CUANDO $z = z_0$ (LARGO NATURAL DEL RESORTE):

$$\boxed{P_{g_1} = P_0 + \frac{m_p g}{A}}$$

(P_{g1} sería la presión inicial del gas)

↳ en la solución lo llaman P_0.

CUANDO $z \neq z_0$:

$$\boxed{P_g = \underbrace{P_0 + \frac{m_p g}{A}}_{P_{g_1}} + \frac{k}{A}(z - z_0)}$$

$$\Rightarrow \boxed{P_g = P_{g1} + \frac{k}{A}(z - z_0)}$$

$$(z - z_0)\frac{A}{A} = \frac{zA - z_0 A}{A} = \frac{(V - V_0)}{A}$$

$$\Rightarrow P_g = P_{g1} + \frac{k}{A}\frac{(V - V_0)}{A}$$

$$\Rightarrow W = -\int_{V_0}^{V_f} P_g \, dV = -\left[P_{g1} V + \frac{k}{2A}\frac{V^2}{A} - \frac{k}{A}\frac{V_0 V}{A}\right]\Bigg|_{V_0}^{V_f}$$

$$= -\left[(V_f - V_0)\left(P_{g1} - \frac{kV_0}{A^2}\right) + \frac{k}{2A^2}(V_f^2 - V_0^2)\right]$$

Si $V_f = 2V_0$ $(z = 2z_0)$:

$$\Rightarrow W = -\left[V_0\left(P_{g1} - \frac{kV_0}{A^2}\right) + \frac{k}{2A^2}(3V_0^2)\right]$$

$(V_0 = z_0 A)$:

$$W = -\left[z_0 A\left(P_{g1} - \frac{k z_0}{A}\right) + \frac{3k}{2} z_0^2\right]$$

$$W = +z_0^2 k - \frac{3k}{2} z_0^2 - z_0 A P_{g1} = -\frac{1}{2} k z_0^2 - z_0 A P_{g1}$$