1) $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{r^2}$, para $r > R$

logo, para obter o potencial integra-se E

$$V(r) = -\int_{\infty}^{R} E\,dr$$

$$V(r) = -\int_{\infty}^{R} \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}\,dr$$

$$-\frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \int_{\infty}^{R} \frac{1}{r^2}\,dr$$

$$-\frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \left(-\frac{1}{r} \Big|_{\infty}^{R} \right.$$

$$-\frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \left(-\frac{1}{R} - \cancel{\frac{1}{\infty}}^{0} \right)$$

$$\boxed{\frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{R}} \;//$$

no interior do condutor, o campo elétrico é nulo. $E = 0$. Como $E = -\frac{dV}{dr}$, isso implica que V é constante.
O valor desse potencial constante é o mesmo da superfície, logo

$$V(r) = V(R) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{R} \;//$$

2) $(x, y) = (2, 1)$
$V(x, y) = -\alpha(x^2 + y)y$

O campo elétrico E é o gradiente negativo do potencial elétrico:

$$E = -\nabla V$$

$$\nabla V = \left(\frac{\partial V}{\partial x}, \frac{\partial V}{\partial y} \right)$$

$$V(x,y) = -\alpha x^2 y - y^2\alpha$$

$$\frac{\partial V}{\partial x} = -2\alpha x y$$

$$\frac{\partial V}{\partial y} = -\alpha x^2 - 2y\alpha$$

$$E_x = 2\alpha x y \qquad E_y = \alpha(x^2 + 2y)$$

substituindo $x = 2$ e $y = 1$

$$E_x = 4\alpha \qquad E_y = 6\alpha$$

O módulo é dado por:

$$|E| = \sqrt{(4\alpha)^2 + (6\alpha)^2}$$

$$|E| = \sqrt{16\alpha^2 + 36\alpha^2}$$

$$|E| = \sqrt{52\alpha^2}$$

$$|E| = |\alpha|\sqrt{52} = 2\sqrt{13}\,|\alpha| \;//$$

3) A capacitância de placas paralelas é calculado por: $C = \frac{\varepsilon A}{d}$

$$C_1 = \frac{K\varepsilon_0 A}{d/3} = \frac{3K\varepsilon_0 A}{d}$$

$$C_2 = \frac{\varepsilon_0 A}{\frac{2d}{3}} = \frac{3\varepsilon_0 A}{2d}$$

A capacitância equivalente C é dada pela associação em série: $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

substituindo os valores:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{\frac{3K\varepsilon_0 A}{d}} + \frac{1}{\frac{3\varepsilon_0 A}{2d}}$$

$$\frac{1}{C} = \frac{d}{3K\varepsilon_0 A} + \frac{2d}{3\varepsilon_0 A}$$

$$\frac{1}{C} = \frac{d}{3\varepsilon_0 A}\left(\frac{1}{K} + 2\right)$$

$$C = \frac{3\varepsilon_0 A}{d} \cdot \frac{1}{\frac{1}{K} + 2}$$ logo, $$\boxed{C = \frac{3\varepsilon_0 A}{d\left(\frac{1}{K} + 2\right)}}$$

4) . Capacitores C_1 estão em série

$$C_{eq_1} = \frac{C_1}{2} = \frac{10\mu F}{2} = 5\mu F.$$

Capacitância equivalente total:

$$C_{eq_2} = C_{eq_1} + C_3 = 5\mu F + 2\mu F = 7\mu F.$$

Capacitância total do circuito é:

$$C_{total} = \frac{C_2\, C_{eq_2}}{C_2 + C_{eq_2}} = \frac{(5\mu F)(7\mu F)}{5\mu F + 7\mu F} = \frac{35}{12}\mu F \simeq 2{,}92\mu F.$$

Assim, a diferença de potencial é:

$$Q = C_{TOTAL} V$$
$$10\mu C = (2{,}92\,\mu F)\cdot V$$
$$V = \frac{10}{2{,}92} \approx 3{,}42V.$$

C_2 é $Q = 10\mu C$, como $Q = C_2 V_2$, temos

$$V_2 = \frac{Q}{C_2} = \frac{10\mu C}{5\mu F} = 2V_{//}$$