เฉลย แบบฝึกหัด

วิชา สนามแม่เหล็กไฟฟ้า

สารบัญ

หน้า

เฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 2 3
เฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 3 4
เฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 4 6
เฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 5 7
เฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 6 8
เฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 7 9
เฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 8 10
เฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 9 11

เฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 2

1. **เฉลย:** (ก) $3\vec{a}_x + 4\vec{a}_y - 3\vec{a}_z$ (ข) $-2\vec{a}_x + 2\vec{a}_y - 3\vec{a}_z$

   (ค) $-\vec{a}_x + 8\vec{a}_y - 9\vec{a}_z$ (ง) 3.74

   (จ) $0.41\vec{a}_x + 0.41\vec{a}_y - 0.82\vec{a}_z$

2. **เฉลย:** (ก) $8\vec{a}_x - 3\vec{a}_y - 3\vec{a}_z$ (ข) 8.54

   (ค) ± 0.4 (ง) $0.86\vec{a}_x + 0.64\vec{a}_y + 1.64\vec{a}_z$

3. **เฉลย:** $\vec{a}_c = \pm\left(\frac{3}{7}\vec{a}_x - \frac{2}{7}\vec{a}_y + \frac{6}{7}\vec{a}_z\right)$

4. **เฉลย:** $U_x = -\frac{69}{44}, V_y = -\frac{27}{22}, W_z = -\frac{97}{22}$

5. **เฉลย:** (ก) 74.06

   (ข) $-5\vec{a}_r$ (หรือ $-5\vec{a}_y$)

   (ค) 15.02°

6. **เฉลย:** (ก) $\vec{A} = \frac{1}{\sqrt{x^2+y^2}}\left[(xyz - 3xy)\vec{a}_x + \left(y^2z + 3x^2\right)\vec{a}_y + xy\vec{a}_z\right]$

   (ข) $\vec{B} = \frac{1}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}\left\{\begin{array}{l}\left[x\left(x^2+y^2+z^2\right) - y\right]\vec{a}_x + \left[y\left(x^2+y^2+z^2\right) + x\right]\vec{a}_y \\ +z\left(x^2+y^2+z^2\right)\vec{a}_z\end{array}\right\}$

7. **เฉลย:** $\vec{B} = -2\vec{a}_x + \vec{a}_y$, $\vec{B} = 2.47\vec{a}_r + \vec{a}_\phi + 1.17\vec{a}_z$

8. **เฉลย:** (ก) $P\left(5.74, 150.5^\circ, 45^\circ\right)$

   (ข) $Q\left(3.6, 123.7^\circ, 180^\circ\right)$, $\left|\overrightarrow{PQ}\right| = 6.164$

9. **เฉลย:** (ก) $\overrightarrow{P_1P_2} = -0.13\vec{a}_x - 1.23\vec{a}_y - 2\vec{a}_z$

   (ข) 2.35

   (ค) 2.35

   (ง) $\vec{a}_{P_1P_2} = -0.057\vec{a}_x - 0.524\vec{a}_y - 0.85\vec{a}_z$,

เฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 3

1. **เฉลย:** (ก) -3.46 nC

   (ข) -18.7 nC

2. **เฉลย:** (ก) $F_P = -2QQ' \big/ \left(4\pi\varepsilon_0 a^2\right)$

   (ข) $-0.9571Q$ C

3. **เฉลย:** 7.619 μC

4. **เฉลย:** (ก) 0.5 C

   (ข) 1.206 μC

   (ค) 157.9 nC

5. **เฉลย:** 35.6 V

6. **เฉลย:** (ก) $V = \dfrac{\rho_s}{2\varepsilon_0}\left[\sqrt{z^2+a^2} - |z|\right]$

   (ข) $\vec{E} = \dfrac{\rho_s}{2\varepsilon_0}\left[1 - \dfrac{z}{\sqrt{z^2+a^2}}\right]\vec{a}_z, \quad z > 0$

   (ค) $\vec{E} = -\dfrac{\rho_s}{2\varepsilon_0}\left[1 + \dfrac{z}{\sqrt{z^2+a^2}}\right]\vec{a}_z, \quad z < 0$

7. **เฉลย:** (ก) $\vec{E} = \dfrac{\rho_s}{\pi\varepsilon_0}\tan^{-1}\left[\dfrac{ab}{h\sqrt{a^2+b^2+h^2}}\right]\vec{a}_z$

   (ข) 0.4 mC

   (ค) $31.61\vec{a}_z\ \mu\text{C/m}$

8. **เฉลย:** (ก) = (ข) = (ค) $= -3\ \mu$J

9. **เฉลย:** (ก) $-2x\vec{a}_x - 4y\vec{a}_y - 8z\vec{a}_z$

   (ข) $-\left(x\vec{a}_x + y\vec{a}_y + z\vec{a}_z\right)\cos\sqrt{x^2+y^2+z^2}$

   (ค) $-2r(z+1)\sin\phi\vec{a}_r - r(z+1)\cos\phi\vec{a}_\phi - r^2\sin\phi\vec{a}_z$

   (ง) $e^{-r}\sin\theta\cos 2\phi\vec{a}_r - \dfrac{e^{-r}}{r}\cos\theta\cos 2\phi\vec{a}_\theta + \dfrac{2e^{-r}}{r}\sin 2\phi\vec{a}_\phi$

10. **เฉลย:** (ก) $\vec{E} = \left(2\rho_0/15\varepsilon_0 r^2\right)\vec{a}_r$ และ $V = 2\rho_0/15\varepsilon_0 r$

(ข) $\vec{E} = \dfrac{\rho_0}{\varepsilon_0}\left(\dfrac{a^2 r}{3} - \dfrac{r^3}{5}\right)\vec{a}_r$ และ $V = \dfrac{\rho_0}{\varepsilon_0}\left(\dfrac{r^4}{20} - \dfrac{a^2 r^2}{6}\right) + \dfrac{2\rho_0}{15\varepsilon_0} + \dfrac{7\rho_0 a^4}{60\varepsilon_0}$

(ค) $Q = 8\pi\rho_0/15$

11. **เฉลย:** 3.34 V

12. **เฉลย:** 0.166 m

13. **เฉลย:** 344.97 V

14. **เฉลย:** $\left(\dfrac{a\sqrt{2}}{\sqrt{2}-1}, 0, 0\right)$, จริง

เฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 4

1. **เฉลย:** $I = 23.11a^2$

2. **เฉลย:** (ก) $428\ \mu\text{A}$

   (ข) $-5.67\ \ \text{nC/m}^3$

3. **เฉลย:** (ก) $8.854\times10^{-10}\ \ \text{C/m}^2$

   (ข) $\vec{E} = 0,\quad V = V_n = 10\ \text{V}$

4. **เฉลย:** (ก) $3.6\times10^{-18}\vec{a}_x$

   (ข) 1.0407

5. **เฉลย:** (ก) $12.73z\vec{a}_z\ \ \text{nC/m}^2$ และ $12.73\ \text{nC/m}^3$

   (ข) $73427z\vec{a}_z\ \ \text{nC/m}^2$ และ $-7.427\ \text{nC/m}^3$

6. **เฉลย:** (ก) $-1.061\vec{a}_x + 1.768\vec{a}_y + 1.547\vec{a}_z\ \text{nC/m}^2$

   (ข) $0.7958\vec{a}_x + 1.326\vec{a}_y + 1.161\vec{a}_z\ \ \text{nC/m}^2$

   (ค) 39.79°

7. **เฉลย:** (ก) $26.53\vec{a}_r + 66.31\vec{a}_\phi - 53.05\vec{a}_z\ \text{nC/m}^2$ และ $-26.53/r\ \ \text{nC/m}^3$

   (ข) $5\vec{a}_r + 5\vec{a}_\phi - 4\vec{a}_z\ \text{kV/m}$ และ

   $110.52\vec{a}_r + 110.52\vec{a}_\phi - 88.42\vec{a}_z\ \text{nC/m}^2$

8. **เฉลย:** (ก) 13.28 nF

   (ข) 2,000 V

   (ค) $V_{\max} = 300\ \text{V}$ โดย $C = 13.28\ \text{nF}$ ไม่เปลี่ยนแปลง

9. **เฉลย:** $137.8\ \ \text{pF/m}$

10. **เฉลย:** $3.05\times10^{-8}\ \text{J}$

11. **เฉลย:** 110 kV

เฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 5

3. **เฉลย:** (ก) ไม่สอดคล้อง

(ข) สอดคล้อง

(ค) ไม่สอดคล้อง

(ง) สอดคล้อง

4. **เฉลย:** (ก) 252 kV

(ข) $-25\times10^{3}\vec{a}_z$

(ค) $-332\times10^{-9}\vec{a}_z$

(ง) $\pm332\times10^{-9}$

5. **เฉลย:** (ก) 36.91 V

(ข) $9.102\times10^{3}\vec{a}_r$

(ค) $161\times10^{-9}\vec{a}_r$

(ง) $\rho_s\left(r=5\text{ mm}\right)=322\times10^{-9}$ และ $\rho_s\left(r=15\text{ mm}\right)=-107.33\times10^{-9}$

6. **เฉลย:** (ก) $-\left(10.53/r\right)+105.3$

(ข) $-\left(10.53/r^2\right)\vec{a}_r$

(ค) $-\left(9.32\times10^{-11}/r^2\right)\vec{a}_r$

7. **เฉลย:** (ก) $-\left(100/r\right)+150$

(ข) $-\left(100/r^2\right)\vec{a}_r$

9. **เฉลย:** $\left|\vec{E}\right|=\dfrac{-Q}{\pi\varepsilon a^2}\left[\dfrac{1}{26\sqrt{13}}-\dfrac{1}{7\sqrt{7}}+\dfrac{1}{2}\right]$

เฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 6

1. **เฉลย:** (ก) 0

   (ข) 0

   (ค) $\vec{a}_r K \cot\theta - 2\vec{a}_\theta$

   (ง) $\vec{a}_z (10x - 20y)$

2. **เฉลย:** 169.6 nA

5. **เฉลย:** $\Psi_m = 9.73\ \text{Wb}$

6. **เฉลย:** $\Psi_m = 2\pi k r_0\ \text{Wb}$

7. **เฉลย:** $\vec{B} = \dfrac{\mu_0 I d}{2\pi\left(b^2 - a^2\right)}\vec{a}_y$

8. **เฉลย:** $\phi = 3.68\ \text{mWb}$

เฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 7

1. **เฉลย:** (ก) $10\vec{a}_x - 30\vec{a}_y + 80\vec{a}_z$ (ข) $4\vec{a}_x - 12\vec{a}_y + 2\vec{a}_z$

   (ค) $14\vec{a}_x - 42\vec{a}_y + 82\vec{a}_z$

2. **เฉลย:** (ก) $\vec{a}_y$ mN/m (แรงผลัก)

   (ข) $-\vec{a}_y$ mN/m (แรงผลัก)

   (ค) $0.72\vec{a}_x + 0.96\vec{a}_y$ mN/m (แรงผลัก)

   (ง) $-3.28\vec{a}_x + 0.96\vec{a}_y$ mN/m (แรงดูด)

3. **เฉลย:** (ก) แรงผลรวมมีค่าเท่ากับศูนย์

   (ข) $\vec{T} = Ib_1b_2\left(B_y\vec{a}_x - B_x\vec{a}_y\right)$ N-m

4. **เฉลย:** -15.59 mJ

5. **เฉลย:** $1.949\vec{a}_x$ mN/m

6. **เฉลย:** (ก) $0.0314\vec{a}_z$ A-m

   (ข) $69.44\vec{a}_r + 49.1\vec{a}_\theta$ μA/m

   (ค) $1.571\vec{a}_r + 0.7853\vec{a}_\theta$ pWb/m^2

7. **เฉลย:** (ก) 3

   (ข) $398\vec{a}_x - 995\vec{a}_y + 796\vec{a}_z$

   (ค) $1.19\vec{a}_x - 2.98\vec{a}_y + 2.39\vec{a}_z$ kA/m

   (ง) 4.475 J/m^3

8. **เฉลย:** (ก) $12\vec{a}_r - 6\vec{a}_\phi + 7\vec{a}_z$ kA/m

   (ข) $15.1\vec{a}_r - 22.6\vec{a}_\phi + 26.4\vec{a}_z$ mWb/m^2

   (ค) $\theta_1 = 37.53^\circ$ หรือ $\theta_2 = 66.55^\circ$

9. **เฉลย:** (ก) $20\vec{a}_x + 50\vec{a}_y - 15\vec{a}_z$ mWb/m^2

   (ข) 0.6324 (ค) 2

10. **เฉลย:** $\phi_c = \left(\mathscr{R}_2N_1I_1 - \mathscr{R}_1N_2I_2\right)\Big/\left(\mathscr{R}_1\mathscr{R}_2 + \mathscr{R}_1\mathscr{R}_3 + \mathscr{R}_2\mathscr{R}_3\right)$

12. **เฉลย:** $[\,L_{21} = \dfrac{\mu_0\sqrt{3}}{2\pi}\left[(d+b)\ln\left(1+\dfrac{b}{d}\right) - b\right]$ [H]$]$

เฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 8

1. **เฉลย:** $\mathscr{V}_{emf} = 0.4738\sin(377t)$ V

2. **เฉลย:** $V_{emf} = -54$ V

3. **เฉลย:** (ก) 0.75 mA

   (ข) $27.85\cos(120\pi t - 0.3)$ mA

4. **เฉลย:** $V_{emf} = (-\partial\Psi_m/\partial\rho_v)(\partial\rho_v/\partial t)$

5. **เฉลย:** ที่จุด A จะเป็นศักย์สูงและมีค่าเท่ากับ $V_{emf} = 9.888\ \mu V$

6. **เฉลย:** (ก) $4\cos 10^7 t$ nA/m^2

   (ข) $-8.842\sin 10^7 t$ nA/m^2

7. **เฉลย:** (ก) $-\vec{a}_y 2\beta\sin(10^6 t + \beta x)$

   (ข) $\vec{a}_y 2\beta\times 10^6\cos(10^6 t + \beta x)$

   (ค) 4.714×10^{-3} rad/m

8. **เฉลย:** (ก) $-\vec{a}_z(60/\mu_0\omega)\cos(2x)\cos(kz - \omega t)$

   (ข) $-\vec{a}_y(30\varepsilon_0\omega)\sin(2x)\cos(kz - \omega t)$

9. **เฉลย:** (ก) 0.833 rad/m

   (ข) $\vec{a}_y 100.5\sin(\beta x)\sin(\omega t)$

10. **เฉลย:** (ก) $-je^{-j2z}\vec{a}_x$ (ข) $15e^{-y(2+j)}\vec{a}_z$

    (ค) $5\vec{a}_y + j8e^{-jx}\vec{a}_z$ (ง) $(10/r)e^{-j3z}\vec{a}_\phi$

11. **เฉลย:** (ก) $5\cos(\omega t + 70^\circ)\vec{a}_x - 5x\cos(\omega t + 53.13^\circ)\vec{a}_y$

    (ข) $10\cos(\omega t - kz)\vec{a}_x - 5\sin(\omega t + kz + (\pi/4))\vec{a}_y$

    (ค) $2\sin x\sin(\omega t - 3x) + e^{3x}\cos(\omega t - 4x)$

12. **เฉลย:** (ก) $\beta = 0.025$ rad/m

    (ข) $\eta \simeq 377\ \Omega$

13. **เฉลย:** (ก) $\beta = 70\pi$ rad/m

    (ข) $\overrightarrow{\mathscr{H}} = \vec{a}_y 252\cos(70\pi z)\cos(21\times 10^9\pi t)\ \mu$A/m

เฉลยแบบฝึกหัดบทที่ 9

1. **เฉลย:** (ก) $0.667\ \text{rad/m}$ และ $9.425\ \text{m}$

   (ข) $3.927\ \text{ns}$

2. **เฉลย:** (ก) $1.374\ \text{rad/m}$ (ข) 0.5154

   (ค) $177.72\angle 13.63^\circ\ \Omega$ (ง) $7.278\times 10^7\ \text{m/s}$

   (จ) $2.817e^{-z/3}\sin\left(10^8 t-\beta z-13.63^\circ\right)\vec{a}_y\ \text{mA/m}$

3. **เฉลย:** (ก) ไปตามแนวแกน -z (ข) 3.142 m, 15.92 MHz, 36

   (ค) $0.7958\sin\left(10^8 t+2z\right)\vec{a}_x\ \text{A/m}$

4. **เฉลย:** (ก) $2.787\vec{a}_z\ \text{V/m}$ (ข) $8.325\ \text{mm}$

   (ค) $542\ \text{mm}$ (ง) $-4.71\vec{a}_x\ \text{mA/m}$

5. **เฉลย:** (ก) 14.59 และ $98.7\ \Omega$ (ข) $81\vec{a}_x\ \text{mW/m}^2$

   (ค) $742.5\ \mu\text{W}$

6. **เฉลย:** (ก) 0 (ข) $59.22\ \text{mW}$

7. **เฉลย:** (ก) $(-10/3)\eta_0\cos\left(10^8 t+z/3\right)\vec{a}_y\ \text{mV/m}$ และ

   $(-10/3)\cos\left(10^8 t+z/3\right)\vec{a}_x\ \text{mA/m}$

   (ข) $(-40/3)\eta_0\cos\left(10^8 t-4z/3\right)\vec{a}_y\ \text{mV/m}$ และ

   $(20/3)\cos\left(10^8 t-4z/3\right)\vec{a}_x\ \text{mA/m}$ โดย $\eta_1=\eta_0=120\pi$

8. **เฉลย:** (ก) $-(1/4\pi)\sin(\omega t-\beta z)\vec{a}_x+(1/3\pi)\cos(\omega t-\beta z)\vec{a}_y\ \text{mA/m}$

   (ข) $-40\cos(\omega t+\beta z)\vec{a}_x-30\sin(\omega t+\beta z)\vec{a}_y\ \text{V/m}$ และ

   $(1/3\pi)\cos(\omega t+\beta z)\vec{a}_y-(1/4\pi)\sin(\omega t+\beta z)\vec{a}_x\ \text{A/m}$

   (ค) $\vec{\mathscr{E}}_1=\vec{\mathscr{E}}_i+\vec{\mathscr{E}}_r$ และ $\vec{\mathscr{H}}_1=\vec{\mathscr{H}}_i+\vec{\mathscr{H}}_r$ คือคลื่นนิ่ง

   (ง) 0 เพราะกำลังไฟฟ้าทั้งหมดสะท้อนกลับ

9. **เฉลย:** (ก) 53.13°

   (ข) $\vec{\mathscr{E}}_r=-3.112\cos\left(15\times 10^8 t-4x+3z\right)\vec{a}_y\ \text{V/m}$

   (ค) $\vec{\mathscr{H}}_t=\left(-17.69\vec{a}_x+10.37\vec{a}_z\right)\cos\left(15\times 10^8 t-4x-6.819z\right)\ \text{mA/m}$