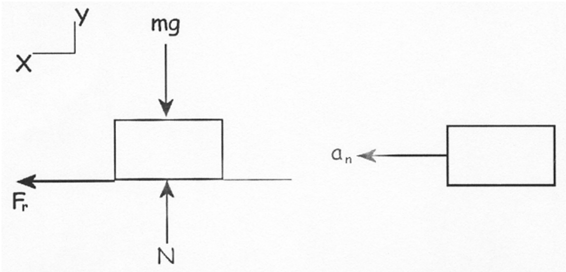
Vamos a ver en todos los casos la velocidad máxima con que se puede tomar la curva.



En el caso de una curva sin peralte tendríamos el diagrama de fuerzas que aparece en la figura. Suponiendo que la velocidad del coche sea constante, la única aceleración existente será la centrípeta, en la dirección del radio de curvatura y apuntando hacia el centro de curvatura. Obviamente debe existir fuerza de rozamiento para que se cumpla la segunda ley de Newton. En el eje Y no tenemos aceleración, por lo que:

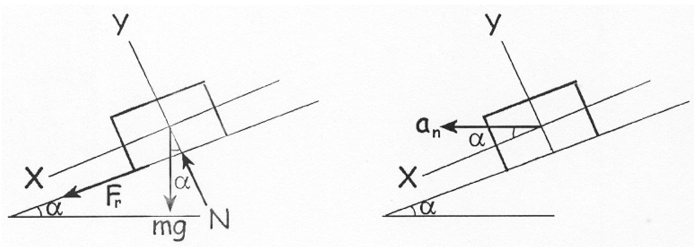
$$\Sigma Fy=0 \Rightarrow N-mg=0 \Rightarrow N=mg$$

La velocidad máxima la encontraremos cuando la fuerza de rozamiento adquiera su valor máximo, luego:

$$F_r=(F_r)_{máx}= \mu N= \mu mg$$

Y en el eje X (coincidente con el radio de curvatura de la curva) la única aceleración es la centrípeta, con lo cual:

$$\Sigma F_x = ma_x \Rightarrow F_r = ma_n \Rightarrow \mu mg = m\frac{v^2}{R} \Rightarrow v=\sqrt{\mu gR}$$



Si la curva tiene peralte con ángulo α y tenemos el mismo coeficiente de rozamiento, tendremos que aplicando las leyes de Newton nos queda:

$$\Sigma Fy= ma_y \Rightarrow N- mg\cos\alpha = ma_n sen\alpha \Rightarrow N = m(g\cos\alpha + a_n sen\alpha) =$$

$$= m\left(g\cos\alpha + \frac{v^2}{R} sen\alpha\right)$$

Si fuerza de rozamiento adquiere su valor máximo:

$$F_r = (F_r)_{máx} = \mu N = \mu m\left(g\cos\alpha + \frac{v^2}{R} sen\alpha\right)$$

y en el otro eje:

$$\Sigma F_x= ma_x \Rightarrow F_r + mgsen\alpha = ma_n\cos\alpha$$

$$\mu m\left(g\cos\alpha + \frac{v^2}{R} sen\alpha\right) + mgsen\alpha = m\frac{v^2}{R}\cos\alpha$$

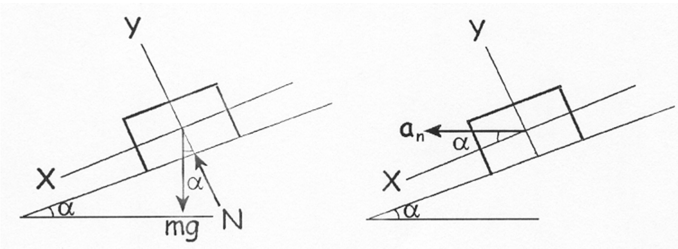
Dividiendo toda la expresión por $m\cos\alpha$:

$$\mu\left(g + \frac{v^2}{R} tg\,\alpha\right) + g\,tg\,\alpha = \frac{v^2}{R} \Rightarrow \mu g + \frac{\mu v^2 tg\,\alpha}{R} + g\,tg\,\alpha = \frac{v^2}{R}$$

$$\mu g + g\,\mathrm{tg}\,\alpha = \frac{v^2}{R} - \frac{\mu\, v^2\,\mathrm{tg}\,\alpha}{R} \Rightarrow v^2\left(\frac{1-\mu\,\mathrm{tg}\,\alpha}{R}\right) = g\,(\mu + \mathrm{tg}\,\alpha)$$

$$v^2 = \frac{g\,R(\mu\,\mathrm{tg}\,\alpha)}{1-\mu\,\mathrm{tg}\,\alpha} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{g\,R(\mu\,\mathrm{tg}\,\alpha)}{1-\mu\,\mathrm{tg}\,\alpha}}$$

Obviamente, podemos ver que esta velocidad es superior a la que teníamos cuando la curva no tiene peralte, de modo que la función del peralte es la de permitir tomar la curva a mayor velocidad.



Si la curva tiene peralte, con ángulo α, puede incluso no existir fuerza de rozamiento, lo que no puede ocurrir en el caso de curvas sin peralte; como antes, la aceleración normal tendrá la dirección del radio de curvatura y apuntando hacia el centro. Así pues:

$$\Sigma F_x = m a_x \Rightarrow m\,g\,\mathrm{sen}\,\alpha = m a_n \cos\alpha \Rightarrow g\,\mathrm{sen}\,\alpha = \frac{v^2}{R}\cos\alpha$$

$$v = \sqrt{\frac{g\,R\,\mathrm{sen}\,\alpha}{\cos\alpha}} = \sqrt{g\,R\,\mathrm{tg}\,\alpha}$$