



حرکت هوا و توازن نیروها در
جو

- نیرو عامل حرکت است
- باد در نتیجه حرکت افقی هوا حاصل می شود
- حرکت هوا تحت تاثیر نیروهای مختلفی است که بر آن وارد می شود
- بنا بر قانون دوم نیوتن $\sum F = ma$ یعنی حرکت هر جسم در نتیجه برآیند نیروهای است که بر آن وارد می شوند
- با دانستن برآیند نیروها می توان شتاب را بدست آورده

وسپس سرعت و موقعیت را پیش بینی کرد

$$a = (v_1 - v_0) / (t_1 - t_0)$$

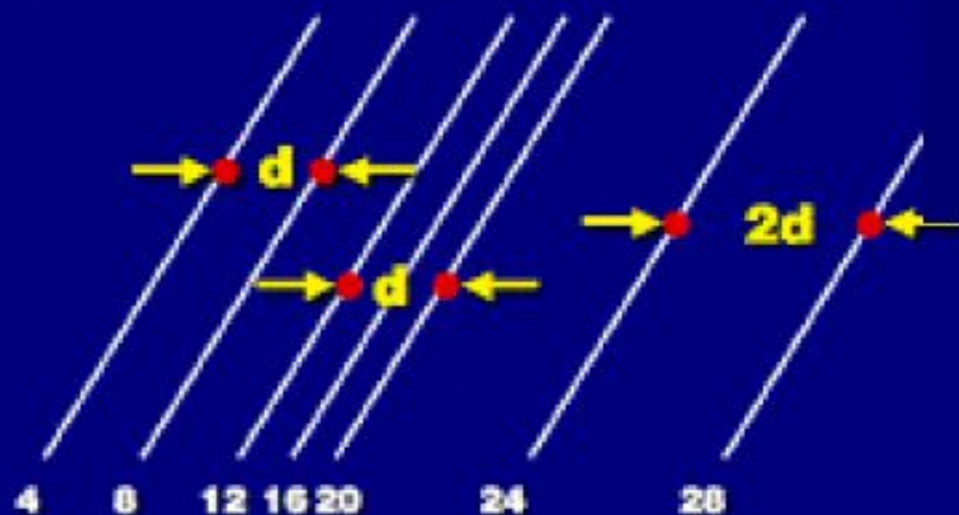
$$v = (x_1 - x_0) / (t_1 - t_0)$$

نیروهایی وارد بر جو در امتداد افق

1. نیروی گرادیان فشار
2. نیروی کوریولیس
3. نیروی اصطکاک
4. نیروی جانب مرکز

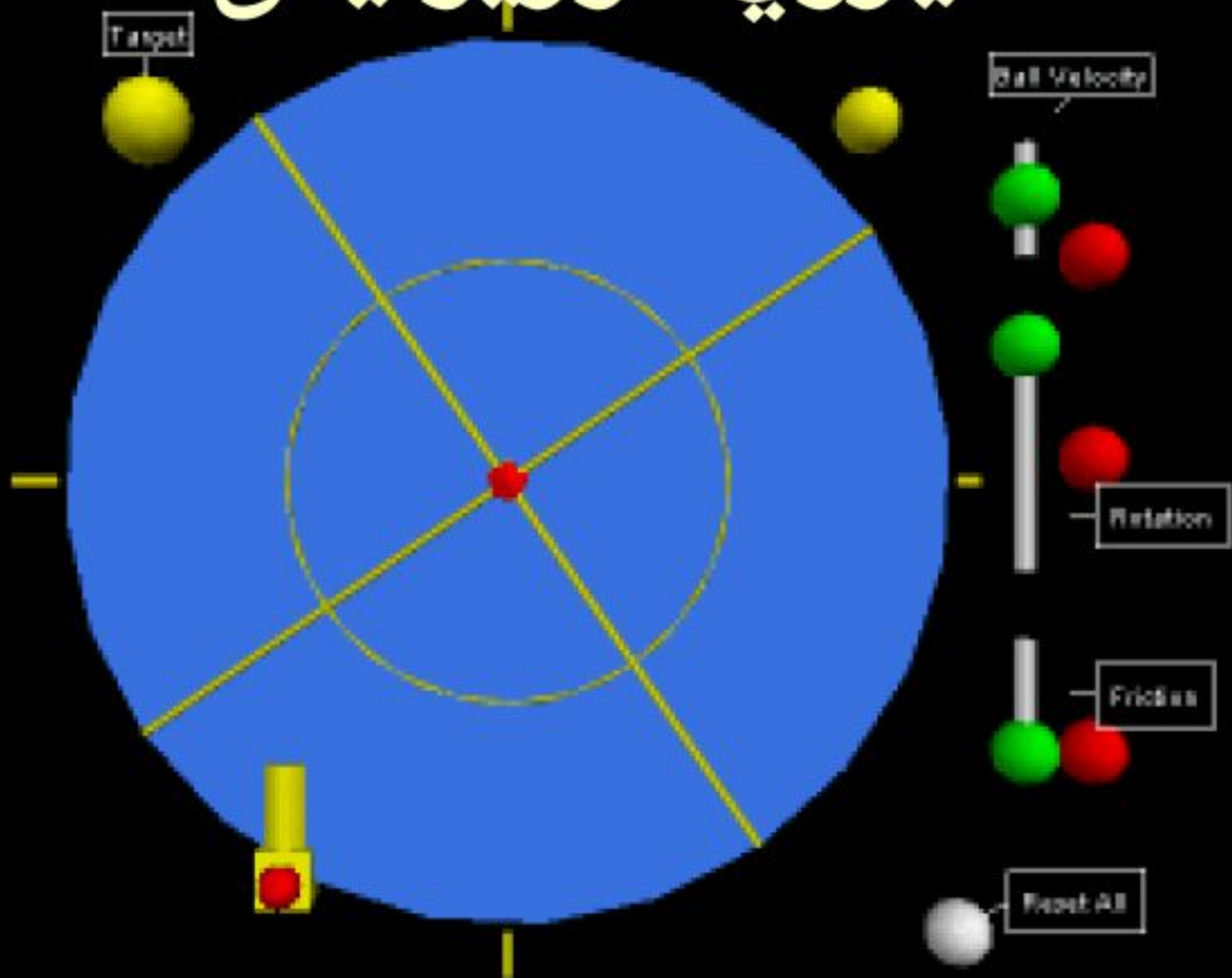
نیروی گرادیان فشار

نیروی گرادیان فشار با میزان
اختلاف فشار در دو نقطه ($\mathbf{F}_{\Delta P} = -(1/\rho)\Delta P$)
گرادیان فشار متناسب است



$P = \text{حرم ویژه هوا}$
 $\Delta P = \text{گرادیان فشار}$

نیروی کوریولیس



نیروی کوریولیس

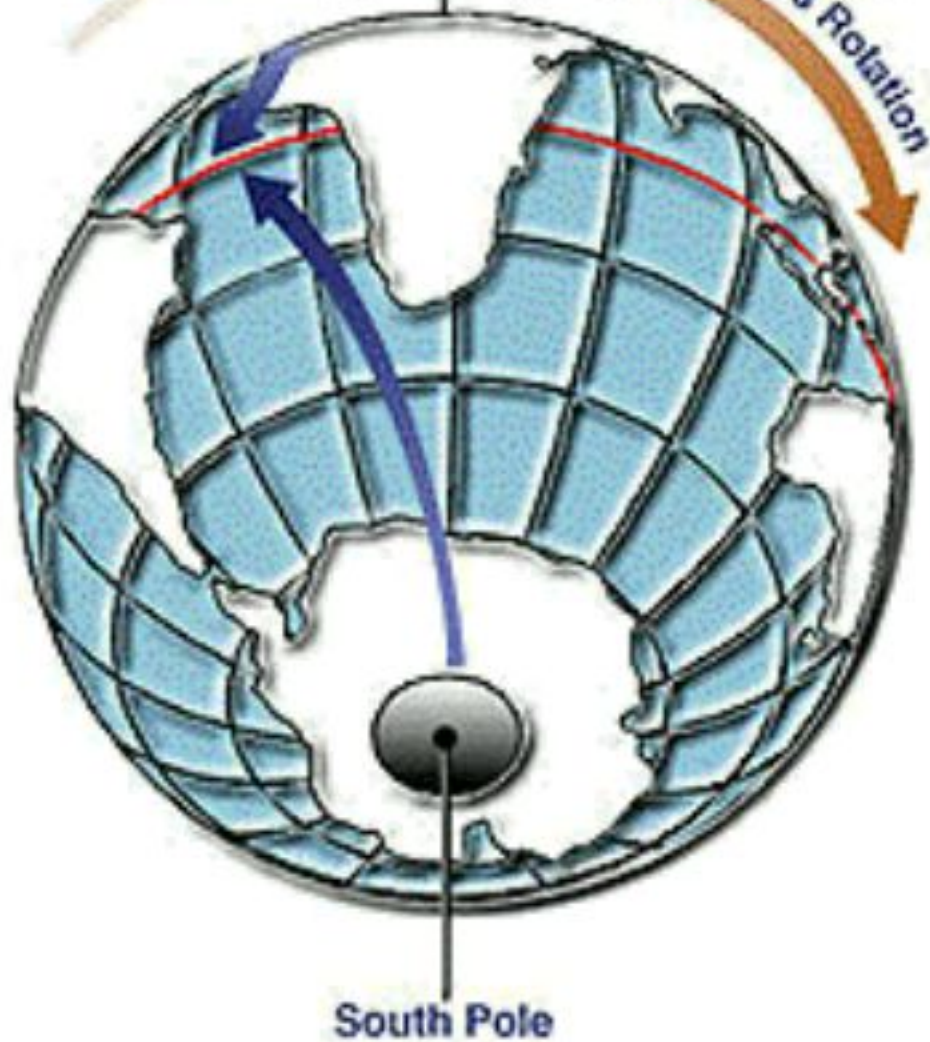


Ω = سرعت زاویه ای زمین
 V = سرعت

$$F_c = -2V \cdot \Omega \cdot \sin(\varphi)$$

φ = عرض جغرافیایی
زمین

نیروی گریولیس در دو نیمکره



Southern Hemisphere



Northern Hemisphere

نیروی اصطکاک

μ گرانروی هوا
 P وزن مخصوص
 V سرعت

$$\mathbf{F} = K \mathbf{V}$$

نیروی جانب مرکز

a شتاب مرکز گرا
سرعت خطی بر روی
 v مسیر منحنی
 r شعاع دوران

$$\mathbf{F} = -\mathbf{v}^2/\mathbf{r} = -\mathbf{r}\omega^2$$

معادله توازن نیروها در جو

$$\sum \mathbf{F} = \mathbf{m} \cdot \mathbf{a}$$

$$-1/\rho(\Delta P/\Delta n) - 2\Omega \cdot V \cdot \sin(\varphi) - V^2/r - \mathbf{F}_f = \mathbf{a}$$

مجموعه فرض های (1) برای تفسیر حرکت هوا بر اساس
رابطه بالا

1- حرکت هوا بدون اصطکاک باشد (در سطوح بالای جو)

2- حرکت هوا در امتداد خط مستقیم باشد

3- حرکت هوا بدون شتاب خطی باشد

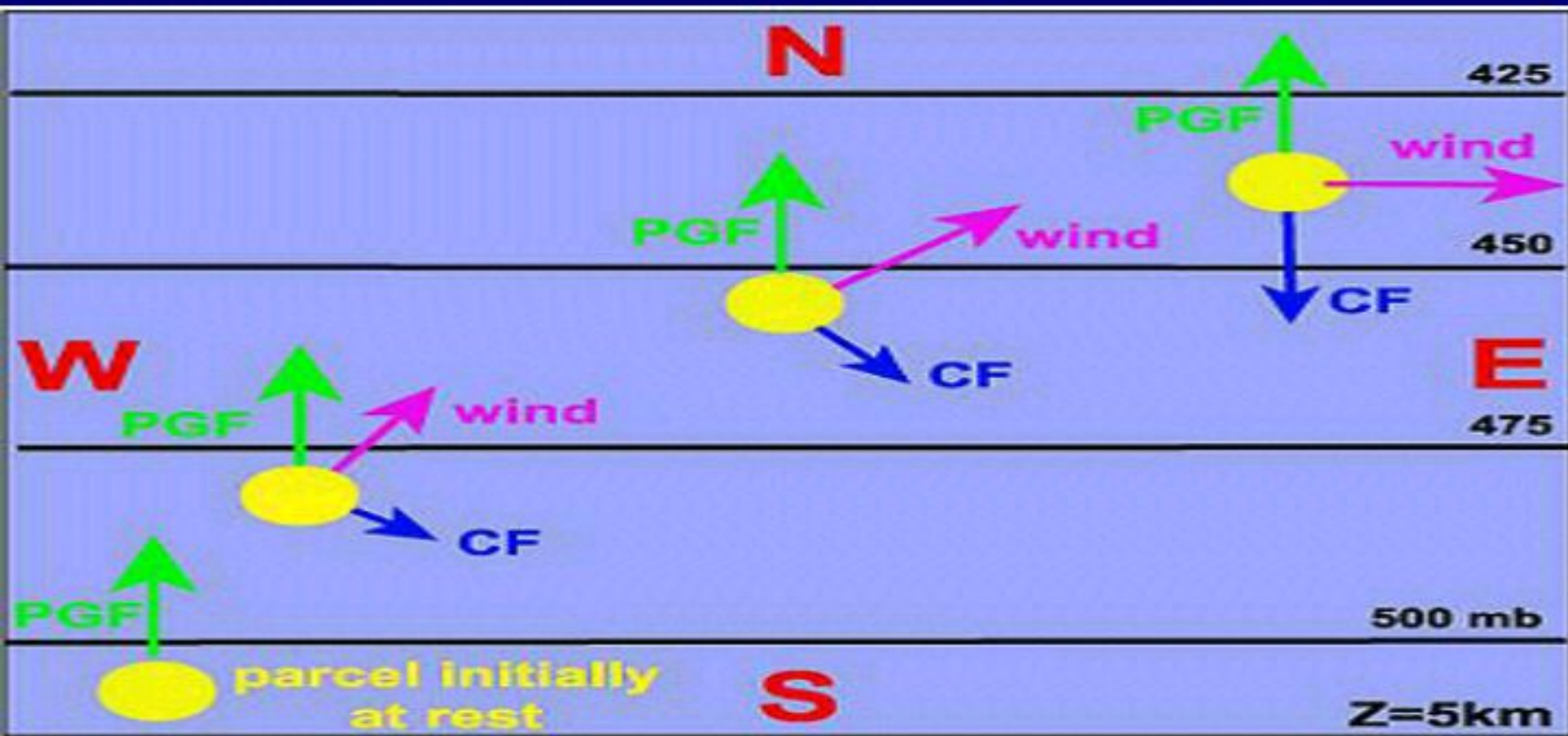
$$-(1/\rho)(\Delta P/\Delta n) - 2\Omega \cdot V \cdot \sin(\varphi) - 0 - 0 = 0$$

$$V_g = -[1/(2\rho \cdot \Omega \cdot \sin(\varphi))] (\Delta P/\Delta n)$$

باد

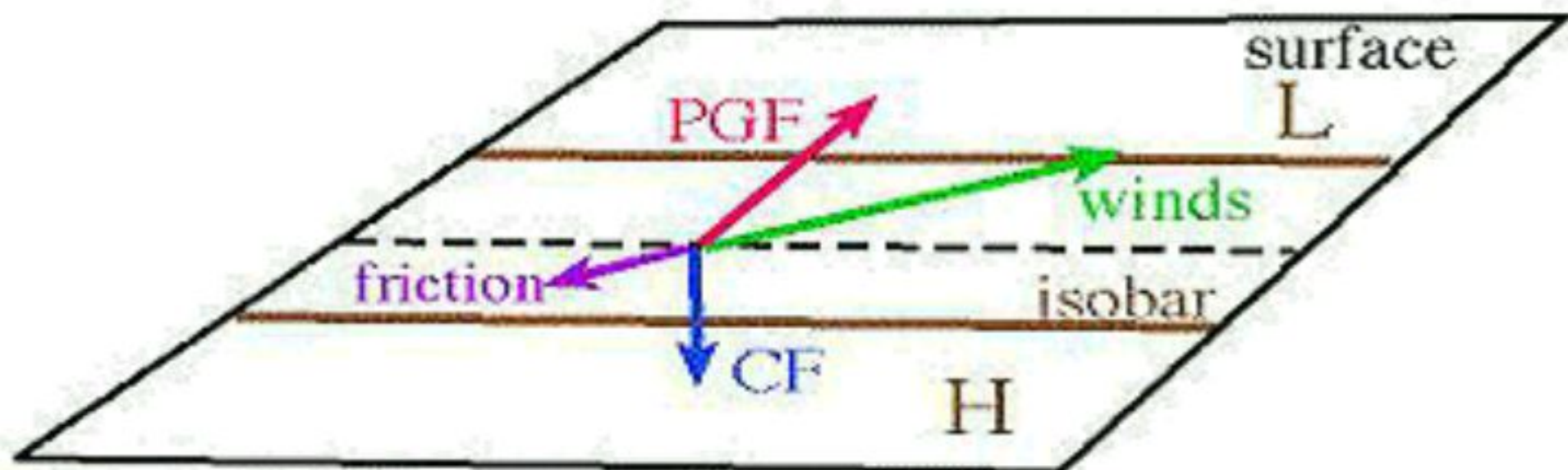
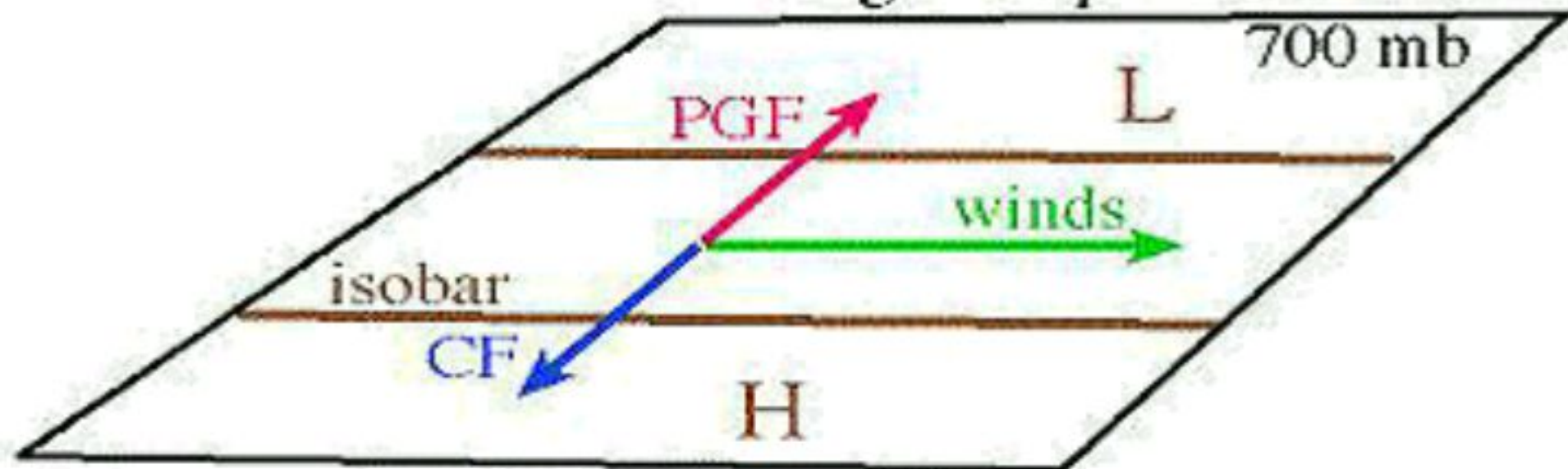
باد ژئوستروفیک

بادي که از تعادل دو نیروی گرادیان فشار و کوریولیس حاصل می شود



geostrophic flow

700 mb



effect of friction on surface winds

$$-1/\rho(\Delta P) - 2\Omega . V . \text{Sin}(\varphi) - V^2/r - F_f = m.a$$

مجموعه فرض هاي (2) براي تفسير حرکت هوا بر اساس رابطه بالا

1- حرکت هوا بدون اصطکاک باشد (بر سطوح بالاي جو)

2- حرکت هوا بر روی مسیر دوراني باشد

3- حرکت هوا بدون شتاب خطي باشد

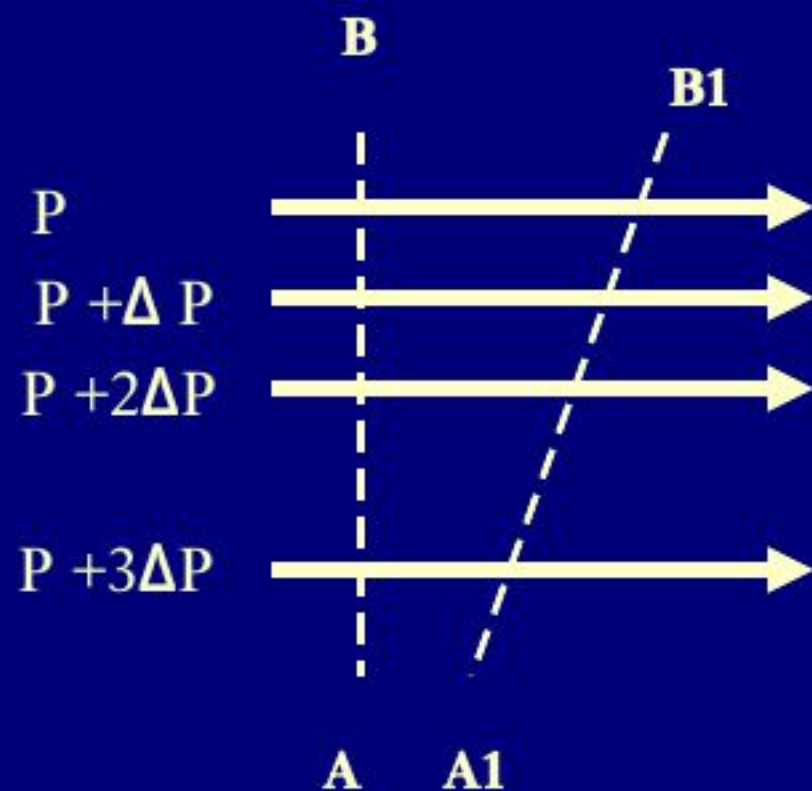
$$-1/\rho(\Delta P/\Delta n) - 2\Omega . V . \text{Sin}(\varphi) - V^2/r - 0 = 0$$

$$(-1/r)V^2 - [2\Omega . \text{Sin}(\varphi)]V - 1/\rho(\Delta P/\Delta n) = 0$$

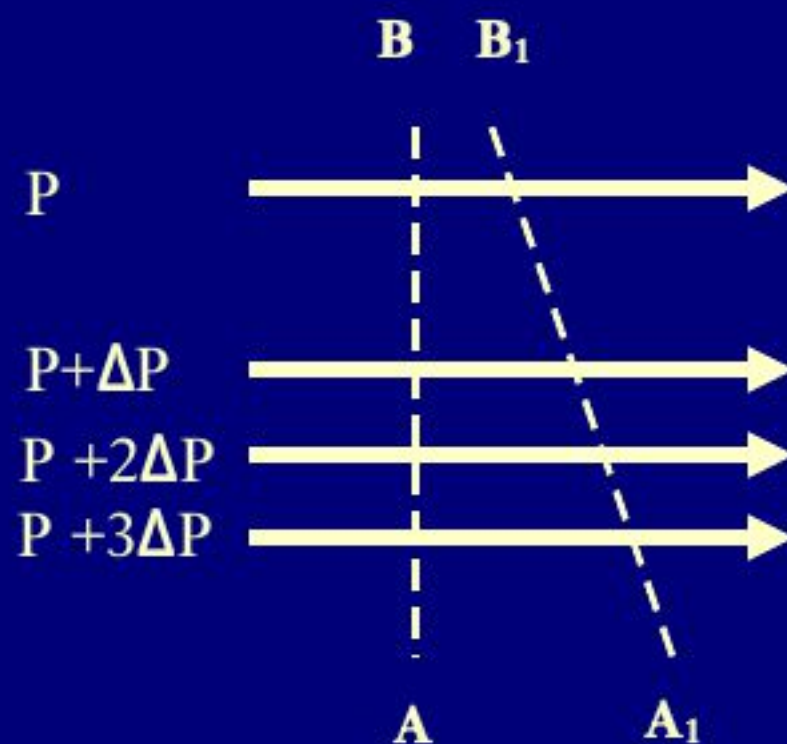
باد

گردان

تشکیل مراکز فشار

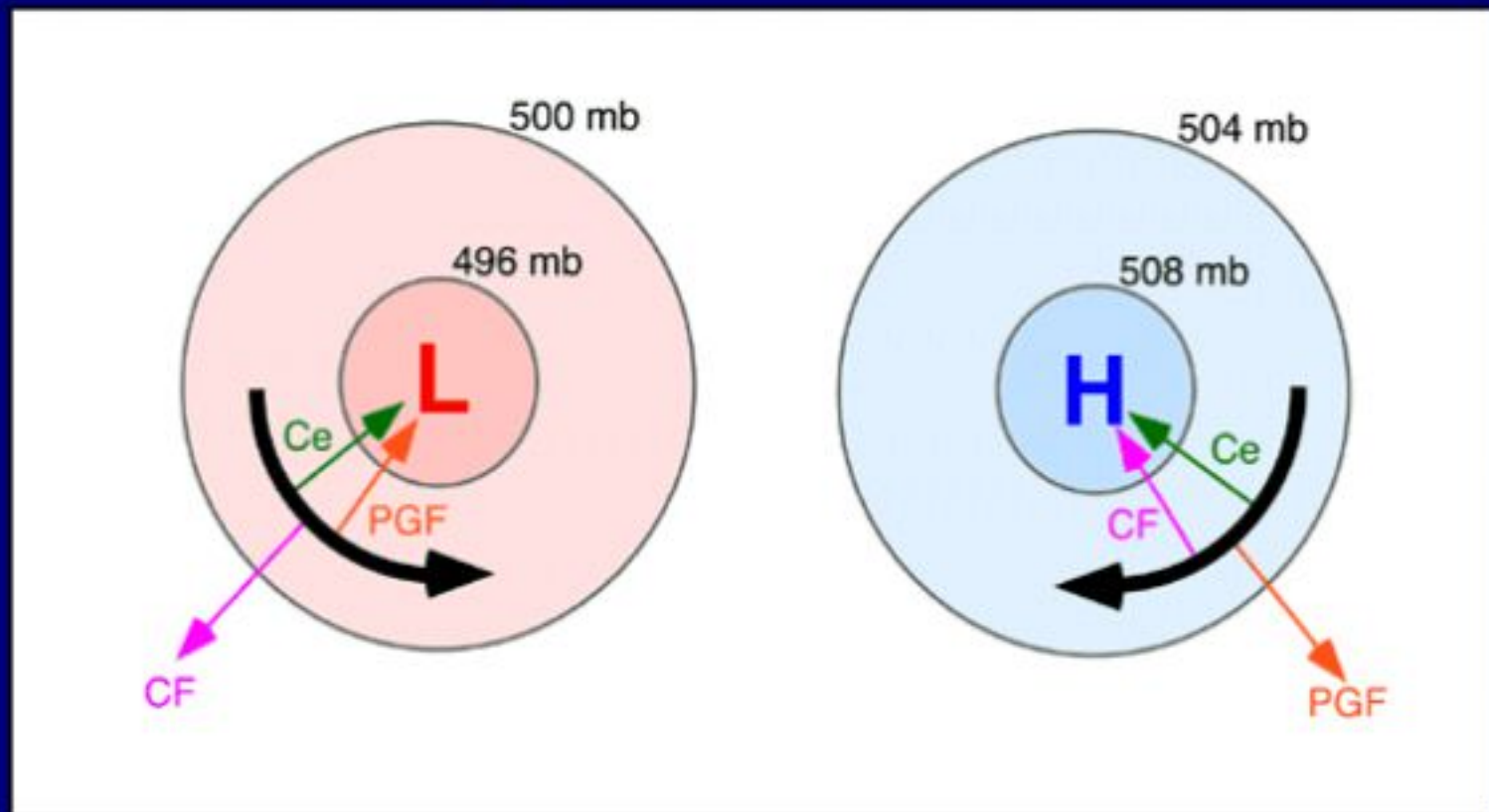


پرفشار

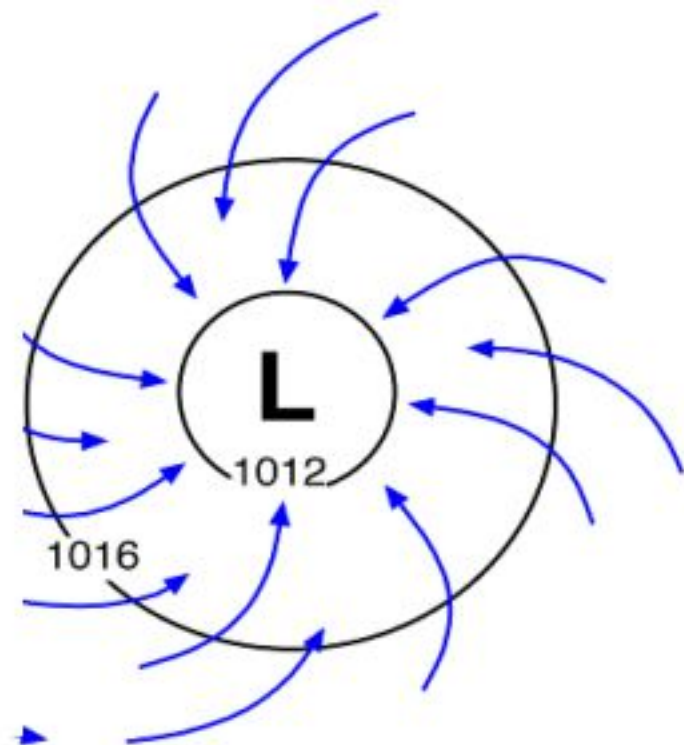
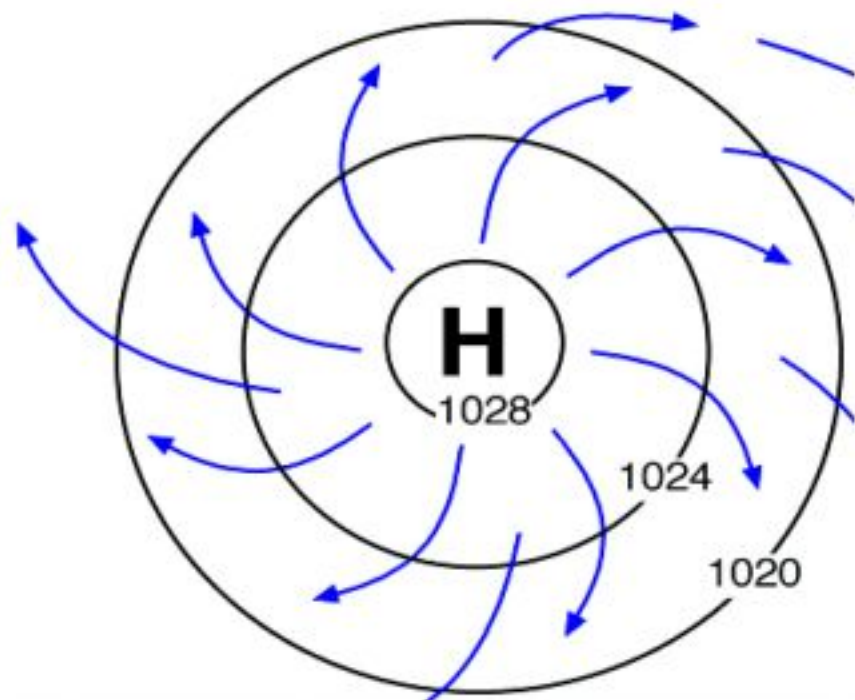


کم فشار

باد گرادیان

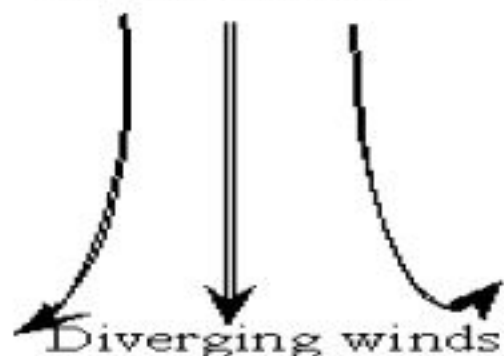


بادي است که از تعادل سه نیروی
کوریولیس، گرادیان فشار و گریز از
مرکز بوجود می آید



Calm, clear weather

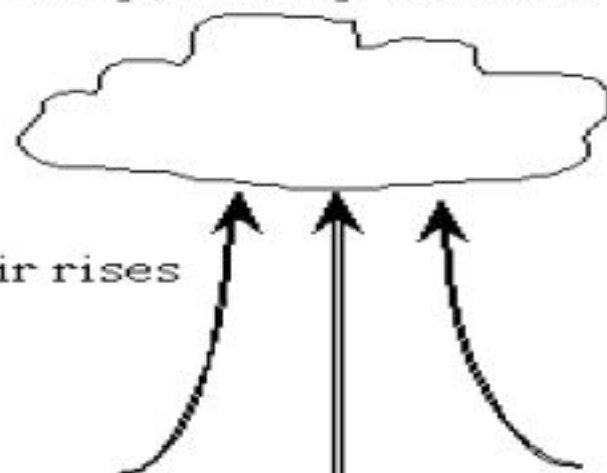
Cold air sinks



**HIGH PRESSURE
ANTICYCLONE**

Stormy, cloudy weather

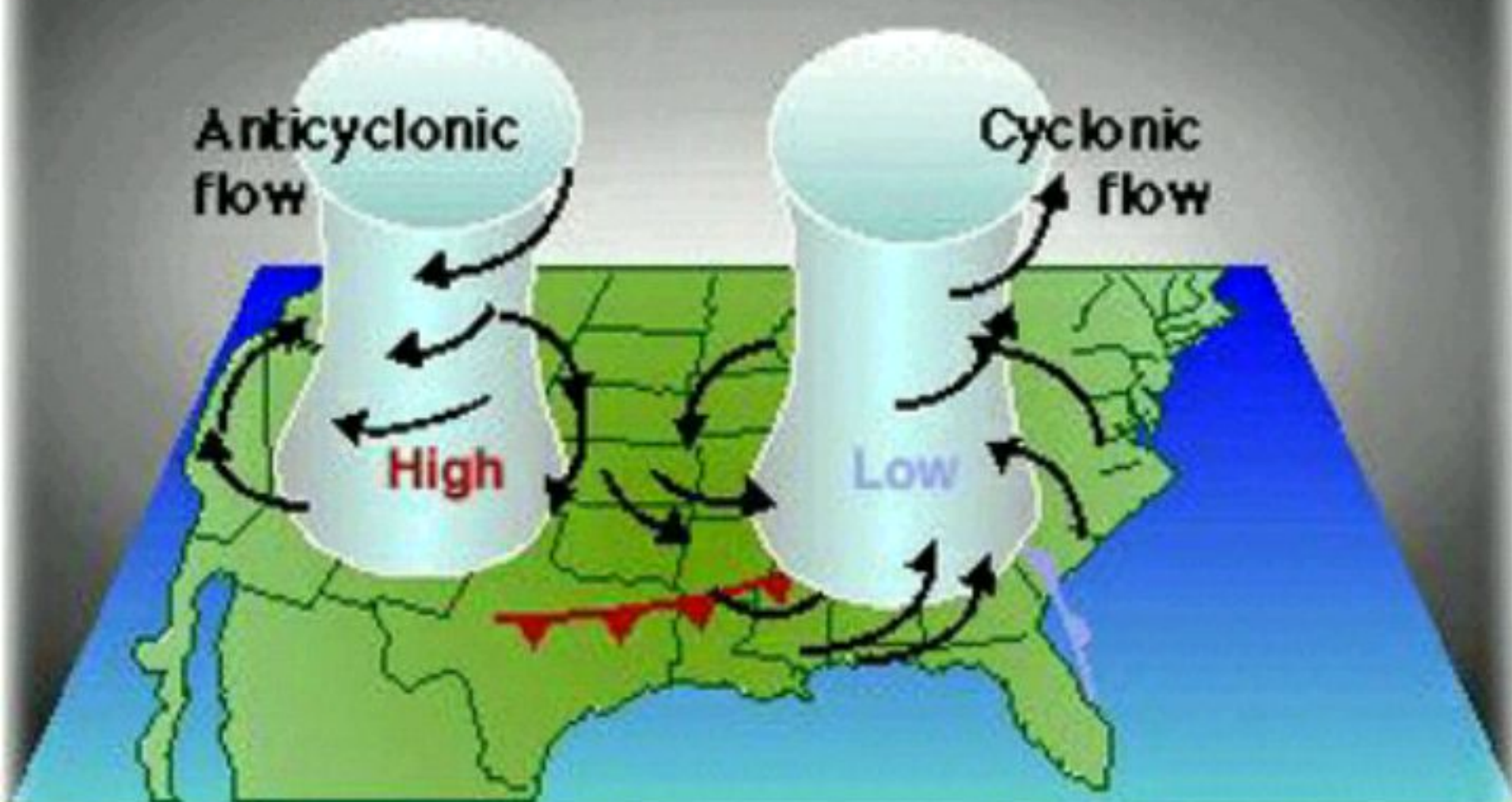
Hot air rises



Converging winds

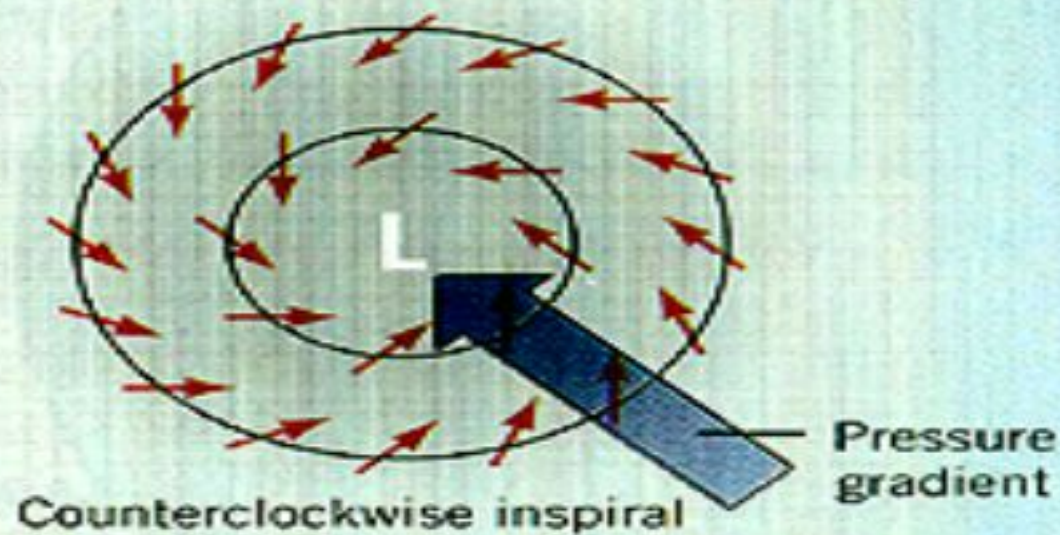
**LOW PRESSURE
CYCLONE**

Cyclones

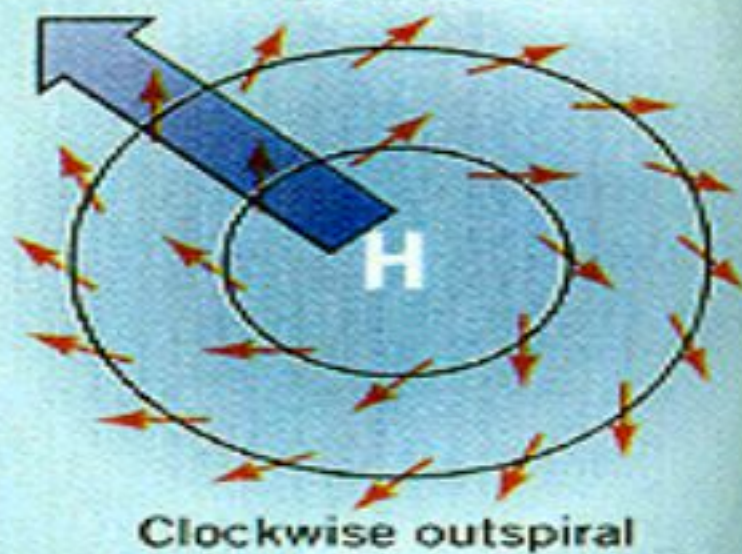


Northern hemisphere

Cyclones



Anticyclones



Southern hemisphere

