 3\left(\frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{\mu}}\right) = 3f_1$

98. ข้อ 2 จากโจทย์แสดงว่า $f_A < f_B$ เมื่อเพิ่มความตึงความถี่จะเพิ่มตามสมการ 10.37

99. ข้อ 1 เขียนตามรูปแบบ

$$x = A\sin(\omega t + \alpha)$$

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}, \; T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$T = \frac{2\pi}{100} = 0.063 \text{ s}$$

100. ข้อ 2 $x(t=0) = 2\sin\frac{\pi}{6} = 1 \text{ m}$

101. ข้อ 3

$$v = 200\cos(100t + \frac{\pi}{6})$$

$$v(t = 0) = 200\cos\frac{\pi}{6} = 173.2 \text{ m/s}$$

102. ข้อ 1 หยุด หมายถึง $v = 0 = 200\cos(100t + \frac{\pi}{6})$

นั่นคือ $100t + \frac{\pi}{6} = \pi/2$

$$t = \frac{\pi}{300} = 0.01 \text{ s}$$

103. ข้อ 2 จุดสมดุล หมายถึง $x = 0 = 2\sin(100t + \frac{\pi}{6})$

นั่นคือ $100t + \frac{\pi}{6} = \pi$

$$t = \frac{5\pi}{600} = 0.026 \text{ s}$$

104. ข้อ 3 สมการ 10.64

105. ข้อ 2 จากโจทย์ และสมการ 10.72

$$f_A = \left[\frac{v}{v - \frac{1}{2}v}\right] . 400 = 800 \text{ Hz} > f$$

$$f_B = \left[\frac{v + \frac{1}{2}v}{v}\right] . 400 = 600 \text{ Hz} < f$$

$$f_B < f_A$$

106. ข้อ 4 ดูรูป 10.22 และสมการ 10.47

107. ข้อ 3 ดูตัวอย่าง 10.13

108. ข้อ 2 จาก $v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$; $v \sim \frac{1}{\sqrt{M}}$

109. ข้อ 3 จาก $v = 331 + (0.6)(25) = 346$ m/s

$$\lambda = \frac{540}{346} = 1.56 \text{ m} = 156 \text{ cm}$$

การเกิดการสั่นพ้องในหลอดการสั่นพ้องจะเกิดที่ตำแหน่ง $\frac{\lambda}{4}$, $\frac{3\lambda}{4}$, $\frac{5\lambda}{4}$, ... ซึ่งก็คือ

19 cm, 57 cm, 95 cm วัดจากปากหลอด

110. ข้อ 3 ดูเรื่องความเข้ม ความดัง คุณภาพ และระดับเสียง