sP1: Sobre la partícula actuan tres fuerzas: $\vec{N} = N\hat{j}$, peso$=-mg\hat{j}$ y $\vec{T} = T(\hat{j}\sin\alpha - \hat{\imath}\cos\alpha)$. Puesto que el punto B tiene coordenada $y = v_0 t = D\sin\alpha$, entonces la coordenada x de P es $x = sqrt D^2 - v_0^2 t^2$ y de ahí que la velocidad y la aceleración sean $v = -v_0^2 t/\sqrt{D^2 - v_0^2 t^2}$ y $a = -v_0^2 D^2/(D^2 - v_0^2 t^2)^{3/2}$. Si en la expresión de la aceleración se reemplaza el tiempo por $D\sin\alpha/v_0$ resulta que $a = -v_0^2/(D\cos^3\alpha)$. Puesto que la aceleración es horizontal la segunda ley de Newton en esta dirección tiene al lado derecho $-T\cos\alpha$, de donde $T = -mv_0^2/(D\cos^4\alpha)$. La otra parte de la segunda ley establece que esas componentes de fuerza deben sumar cero, esto es $N = mg - T\sin\alpha$. La partícula P se despega cuando N se anule, esto es, cuando $T\sin\alpha = mg$. Al reemplazar el valor ya obtenido para T se obtiene la condición $\sin\alpha/\cos^4\alpha = gD/v_0^2$. Si hubiera roce la determinación de T y N tendría que hacerse en base a ecuaciones acopladas.

sP2 Las tres fuerzas son normal, pero y roce estático que en coordenadas cilíndricas son $\vec{N} = N(\hat{k} - \hat{\rho})/sqrt2$, $\vec{F} = F((\hat{k} + \hat{\rho})/sqrt2)$ donde el escalar F puede tener cualquier signo y $peso = -mg\hat{k}$. La aceleración de la partícula pegada al como es $\vec{a} = -\rho_0\omega^2\hat{\rho}$ por lo que las fuerzas verticales deben sumar cero: $N + F = \sqrt{2}mg$. La segunda ley de Newton exige que $-m\rho_0\omega^2 = (F - N)/sqrt2$. Estas dos ecuaciones implican $N = m(g + R\omega^2)\sqrt{2}$ y $F = m(g - R\omega^2)\sqrt{2}$. El roce es nulo si F es cero, esto es: $\omega_c = \sqrt{g/R}$. Para estudiar el rango de ω para que la partícula no deslice se debe imponer que se satisfaga que $|g - R\omega^2| \leq \mu\,|g + R\omega^2|$. El lado derecho no necesita barras para que sea positivo. El lado izquierdo debe ser tratado suponiendo que bajo el módulo hay algo positivo o algo negativo. Esto da el máximo yy mínimo de ω y el resultado es

$$\frac{g}{R}\frac{1-\mu}{1+\mu} \leq \omega^2 \leq \frac{g}{R}\frac{1+\mu}{1-\mu}$$

sP3: Se parametriza el sistema usando coordenadas polares, tomando a la partícula 'para definir el parámetro ρ. Es decir

$$\vec{r}_1 = \rho\hat{\rho}\,, \qquad \vec{r}_2 = (\rho + d)\hat{\rho}$$

Las aceleraciones de las partículas son

$$\vec{a}_1 = \ddot{\rho}\hat{\rho} - \rho\Omega^2\hat{\rho} + 2\dot{\rho}\Omega\hat{\phi}\,, \quad \vec{a}_2 = \ddot{\rho}\hat{\rho} - (\rho + d)\Omega^2\hat{\rho} + 2\dot{\rho}\Omega\hat{\phi}$$

Las fuerzas sobre las partículas son

$$\vec{F}_1 = T\hat{\rho} + N_1\hat{\phi} + N_2\hat{k}\,, \qquad \vec{F}_2 = -T\hat{\rho} + N_3\hat{\phi} + N_4\hat{k}$$

Usando la ley de Newton para cada partícula se obtienen las siguientes ecuaciones escalares

$$\begin{aligned} m_1\left(\ddot{\rho} - \rho\Omega^2\right) &= T\,, & m_2\left(\ddot{\rho} - (\rho + d)\Omega^2\right) &= -T \\ 2m_1\dot{\rho}\Omega &= N_1\,, & 2m_2\dot{\rho}\Omega &= N_3 \\ N_2 &= 0\,, & N_4 &= 0 \end{aligned}$$

Sumando el primer par de ecuaciones se obtiene ($M \equiv m_1 + m_2$)

$$M\ddot{\rho} - M\Omega^2\rho = m_2\Omega^2 d$$

Si se hace la sustitución $\rho = \bar{\rho} - \frac{m_2}{M}d$ la ecuación es $\ddot{\bar{\rho}} = \Omega^2\bar{\rho}$ cuya solución que tenga derivada nula en $t = 0$ es $\bar{\rho} = A\cosh\Omega t$. La otra condición inicial determina que $A = R + \frac{m_2 d}{M}$. Así, la solución es

$$\rho = \left(R + \frac{m_2}{M}d\right)\cosh\Omega t - \frac{m_2}{M}d$$

Para determinar T se puede hacer de mil maneras. Una es volver a tomar las dos primeras ecuaciones de movimiento y se combinan en la forma (1ra)*m_2 - (2da)*m_1 lo que elimina $\ddot{\rho}$ y se despeja T usando la forma explícita de ρ. El resultado es

$$T = \frac{m_1 m_2\, d}{m_1 + m_2}\,\Omega^2$$