

# Oceanografía Costera: Física

## Dinámica Descriptiva

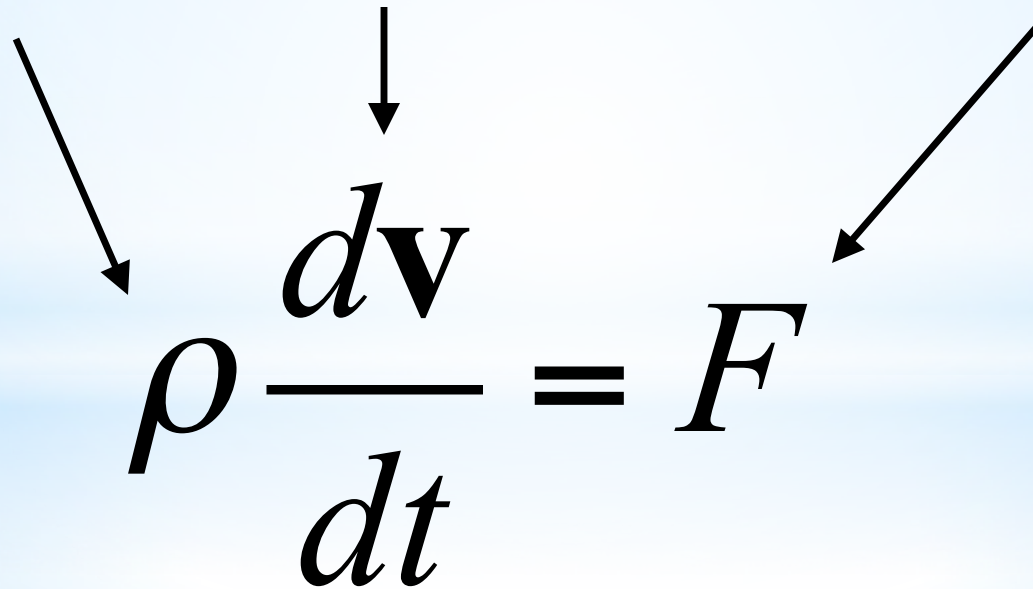


- Aceleraciones vs Fuerzas
- Tipos de Fuerzas
- Tipos de Balances

Sin Fricción  
Con Fricción

El movimiento de partículas en el océano y la atmósfera está regulado por la **Ley de Newton**

*Masa × Aceleración = Fuerza*



The diagram illustrates the relationship between the Spanish text and the mathematical equation. Three arrows point from the words in the text to the corresponding parts of the equation: one from 'Masa' to the density symbol  $\rho$ , one from 'Aceleración' to the derivative term  $\frac{d\mathbf{v}}{dt}$ , and one from 'Fuerza' to the force symbol  $F$ .

$$\rho \frac{d\mathbf{v}}{dt} = F$$

# Fuerzas

**FUERZAS PRIMARIAS.** Generan movimiento

- Esfuerzo del viento
- Gradiente de presión

**FUERZAS SECUNDARIAS.** Ocurren una vez que existe el movimiento

- Fuerza de Fricción

Fuerza de gravedad ?  
Fuerza de Coriolis?

# Fuerzas

$$F = m \cdot a$$

$$a = F / m$$

$$\sum \frac{\vec{F}}{m} = F \text{ Presión} + F \text{ Coriolis} + F \text{ gravedad} + F \text{ marea} + F \text{ fricción}$$

**Gradiente de presión: barotrópico y baroclínico**

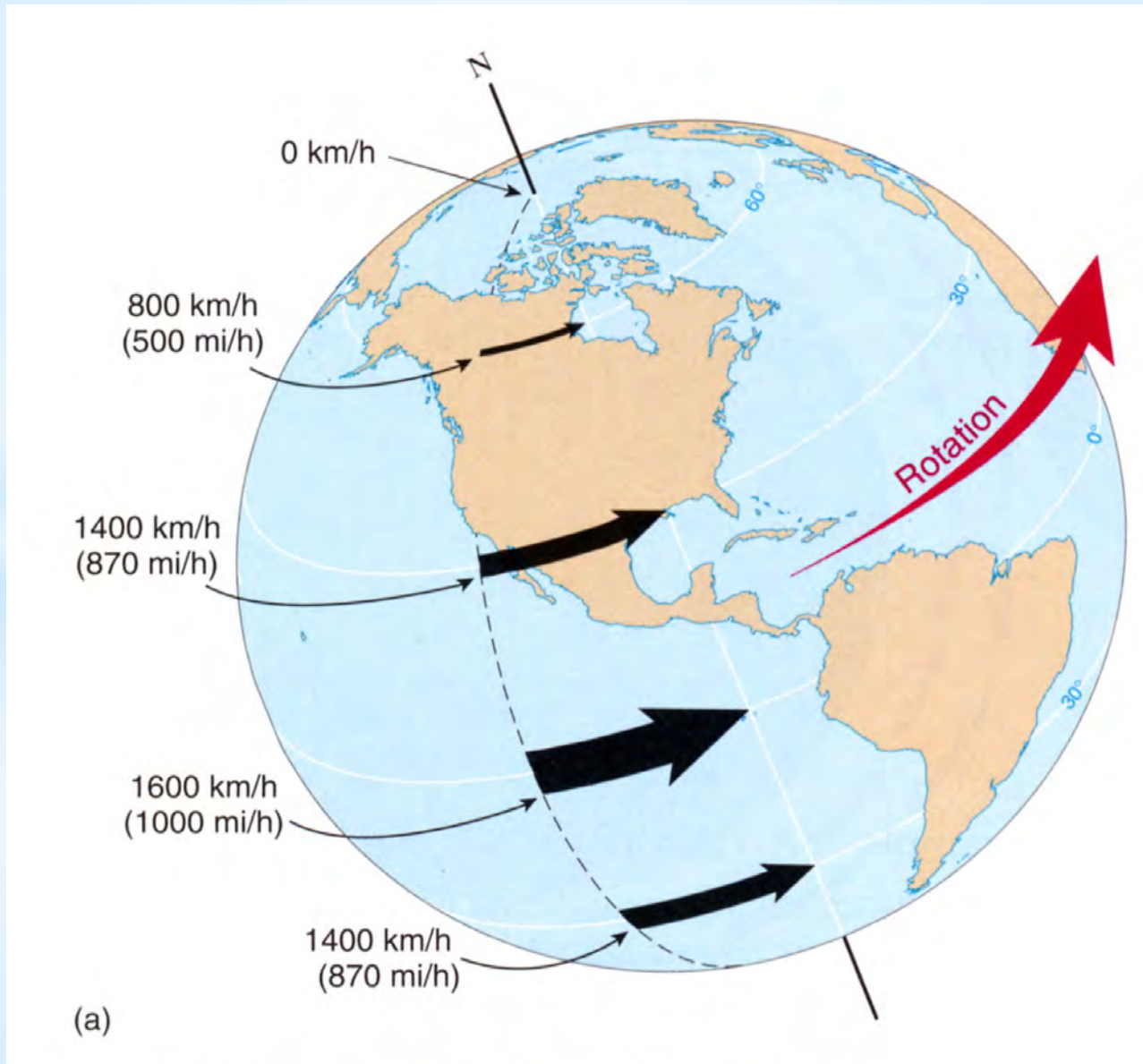
**Coriolis: sólo en la horizontal**

**Gravedad: sólo en la vertical**

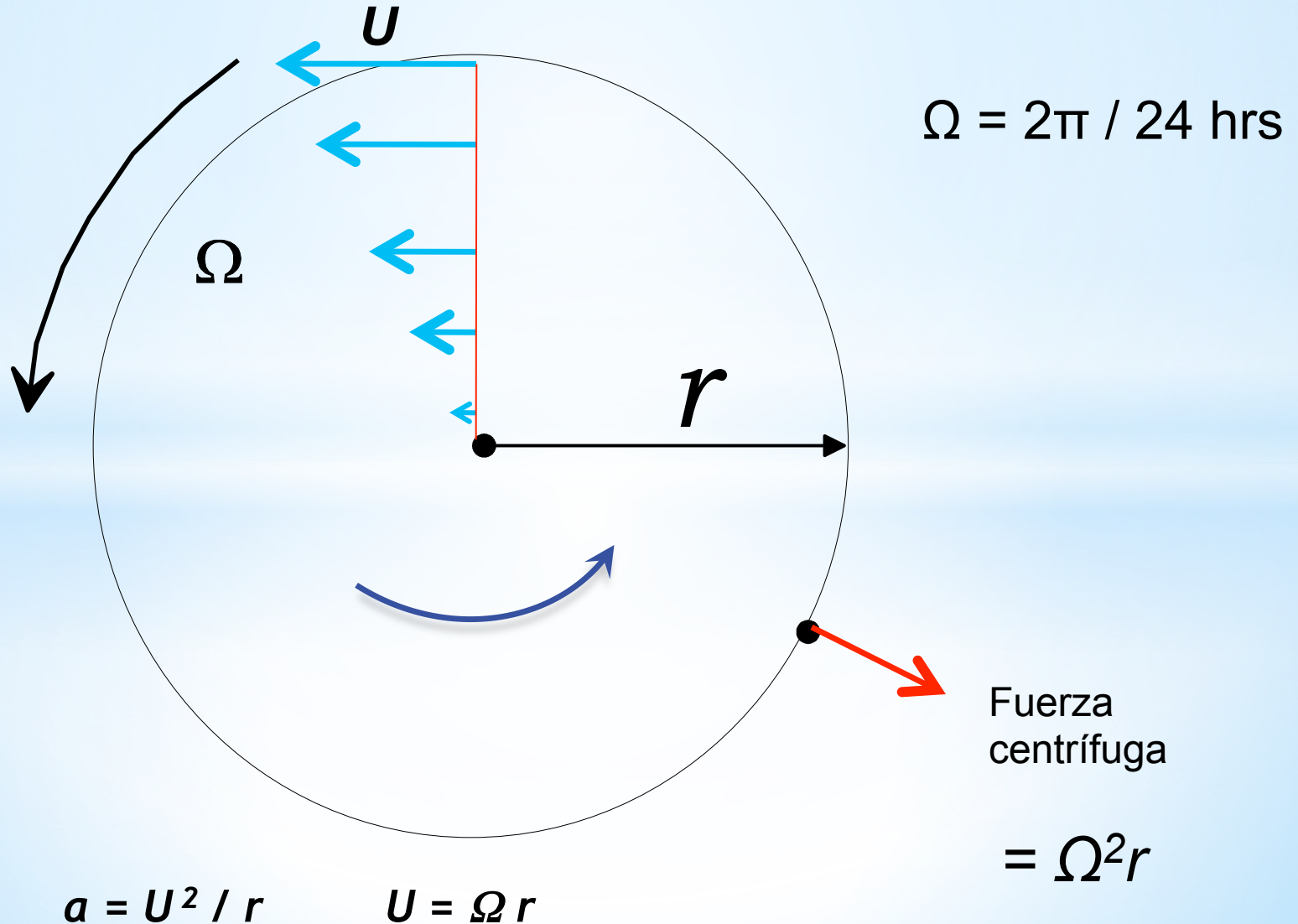
**Fricción: superficie, fondo, interna**

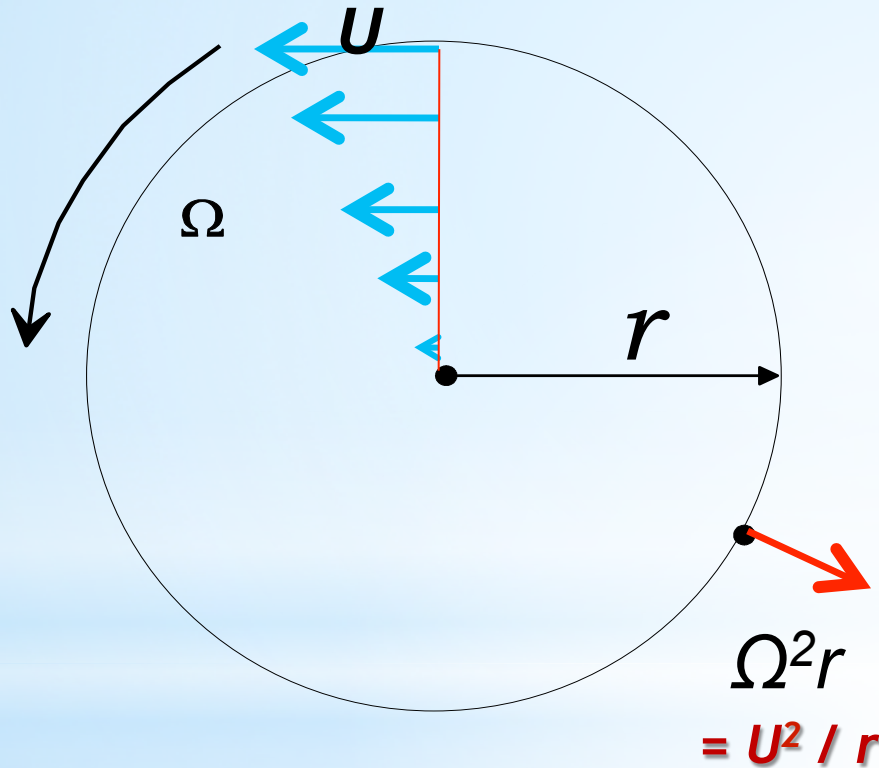
**Mareas: Condición de frontera**

# Efectos de rotación de la tierra: Coriolis



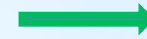
# Dinámica de la tierra en rotación: movimiento circular uniforme





En cualquier punto (latitud), la velocidad  $U$  está definida por:

$$U = \Omega r$$



$$\Omega = U / r$$

sustituyendo en el valor de la aceleración centrífuga

$$\Omega^2 r = U^2 / r$$

$$\begin{aligned} \text{Aceleración} &= \Omega^2 r \\ &= (U / r)^2 r \\ &= U^2 / r \end{aligned}$$

$$\Omega = 2\pi / 24 \text{ hrs}$$

El caso de  **$U$**  con movimiento adicional  **$u$**  (sin cambiar latitud)

$$a = U^2 / r$$

$$U = \Omega r$$

$$U^2 = \Omega^2 r^2$$

$$a = \frac{(U + u)^2}{r} = \frac{U^2}{r} + \frac{2Uu}{r} + \frac{u^2}{r}$$

$$a = \Omega^2 r + 2\Omega u + \frac{u^2}{r}$$

El caso de ***U*** con movimiento adicional ***u*** (sin cambiar latitud)

$$a = \Omega^2 r + 2\Omega u + \frac{u^2}{r}$$

donde

$\Omega^2 r = \text{Fuerza centrífuga (sin movimiento extra)}$

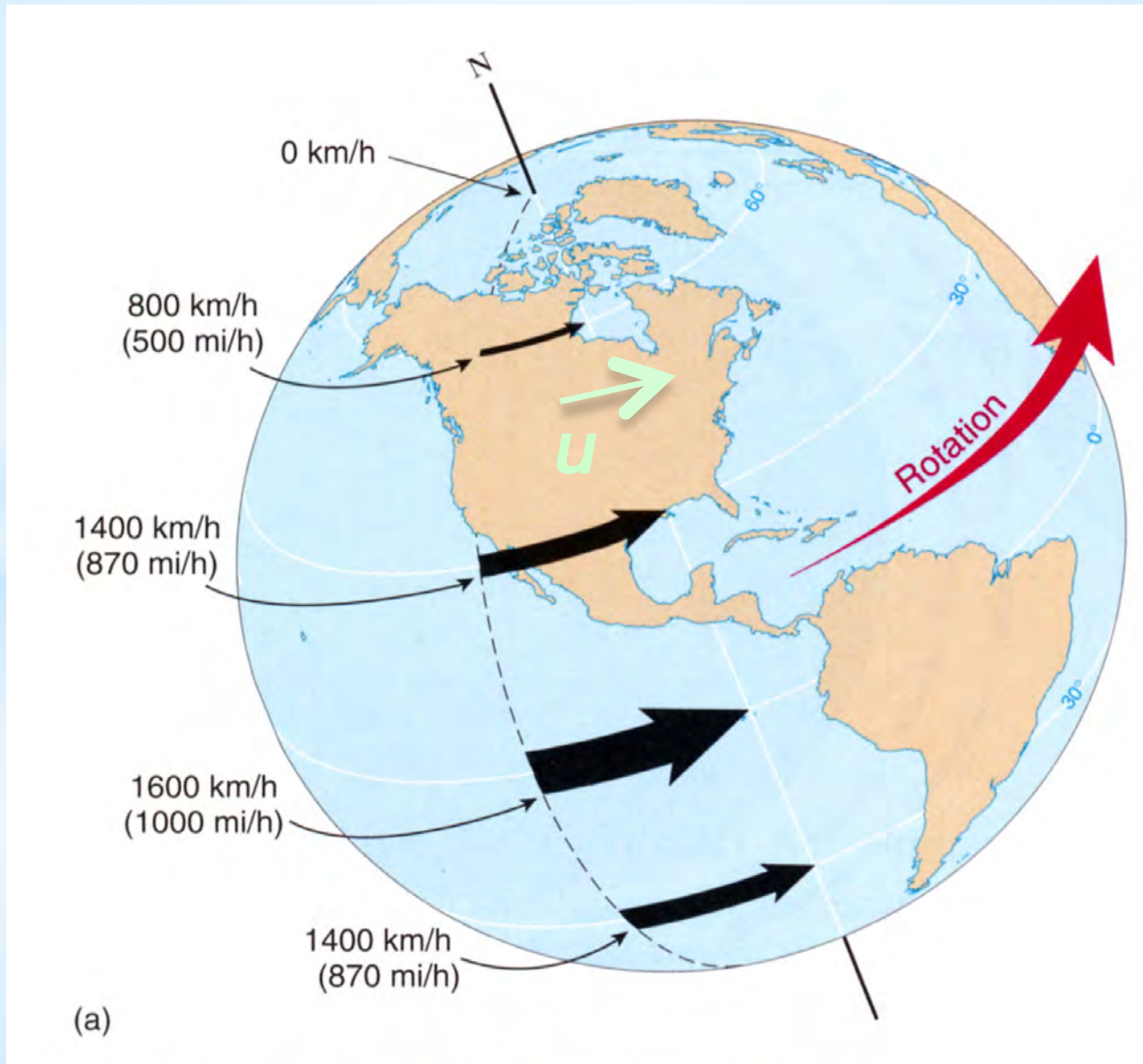
$2\Omega u = \text{Aceleración de Coriolis}$

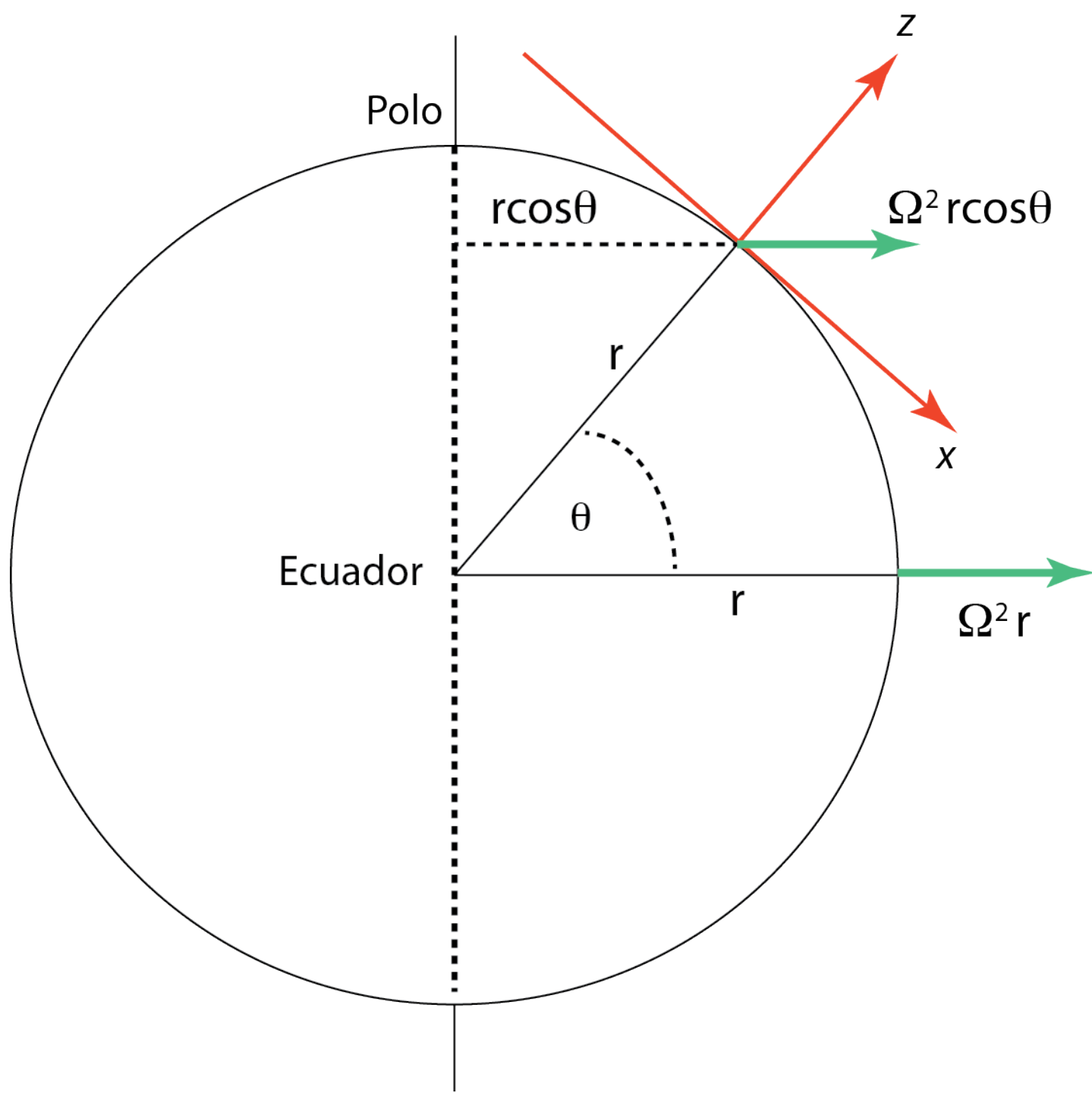
$u^2 / r \approx 0$

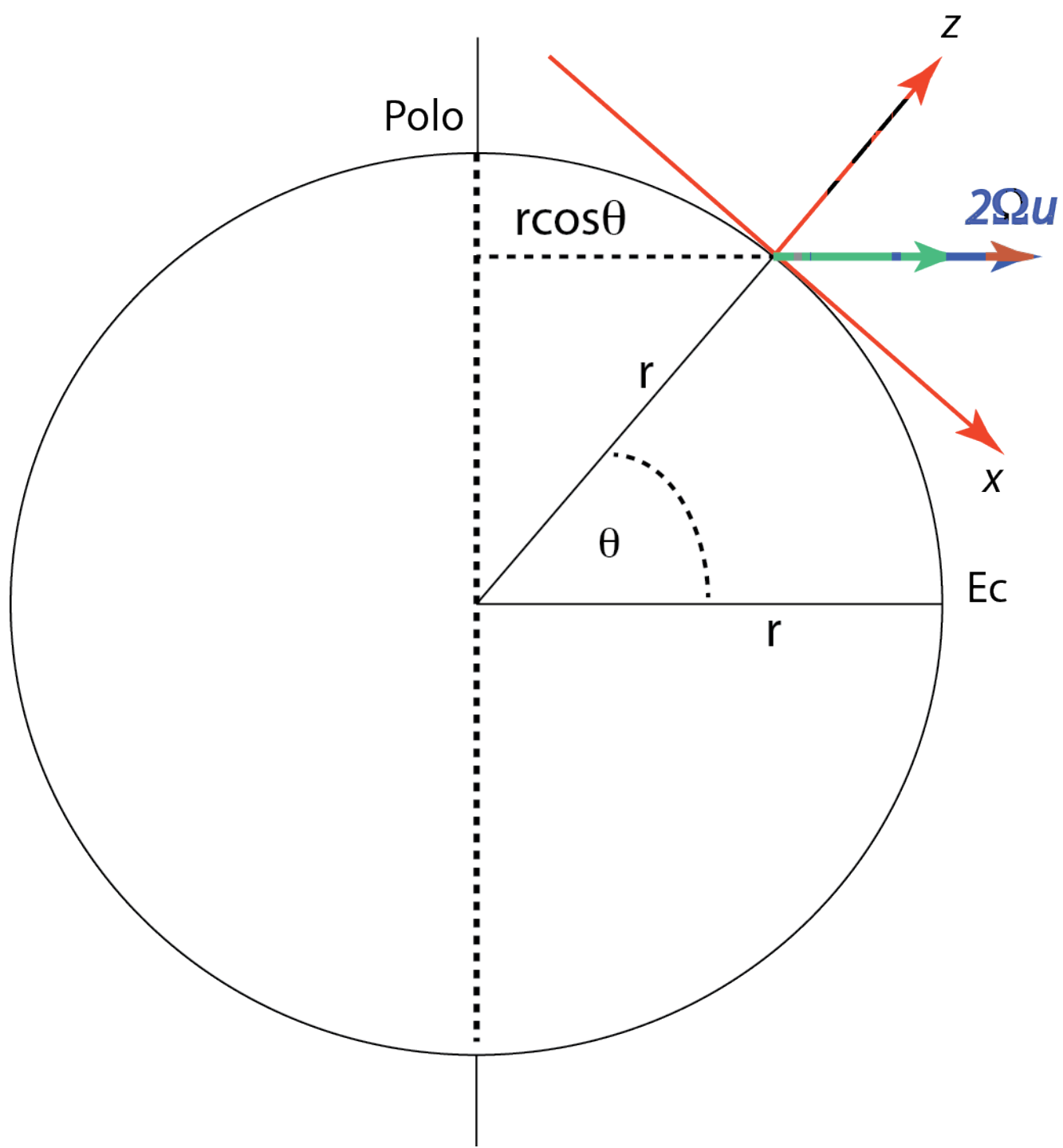
$\Omega = 2\pi / 24 \text{ hrs} = 7.29 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$

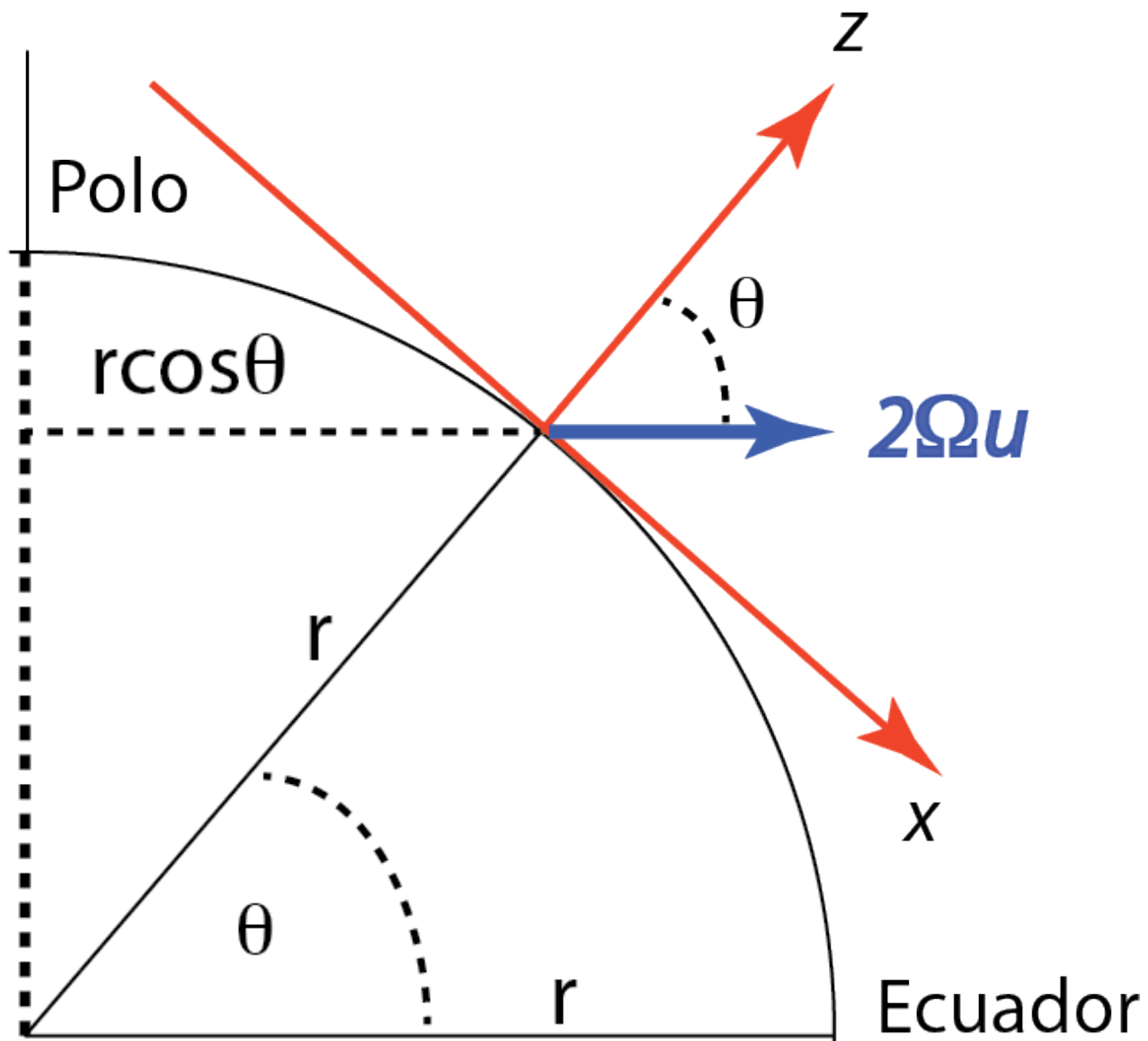
$r = \text{radio de la tierra}$

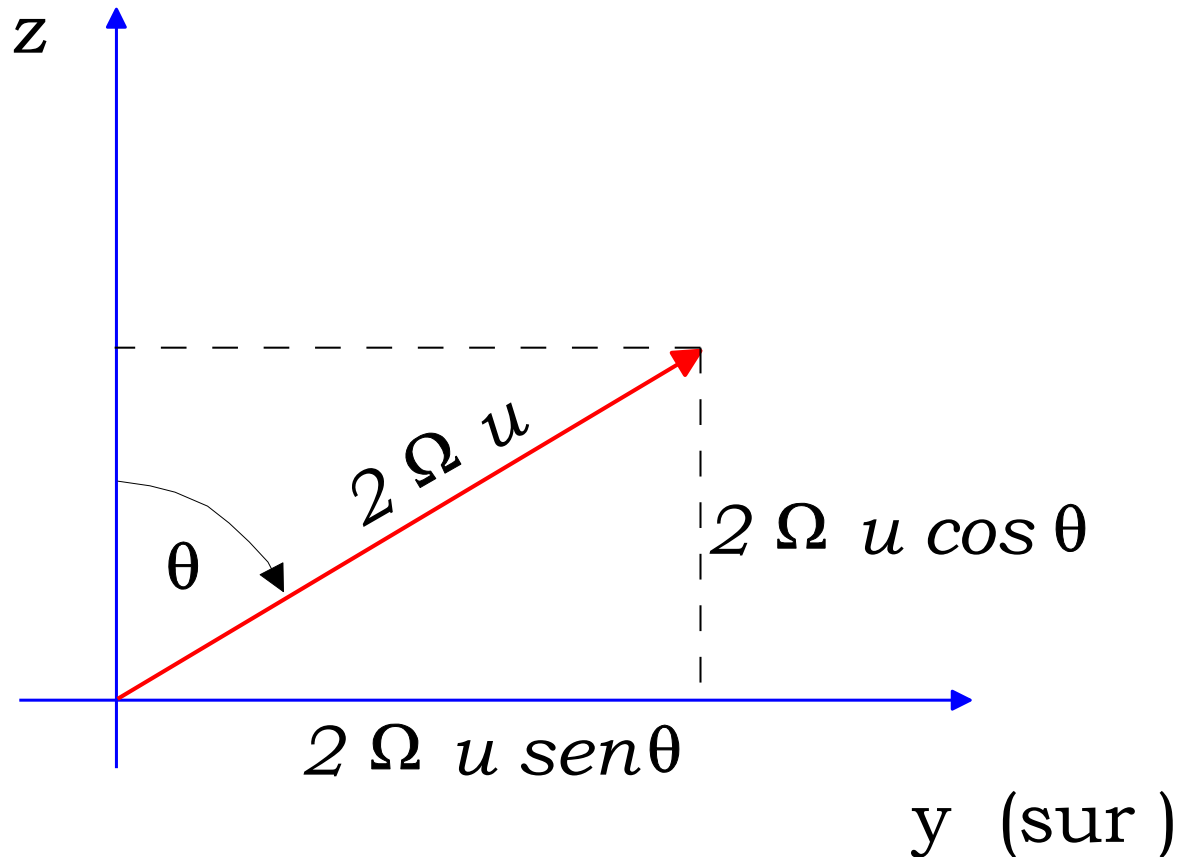
# Efectos de rotación de la tierra: Coriolis











$f = 2 \Omega \sin \theta$  es el **parámetro** de Coriolis

$f u$  es la **aceleración** de Coriolis, con unidades de  $\text{m/s}^2$

estas son unidades de Fuerza por Unidad de Masa

## Ejemplo:

En el océano, una corriente incrementa su velocidad (rapidez) de 10 a 16 cm/s en un minuto.

$$\begin{aligned}\text{aceleración} &= (V_2 - V_1) / \Delta t = \\ &= [ 16 \text{ cm/s} - 10 \text{ cm/s} ] / 60 \text{ s} = [6 \text{ cm/s}] / 60 \text{ s} \\ &= 0.1 \text{ cm/s}^2 = 0.001 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

## Ejemplo:

Para una corriente que se desplaza a 1 m/s (corriente del Golfo o del Kuroshio), la fuerza (aceleración) de Coriolis a los 45° de latitud es:

$$f V = 2\Omega \sin \theta \quad V = 2 (7.29 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}) \sin (45) (1 \text{ m/s}) = 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}^2.$$

$$f V = 0.0001 \text{ m/s}^2$$

La aceleración de Coriolis es máxima en los polos y cero en el ecuador.

