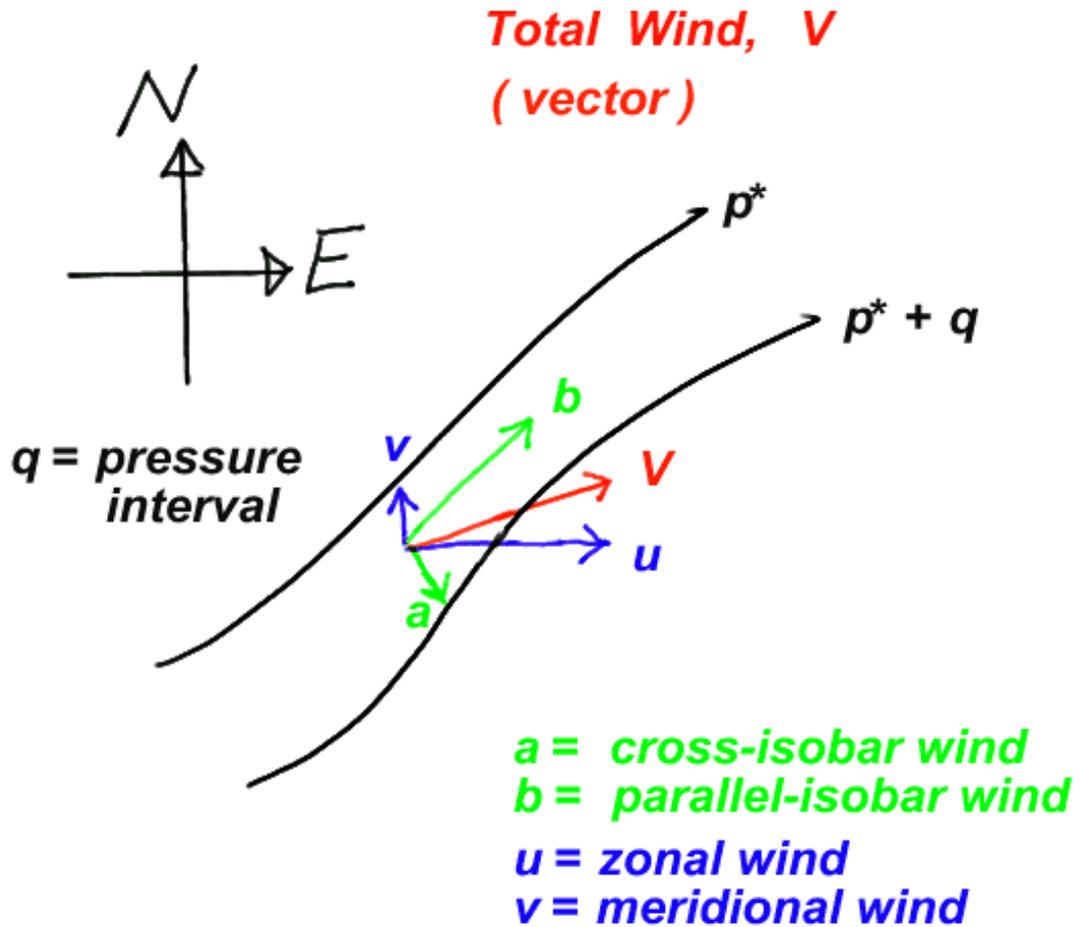


1-6 الرياح الجيوسروفيكية والحرارية *geostrophic & thermal wind* :

تعرف الـ *wind* بانها *horizontal motion* للـ *air* فوق الـ *earth surface* لذلك فان *upward currents* لا تشكل الـ *wind* بالرغم من اهميتها في تكوين الـ *weather* ونقل الـ *heat* و *Moisture* الى اعلى الـ *troposphere* . وعلى العموم لا بد من اخذ فكرة عامة ومبسطة عن *wind motion* في *atmosphere* اتجاهيا.



ان اغلب ظواهر الطقس ترتبط بحركة *air mass* التي تتفاوت بالـ *volume* بين الامتار والكيلومترات وتتداخل حركة الـ *air mass* مع الـ *zonal current* التي *encircle the earth* حيث يكون تأثير *earth's rotation* غير مهم على الـ *small mass* عكس تأثيره على الـ *large mass* بفعل *Coriolis force* ، وبصورة عامة فان *of atmosphere* *vertical extent* (scale height 7 km) اقل بكثير من *it's horizontal extent* وبالتالي فان *largest scales of* *motion are in the horizontal direction* وهو الاساس للـ *general circulation of the atmosphere*.



2-6 الرياح الجيوستروفية (رياح الدوران الارض) *geostrophic wind* :

وتتواجد هذه الـ *wind* في *atmosphere* اذا كان *air flow* بدون *acceleration & fraction* ، اي ان هذه الـ *wind* تحدث فوق طبقة الـ *fraction* اي في اعلى الـ *troposphere* وتحت تاثير *tow forces* هما *Coriolis* و

horizontal pressure gradient ، فما ان يبدأ *air parcel* بالتحرك تحت تاثير *horizontal pressure gradient force* عابرا خطوط الـ *isobar* حتى تبدأ *Coriolis force* بالعمل عن حرفه عن *it's track* الى ان يحدث تعادل بين *tow forces* وهنا يبدأ الـ *air* بالتحرك بموازاة خطوط الـ *isobar* وهذه الحركة هي الـ *geostrophic wind* التي تمتاز بالـ *monotony* وبثبات الـ *direction* وبسرعة تكاد ان تكون ثابتة تحسب من

العلاقة التالية وبدلالة *tow component*

$$U_g = -\frac{1}{\rho f} \frac{\partial p}{\partial y} \dots \dots \dots (1)$$

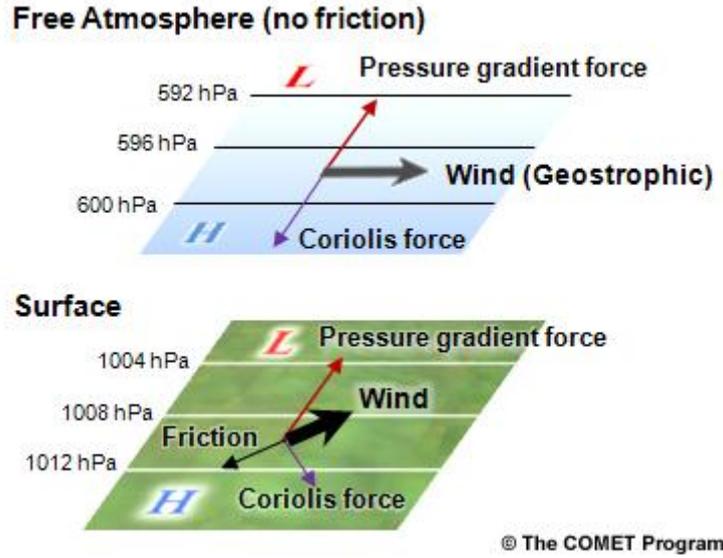
$$V_g = \frac{1}{\rho f} \frac{\partial p}{\partial x} \dots \dots \dots (2)$$

Show that

حيث: *Zonal geostrophic wind component* U_g باتجاه الغرب

Meridian geostrophic wind component V_g باتجاه الجنوب

المعادلتين اعلاه لا تصح الا فوق *fraction layer* وعندما تكون خطوط تساوي الضغط مستقيمة ومتوازية *isobaric maps* (*straight isobars*) والحركة افقية وتستخدم هذه المعادلة لحساب *wind velocity* من الـ *isobaric maps* في المناطق التي لا يوجد فيها *weather stations* لرصدها. يكون الـ *direction of pressure gradient* دائما نحو منطقة *low pressure* وتكون *components of geostrophic wind* موازية لخطوط *isobar*، و *Coriolis force* تتجه بعيدا عن مركز *low pressure*.



اذا اخذنا ارتفاع (z) *isobaric surfaces* بدلا من p وهو ما معمول به في *prediction weather maps* لانها ترسم بالاعتماد على قياسات الـ *radio-sound station* فيمكن في هذه الحالة تحويل المعادلتين (1) و(2) الى الصيغة التالية:

$$U_g = -\frac{g}{f} \frac{\partial z}{\partial y} \dots \dots \dots (3)$$

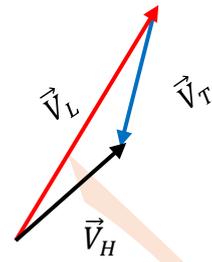
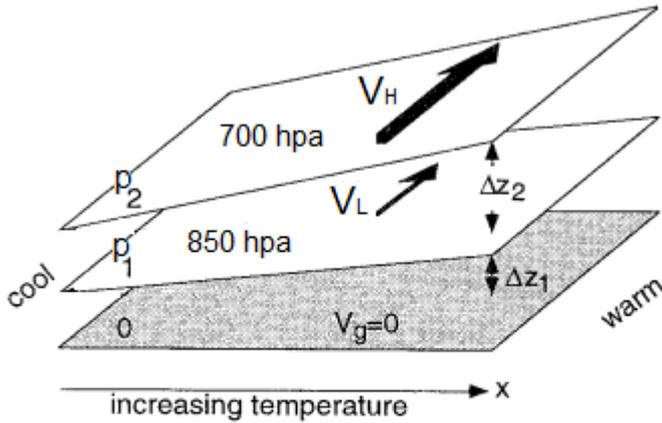
$$V_g = \frac{g}{f} \frac{\partial z}{\partial x} \dots \dots \dots (4)$$

Show that

وعلى العموم فان *isobaric surfaces* لا تكون افقية بل مائلة وانحدارها $\frac{\partial z}{\partial y}$ شمالا و $\frac{\partial z}{\partial x}$ شرقا ومن محاسن المعدلتين (3) و(4) انهما لاي يعتمدان على *air density*.

3-6 الرياح الحرارية (\vec{V}_T): Thermal wind

ان التغير العمودي في الـ *geostrophic wind* يسمى بالـ *geostrophic vertical shear* وبما ان هذا التغير يتناسب بشكل مباشر مع الـ *horizontal temperature gradient* فان *geostrophic vertical shear* يسمى ايضا بالـ *thermal wind*، حيث تتغير الـ *geostrophic wind* مقدارا واتجاها مع z عندما تتغير *temperature* افقيا. وبتعبير اخر هي الفرق الاتجاهي بين *geostrophic wind* عند مستوى اعلى (\vec{V}_H) ومستوى اوطى (\vec{V}_L):



$$\vec{V}_T = \vec{V}_H - \vec{V}_L \dots \dots \dots (5)$$

Figure 11.7
The three planes are surfaces of constant pressure (i.e., isobaric surfaces). Surface #2 has lower pressure than surface #1, etc. A horizontal temperature gradient tilts the pressure surfaces and causes the geostrophic wind to increase with height.

ولا thermal wind tow component هما:

$$\Delta U_g = -\frac{g}{fT} \frac{\partial T}{\partial y} \Delta z \dots \dots \dots (6)$$

$$\Delta V_g = \frac{g}{fT} \frac{\partial T}{\partial x} \Delta z \dots \dots \dots (7)$$

Show that

حيث: North thermal wind component ΔU_g

East thermal wind component ΔV_g

Thickness Δz

1-3-6 اهمية الرياح الحرارية (\vec{V}_T) :the important of thermal wind

لمعادلة thermal wind تطبيقات عديدة في synoptic analysis وفي weather forecasting من اهمها:

1. معرفة كيفية تغير الwind مع الارتفاع ضمن specific isobaric surface اي بمعنى ان لها اهمية في ال prediction عن wind motion في ال upper atmosphere .
2. معرفة directions معدلات خطوط isobar ضمن ال layer الواقعة بين tow tow contours line . Isobaric surface
3. معرفة vertical wind shear من تطبيق معادلة thermal wind بحيث يمكن تجنب الطيار the influence of turbulent بالنزول والصعود الى مستوى طيران اخر.
4. تستخدم لتخمين الموقع التقريبي لقلب jet stream نسبة لل Isobaric surface .

1-3-6 اشتقاق معادلة الرياح الحرارية *driving thermal wind equation*:تشتق *Thermal wind equation* بمساعدة ثلاث معادلات:-1 *Geostrophic wind equation*-2 *State equation for gases*-3 *Hydrostatic equation*

فمن *geostrophic wind equation* الناتجة من الموازنة بين *pressure gradient force* و *Coriolis force* نحصل على:

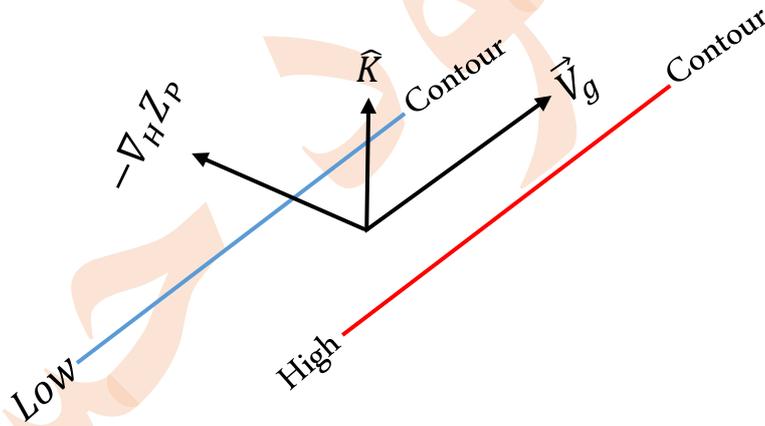
$$V_g = -\frac{g}{f} \nabla_H Z_P \times \hat{K} \dots \dots \dots (4)$$

حيث ان:

$-\nabla_H Z_P$ Horizontal pressure gradient لل counter lines for isobaric surface باتجاه ال low counter lines

\hat{K} متجه الوحدة العمودي

Geometric relationship بين حدود المعادلة اعلاه ترسم بالشكل ادناه:



$$\frac{\partial \vec{V}_g}{\partial Z} = -\frac{g}{f} \frac{\nabla_H \alpha_p}{\alpha_p} \times \hat{K} \dots \dots \dots (5)$$

الاشتقاق اللوغارتمي بثبوت ال pressure في *State equation for gases*:

$$P\alpha = RT^* \dots \dots \dots (6)$$

حيث ان : T^* درجة الحرارة التقديرية (Virtual temperature)

$$\frac{\nabla_H \alpha_p}{\alpha_p} = \frac{\nabla_H T^*_p}{T^*_p} \dots \dots \dots (7)$$

وعليه تكتب *Thermal wind equation*

$$\frac{\partial \vec{V}_g}{\partial Z} = - \frac{g}{fT^*} \nabla_H T^*_p \times \hat{K} \dots \dots \dots (8)$$

وبما ان تصحيح T^* يعتبر صغير نسبة الى التغير المكاني ل T لذا يمكننا استبدال T^* ب T_O *actual temperature* لنحصل على صيغة ال *thermal wind* ل *geostrophic wind* :

$$\frac{\partial \vec{V}_g}{\partial Z} = - \frac{g}{fT} \nabla_H T_P \times \hat{K} \dots \dots \dots (9)$$

ويمكن كتابة معادلة ال *thermal wind* بمركبتها بالشكل التالي :

$$\frac{\partial \vec{V}_g}{\partial Z} = \frac{g}{fT} \frac{\partial T}{\partial x} = V_{Tx} \dots \dots \dots (10)$$

$$\frac{\partial \vec{U}_g}{\partial Z} = - \frac{g}{fT} \frac{\partial T}{\partial y} = V_{Ty} \dots \dots \dots (11)$$

Example: prediction in atmospheric warning probability to a plane landing in Baghdad airplane, if the mean of temperature over runway in both vertical and horizontal directions 2°C/m , $f = 10^{-4} \text{S}^{-1}$, $T = 4^\circ \text{C}$, and in next day = -4°C

$$V_{Tx} = \frac{g}{fT} \frac{\partial T}{\partial x} = \frac{9.8}{4 \times 10^{-4}} \times 2 = ?$$

$$V_{Ty} = - \frac{g}{fT} \frac{\partial T}{\partial y} = ?$$

Home work

6-4 معادلة السمك *Thickness equation* :

ان المعادلة 9 اعلاه يمكن اشتقاقها بدلالة *thickness of isobaric surface*

نفرض السطوح P_1 و P_2 بحيث الاول اكبر من الثاني ، تصبح معادلة *geostrophic wind* المناظرة لهذين المستويين الضغطين بالشكل التالي :

جامعة حمود حسين