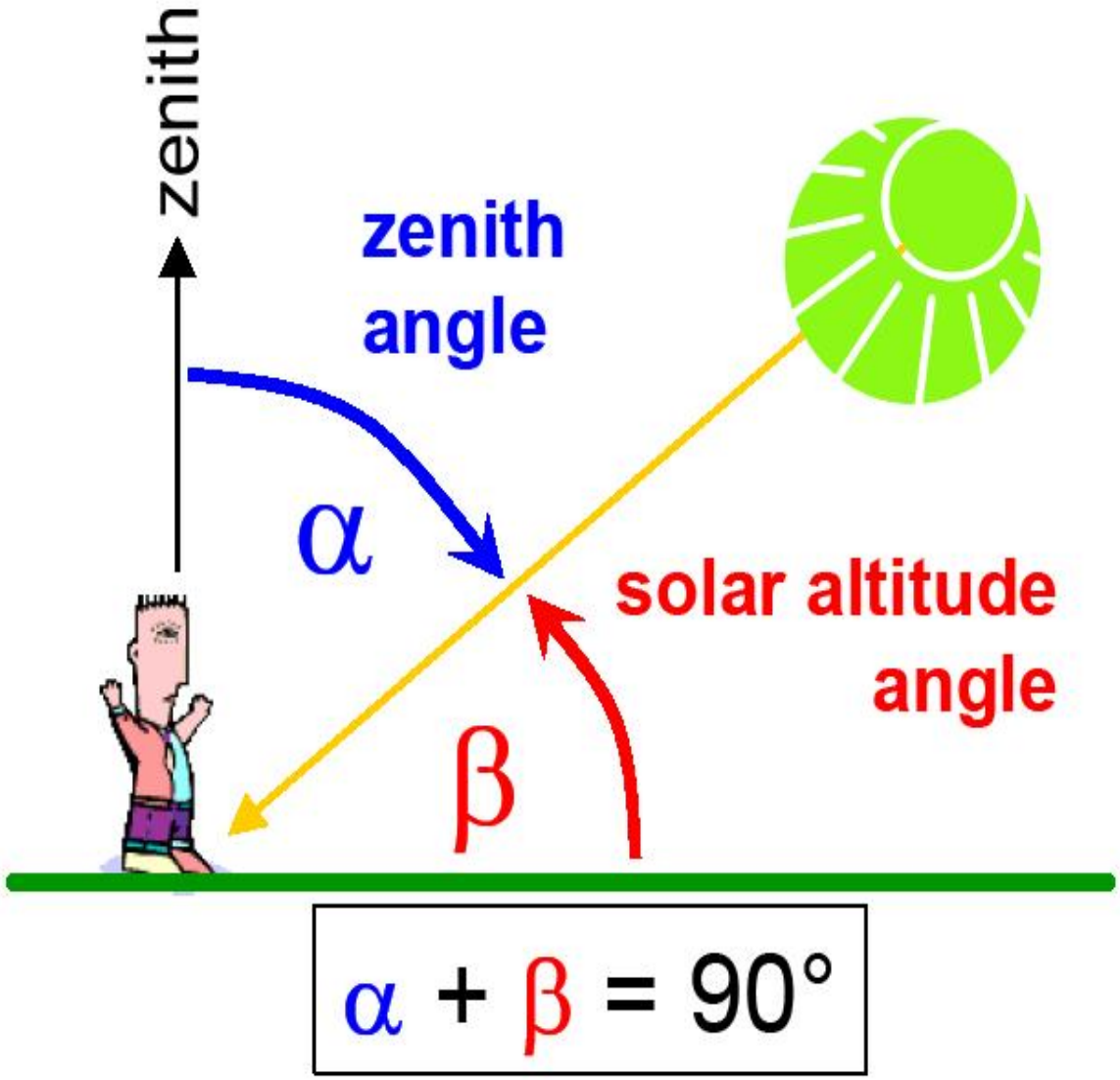
# تابع -الوحدة التعليمية الثامنة (الباب الثالث والرابع )

## أهداف الوحدة:

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة ينبغي أن يكون الطالب قادرا علي:

- التفرقة بين أغلفة الكرة الأرضية المكونة لها
- المعلومات الأساسية عن بعض الظواهر الجوية
- معرفة لفظ الهواء air ومدلولاته
- فهم الغلاف المائى والدورة المائية
- تحديد جغرافية وتركيب الغلاف الأرضى وجوف الأرض
- معرفة انواع دراسات علم المناخ
- ماهية أهم العناصر الجوية التي تحدد مناخ أي منطقة
- التعرف على انواع المناخ المختلفة

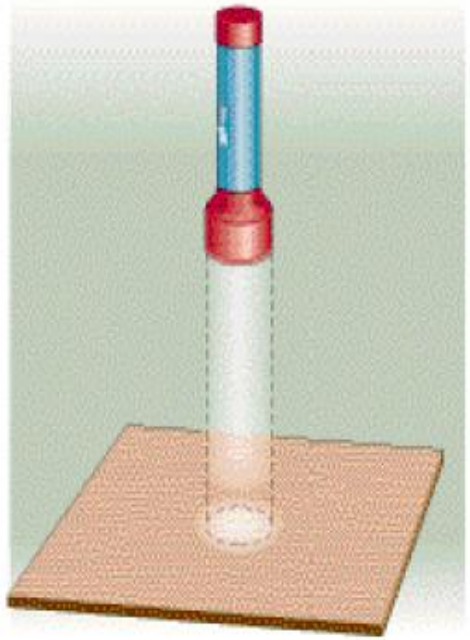



- **Altitude:** angle of the sun above the horizon
- **Zenith:** angle of the sun from vertical (straight above)

$$\alpha + \beta = 90°$$

- *Summer* - sun high above the horizon
- *Winter* - sun low on the horizon

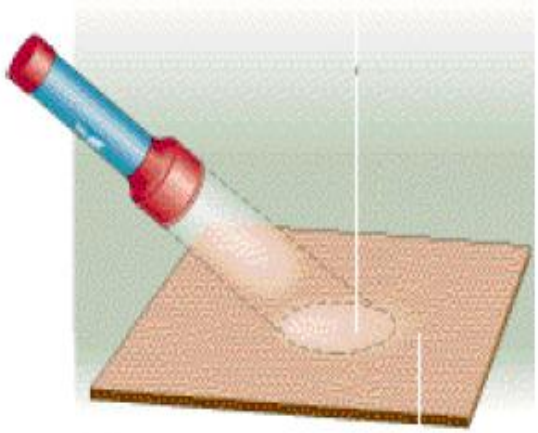
# i.) *Concentration/intensity* of sun's ray



(a)

When rays overhead (90°) energy is concentrated on small area (intense)

أ عندما تكون الأشعة (٩٠ °)
تركيز / كثافة شعاع الشمس مُرَكَّزةٌ على منطقة صغيرة

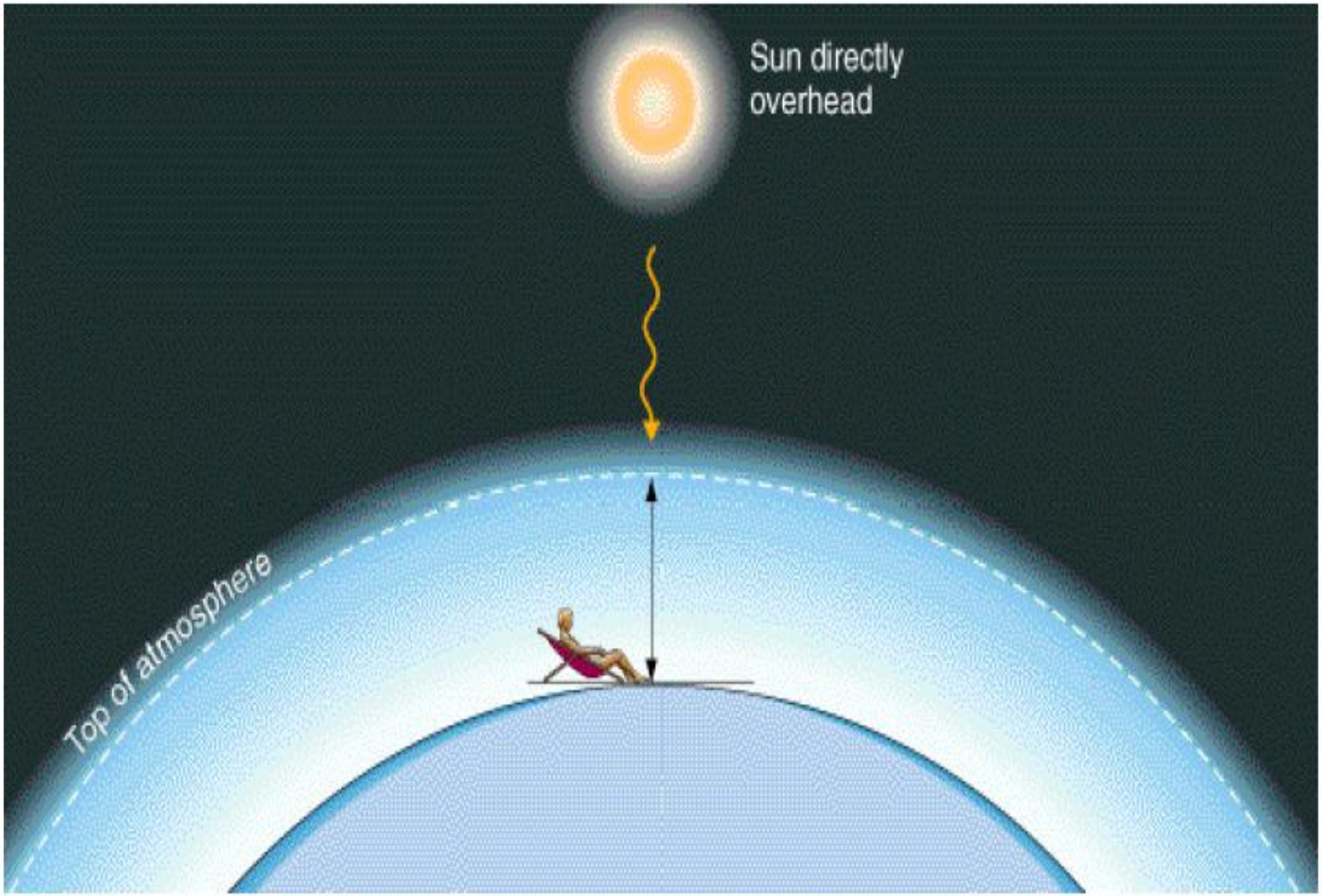


(b)

Lower angle (oblique) - larger area illuminated but less intense

ب- عندما تكون الزاوية حادّة (مائلة)
فالمنطقة المضيئة أكبر لكن أقل تركيز / كثافة شعاع الشمس

ii) Angle of sun determines the *amount* of atmosphere the sun rays have to *traverse*



## الإمتصاصAbsorption

- (١) عملية أخْذ كمية من الطاقة وجعلها جزء من مادة موجودة فعلا.
- (٢) إعتراض الإشعاعِ الكهرومغناطيسي أوموجات الصوتِ.

## التوصيلConduction

- التوصيل يَشْملُ نقلِ الطاقةِ مباشرة مِنْ الذرّةِ إلى الذرّةِ ويُمثّلْ تدفقَ الطاقةِ حسب انخفاض وتدرج درجةِ حرارة (من الأعلى الى الأقل).

## الإنتقالConvection

- يَتضمّنُ الإنتقالُ نقلَ طاقةِ الحرارةِ بواسطة الحركاتِ الكتلية العموديةِ خلال وسط ما.

## الإنتشارDiffusion

- ١-هى خَلْط لجزئيات مادة داخل مادةِ أخرى.
- ٢- إعادة توجيه او إنكسارِ للاشعاع الشمسي في العديد مِنْ الإتّجاهاتِ.وهى العمليةِ التي تسبب سفروانتقال الشعاع لمسافة اطول الى أنْ يُصبحَ أقل قوة وكثافة.

## الإشعاع أو الطاقة الأثيرية:

- من هذه الإشعاعات ما تستشعره حواسنا مباشرة مثل الحرارة التي تستجيب لها حاسة اللامس خاصة ويطلق عليها في الكتب العلمية عادة اسم الأشعة تحت الحمراء، ومثل الضوء الذي تميزه الأعين، والضوء الأبيض الذي ترسله الشمس هي مجموعة الأشعة المرئية ذات الألوان المختلفة.
- ومن الإشعاعات الأثيرية ما نلمس آثارها فقط مثل الأشعة فوق البنفسجية التي عندما تتعرض لها الأجسام على سواحل البحار أو فوق الجبال تكسب البشرة لونا برنزيا جميلا، ومثل أشعة إكس المعروفة في تصوير الأجزاء الداخلية للأجسام.
- وتنتقل هذه الإشعاعات في الفضاء أو في الهواء الجوى على صورة أمواج تنتشر بسرعة الضوء (أي ٣٠٠٠٠٠ كم في الثانية).
- ولكل موجة أثيرية (كأمواج اللاسلكي مثلا) طول خاص يقاس عادة بالمتر أو بالسنتيمتر، أو في حالات الأمواج القصيرة بوحدة الميكرون، وهو جزء من عشرة آلاف جزء من السنتيمتر الواحد،

## الأشعة تحت الحمراء الحرارية Thermal Infrared Radiation

- هي شكل من اشكال الإشعاعِات الكهرومغناطيسية والتى لها طول موجى بين ٣ إلى ١٤ ميكرومتر (µm).

## إشعاع الموجات القصيرةِShortwave Radiation

- هو إشعاع الكهرومغناطيسي ذا طول موجى بين ٠.١ ٠.٧ ميكرومتر (µm). ويستخدم عادةً لوَصْف الإشعاع المنبعثة مِنْ الشمس.

## إشعاع الاشعة السينيةِX-Ray Radiation

- هو شكل الإشعاع الكهرومغناطيسي الذى له طول موجى بين ٠.٠٣ إلى ٣٠ نانوميتر

## الثابت الشمسىSolar Constant

- هو مصطلح يُستَعملُ لوَصْف الكميةِ المتوسطةِ للتعرّض للشمس والواصل الى سطح أفقي في حافةِ غلاف الأرض. هذه القيمةِ = حوالى ١٣٧٠ وات لكلّ متر مربّع.

## الريح الشمسيةSolar Wind

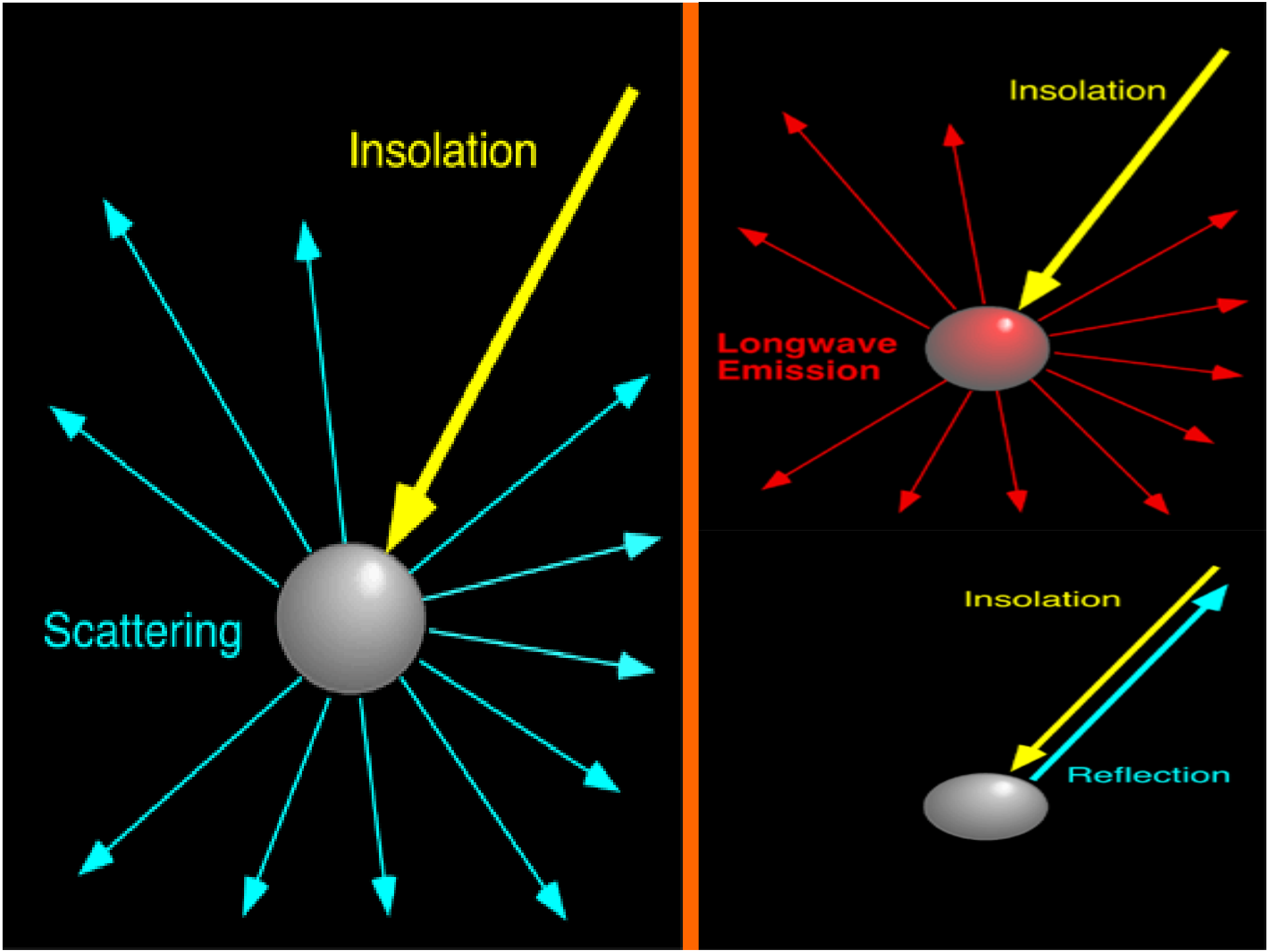
- هى انبعاث كتلةٌ من الغازات المتأينة إلى الفضاءِ من الشمس. ولها دور كبير في تشكيل الفجر القطبىauroras.

## السنة الشمسيةSolar Year

- هو الوقت اللازمِ للأرضَ لاكمال دوران كامل في مدارها حول الشمس. وهو تقريباً ٣٦٥.٢٤٢٢ يوم.

## الإشعاع الشمسى Solar Radiation

- هو الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي يَنْشأُ مِنْ الشمس. أغلب الإشعاع الشمسَى ينطلق في أطوال موجية بين ٠.١ - ١.٠ ميكرون (µm).
- وعندما تحترق هذه الإشعاعات المادية مثل جو الأرض تعانى سلسلة من الظواهر الطبيعية مثل الإنعكاس من قمم السحب (وهو شبيه بالإنعكاس من المرايا) ويتضمن ارتداد جزء من الطاقة. ومثل الإمتصاص. ومثل التشتت أو التناثر. وتتوقف قيمة الإمتصاص على طبيعة الوسط المادى الذي يمتص الطاقة، فهي تختلف من جسم لآخر ومن غاز لآخر.


Insolation
Scattering
Insolation
Longwave
Emission
Insolation
Reflection

## الشمسSun

- الشمس نجم هائل يزيد قطره علي مليون وثلث مليون كيلومتر أي أن قطر الشمس أكبر من قطر الأرض مائة مرة. وتبلغ درجة حرارة جو الشمس الخارجي ٦٠٠٠ ºم. وتزداد هذه الحرارة سريعا بازدياد القرب من المركز حيث تصل إلى أكثر من ٢٠ مليون درجة، وذلك نظرا لما تعانيه مكونات المركز من ضغوط هائلة تفوق الوصف. والمسافةُ متوسطةٌ بين الشمسِ والأرضِ حوالي ١٥٠,٠٠٠,٠٠٠ كيلومترَ. مدار الأرضَ لَيسَ دائريَ لكن إهليليجيَ (بيضاوى).

- ويحوى الإشعاع الشمسي قبل دخوله جو الأرض نسبا متباينة من الإشعاعات الأثيرية ذات الموجات المختلفة الأطوال، إلا أنه يمكن حصر المواد الأعظم منها في حزمة تحدها موجتان هما نحو ٠.١٧ ميكرون ونحو ٤ ميكرون.

وتقدر نسب الطاقة في طيف الشمس في كل ١٠٠ وحدة على النحو الآتى:

١- حوالى ٩% أشعة فوق البنفسجية وهذه تكون حزمة تنحصر أطوال أمواجها بين ٠.١٧ ميكرون ونحو ٠.٣٣ ميكرون.

٢- حوالى ٧٠% أشعة مرئية (ضوء). وهذه تكون حزمة من الإشعاعات تنحصر أطوال أمواجها بين ٠.٣٤ ميكرون ونحو ٠.٨ ميكرون. هذه الحزمة هي مصدر النور. ويصل التنوير نهايتها العظمى عند انتصاف النهار،

٣- نحو ٢١% أشعة تحت الحمراء (حرارية) وهذه تكون حزمة طويلة تمتد أمواجها من حوالي ٠.٨١ ميكرون إلى ١ ميكرون وأكثر وتلعب هذه الإشعاعات أهم الأدوار في النشاط الجوى بأسره.

# Radiation in the Earth-Atmosphere System

| | Ultraviolet Radiation UV | Visible Radiation | Infrared Radiation IR | |
|---|---|---|---|---|
| **Wavelength** | $10^{-2}$ – 0.4 μm | 0.4 – 0.7 μm | 0.7 – 100 μm | |
| **Effect** | Sunburn | "sunlight" | heat-radiation | |
| | | 0.4 μm violet<br>blue<br>0.5 μm green<br>yellow<br>0.6 μm orange<br>0.7 μm red | **near IR**<br>0.7-1.5<br>[μm] | **far IR**<br>1.5 – 100<br>[μm] |
| **Class** | ← Shortwave radiation → | | | longwave radiation |
| **sun output** | 7 % | 43 % | 37 % | 11 % |
| **Earth output** | 0 % | 0 % | ~0 % | ~ 100 % |

- **shortwave radiation**: only solar radiation
- **longwave radiation**: IR radiation *emitted* by the E/A-system

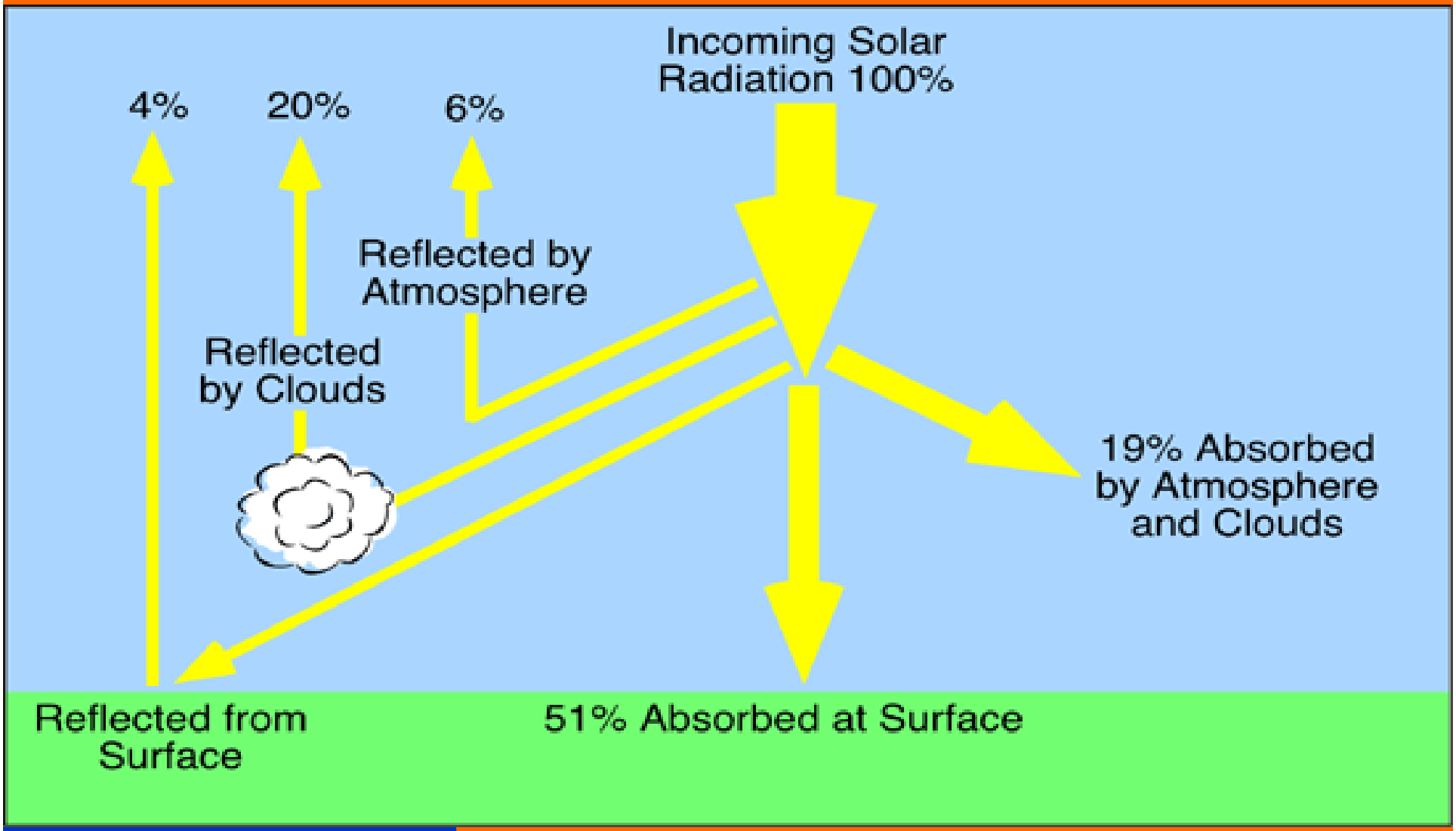
## الجسم الأسود Black Body

- هو الجسم الذي ينبْعثُ منه إشعاعَ كهرومغناطيسيَ- في أي درجة حرارة- بأقصى كمية ممكنة لكلّ وحدةِ مساحة سطحيّةِ. كذلك يَمتصُّ هذا الجسمِ كُلّ الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي يُعتَرضُه.

## البيدو الأرضEarth Albedo

- هو عبارة عن مقدار الانعكاس مِنْ الجوِّ وسطح الأرضَ َمعا. وتُشيرُ المقاييسُ بأنّ متوسط قيمة الألبيدو للأرضَ = تقريباً ٣٠.%
- كذلك نجد أن الأرض في دورتها حول نفسها إنما تدور حول محور يميل بمقدار ٢٣.٥ درجة مع مستوى فلك الأرض في القطع الناقص سالف الذكر، ولا يتعامد الإشعاع الشمسي فعلا على خط الاستواء إلا في يومي ٢١ مارس ثم ٢٢ سبتمبر حيث يتساوى الليل والنهار في كافة أنحاء الأرض.
- وينعدم الإشعاع الشمسي عند القطب الشمالي خلال الفترة بين ٢٢ سبتمبر إلى ٢١ مارس. لأن الشمس لا تشرق هناك خلال هذه المدة ويكون الإشعاع ظاهرا في المدة القصيرة بين ٢١ مارس و٢٢ سبتمبر.

# إشعاعات الأرض وغلافها الجوي




الميزانية الحرارية العامة لجو الأرض (الأشعة الشمسية الداخلة والخارجة منها بواسطة الغلاف الجوى وسطح الأرض)

**Global modification of incoming solar radiation by atmospheric and surface processes.**

## الجو كآلة حرارية:

- يعتبر الجو آلة حرارية تتحرك أجزاؤها، ومن صور هذه الحركة الدورة العامة للرياح ومنها الدورات المحلية مثل العواصف والأنواء ونحوها، وكلها تستلزم مصادر دائمة للطاقة في جو الأرض. ولما كان المصدر الوحيد لهذه الطاقة هو الإشعاع الشمسي فإن الجو يجب أن يستوعبها إما بالطريق المباشر امتصاص الجو للإشعاعات الشمسية خاصة بعد تناثرها فيه أو الطريقة غير المباشرة عن طريق سطح الأرض بعد تسخينه بالإشعاع الشمسي بأن يتم انتقال هذه الحرارة المكتسبة إلى الجو بوسائل أهمها التوصيل الحراري وتيارات الحمل وعمليات البخر التكاثف وسيأتي بيانها ثم امتصاص بخار الماء.

## حرارة كامنة للتبخير Latent Heat of Vaporization

- هى كمية الطاقةِ الحراريةِ اللازمة مِنْ البيئةِ لتَغيير حالةِ سائل إلى غاز. فجرامِ واحد مِنْ الماءِ، بلزمه كمية طاقةِ حراريةِ قدرها٥٤٠ سُعر حرارى (كالورى) في درجة حرارة ١٠٠ ° مئوية.

## الذَوَبانMelting

- هى العملية الطبيعية لتحول صلب الى سائل. بالنسبة للماءِ، تَتطلّبُ هذه العمليةِ تقريباً ٨٠ (كالورى) مِنْ السُعرات الحراريةِ مِنْ طاقةِ حرارةِ لكُلّ جرام يتم تحولهَ.

## عامل الإمتصاص:

- يمتص الأكسجين من الإشعاع الشمسى عند اختراقه طبقات الجو العليا على أبعاد أكبر من ٨٠ كيلومتر كثيرا من الطاقة فوق البنفسجية في حزمة امتصاص تمتد من ٠.١٧ ميكرون إلى ٠.٢ ميكرون وتعرف حزمة الإمتصاص هذه باسم "حزمة امتصاص شومان" وتتحول الطاقة فوق البنفسجية بعد امتصاصها إلى طاقة حرارية
- أما الأوزون فهو يمتص في حزمة امتصاص تعرف باسم "حزمة هارتلى" وتحدها الموجتان ٠.٢ ميكرون ونحو ٠.٣٢ ميكرون كما أن هذا الامتصاص يسبب تسخين الجو بشكل ظاهر في تلك الطبقات.
- وفي المتوسط يمتص غاز الأكسجين وغاز الأوزون في الجو نحوا من ٢.١% من الإشعاع الشمسي يوميا، وهي تكفى لحفظ حالة التوازن الحراري في تلك الطبقات وتعوض النقص نتيجة لإشعاعاتها.
- أما في طبقات الجو السفلى حيث يقل ورود الطاقة فوق البنفسجية لامتصاص اغلبها في الطبقات العليا فيقوم بهذا الدور بخار الماء الذي يكثر تواجده في الطبقات القريبة من سطح الأرض الذي هو مصدر أبخرة المياه في الجو. ولبخار الماء سلسلة من حزم الإمتصاص تبدأ عند الموجة الضوئية ٠.٨٢ ثم ٣.٢ ميكرون. وتتوقف مقادير الطاقة الممتصة على كمية بخار الماء العالق في الهواء بمعنى أن الامتصاص يشتد كلما كثرت أبخرة المياه. ونحو ٦% إلى ٨% من الإشعاع الشمسي يمتص يوميا بواسطة بخار الماء العالق في الجو السفلى خاصة.

- وإذا حسبنا مقدار الإمتصاص الذي تحدثه المواد الغريبة التي تعلق في الجو من آن لآخر مثل الغبار ونحوه معتمدين على القياسات الدقيقة لهذه العوامل، وجدنا أنها بعد أخذ متوسطاتها على الكرة الأرضية لا تمتص أكثر من ٢% من الطاقة الشمسية.

## عامل التشتت أو التناثر وزرقة السماء:

- تعانى بعض الإشعاعات الشمسية ظاهرة التشتت أو التناثر في أرجاء الجو وذلك بواسطة جزئيات الهواء وجزئيات بخار الماء ثم حبات أو ذرات الأتربة والرمال العالقة في الهواء. ومن المعروف أن ظاهرة التشتت هذه لا تكتمل إلا للأمواج الأثيرية التي أطوالها أصغر من أقطار جزئيات الوسط العامل على التناثر وإلا حدثت عدة إنعكاسات فقط للموجة بدلا من تناثرها. كما أن من المعروف أيضا أن كمية الطاقة التي تتناثر تتناسب عكسيا من الأس الرابع لطول الموجة المتناثرة أي أنه كلما صغر طول الموجة كلما زادت كميتها المشتتة.
- ولما كانت الأمواج الزرقاء من أصغرها طولا فإنها بمجرد دخولها جو الأرض تغمره بالزرقة المشتته في كل إتجاه فيبدو كقبة زرقاء.

- أي أن الارتفاع في درجة الحرارة الناتجة من امتصاص كمية معينة من الطاقة يكون كبيرا كلما قلت حرارتها النوعية والعكس بالعكس. لذا لا ترتفع درجة الحرارة على البحار والمحيطات أثناء الصيف بنفس القدر الذي يشاهد داخل القارات المتاخمة وتستجيب المحيطات ببطء للتغيرات الحرارية.

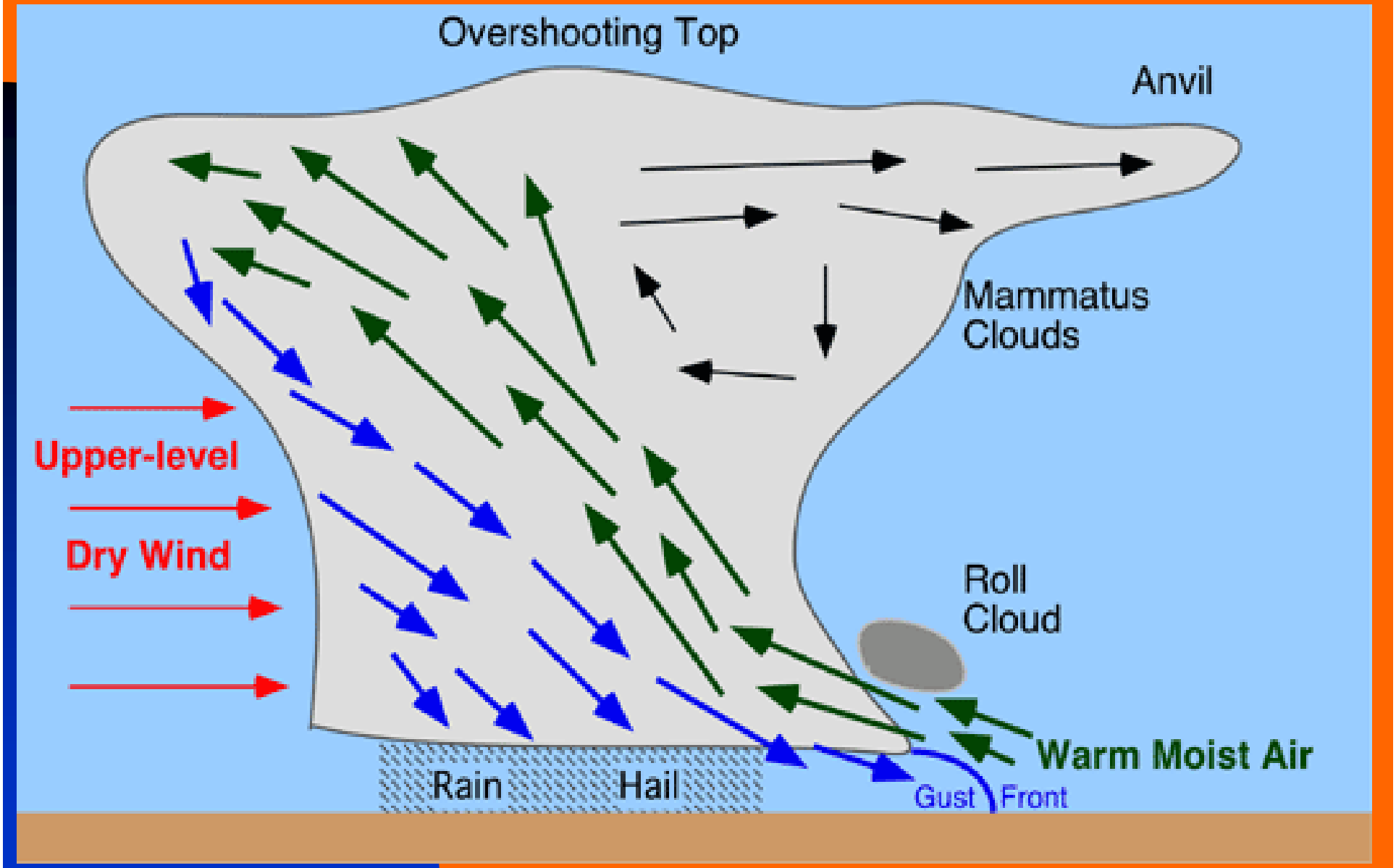
## التوصيل الحراري:

- هذه ظاهرة طبيعية تشاهد عندما يلامس جسم مادي ساكن آخر أبرد منه فإن الحرارة تسرى من الجسم الساخن إلى الجسم البارد. ويعمل التوصيل الحراري على تسخين طبقات الهواء الملاصقة لسطح الأرض ولكن يقتصر عمل هذه الظاهرة غالبا على تسخين طبقة رقيقة.

## الحركة غير الإنسيابية:

- ويساعد على هذه الحركة ازدياد سرعة الهواء، أو وجود عوائق ومرتفعات على سطح الأرض ومنها أمواج البحر العالية. أما إذا صعد الهواء في صورة تيار مستمر فإنه يطلق عليه اسم تيار الحمل لأنه يحل الحرارة والأبخرة إلى طبقات عالية. والسبب المباشر لتيارات الحمل تسخين سطح الأرض بالإشعاع الشمسي مما يولد التيارات الصاعدة أثناء النهار، وهذه تشتد في حالات عدم الإستقرار الجوى وخاصة إذا حدث التكاثف في صورة سحب أو أمطار وانطلقت الحرارة الكامنة للتبخر من آن لآخر.

- تمتاز الرياح التجارية بهبوبها على المناطق الحارة التي تكاد تتعامد عليها الإشعاعات الشمسية طول العام كما تعرف بشدتها وثبوتها النسبي على المحيطات حيث يكتسب الجو أكبر أجزاء طاقاتها اللازمة لنشاطه، وحيث يلازم الرياح التجارية ظهور مجاميع مميزة من السحب الركامية. وقد اهتم العلماء برصد هذه السحب الركامية، خاصة وأنها السحب التي يمكن أن تنمو رأسيا إلى ارتفاعات شاهقة، كما أنها يمكن أن تسبب عواصف الرعد thunder stormes التي يخشاها الملاحون، وأمكن دراسة تكونها ووسائل انتقال الحرارة وأبخرة المياه من أسطح المحيطات إلى طبقات ظهورها، ووجد أنها تلعب دور هاما في تولد واستمرار دورة الرياح العامة. وتسمى هذه المجاميع المميزة من السحب الركامية باسم ركامى التجاريات وهي تتواجد على المحيطات ما بين خطى عرض ١٠ و ٣٠ شمالا وجنوبا.




نموذج يوضح الميزّاتِ الرئيسيةِ وأنماطِ التوزيع المرتبطة بالعاصفة الرعديّة الحادّة.

- ولكي نأخذ فكرة إجمالية عن كمية الطاقة التي تنقلها مجموعات ركامى التجاريات نضرب مثلا بأن إعصارات واحدا من أعاصير المناطق الحارة التي تتواجد في هذه المناطق يستنفذ من الطاقة ما يعادل القيمة التي تولدها ٣٠ ألف قنبلة ذرية، كما أن مساحة قدرها كيلومترا مربعا واحدا يغطى نصفها فقط بسحب ركامى التجاريات يمكن بطريقة نزح أبخرة المياه إلى أعلى أن تمد الجو بحرارة تعادل ما في الدقيقة ما ينطلق من مفرقعات الديناميت التي زنتها ١٠٠٠ رطل. وإذا جمعنا جميع مساحات التجاريات فوق المحيطات في المناطق الحراة فإننا بذلك نحصل على كمية من الطاقة تنزحها هذه السحب تعادل أربعين أو خمسين مرة الطاقة اللازمة لدورة الرياح العامة، وتفقد أغلب هذه الطاقة بالإشعاع والإحتكاك ونحوها.

# Hurricane as seen from the space shuttle (Source: NASA).

# قياس سطوع الشمس والإشعاع

# MEASUREMENT OF SUNSHINE AND INSOLATION

إن مدة سطوع الشمس التي ترتبط بدورها بدرجات الحرارة هي في واقع الأمر عامل هام في الحياة حيث يتوقف عليها نشاطات الإنسان والأجسام تشع أو تمتص حرارة عن طريق التوصيل والنقل وكذلك عن طريق الإشعاع حتى لو كان الجسم موجودا في الفراغ

## الإشعاعRadiation

- هو عبارة عن إشعاع وتوليد الطاقةِ على شكل موجاتِ كهرومغناطيسيةِ.

## مقياس الاشعاع الشمسى Radiometer

- هو الجهاز المستخدم لقيَاْس الإشعاع الشمسى هند طولِ موجى معيّنِ.

## أولا: قياس مدة سطوع الشمس

- أجهزة قياسات مدة سطوع الشمس تعتبر من أبسط أجهزة القياس وأكثرها شيوعا جهاز تسجيل وقت سطوع الشمس ويعرف باسم مسجل أشعة الشمس Sunshine recorder
- وعند استعمال هذا الجهاز لا بد أن نعرف زاوية ميل الشمس تماما حتى يمكن استخدام الجهاز بنجاح. ويمكن استخدام أنواع خاصة من آلات التصوير التي تعمل بنوع من الورق الحساس الذي يين حالة الإضاءة التي هي صورة من صور الأشعة الساقطة.

## ثانيا: قياس درجة حرارة الإشعاع:

هناك العديد من الأجهزة المستخدمة لرصد أو تسجيل الإشعاع منها أجهزة قوامها وجود أسطح متساوية في المساحة سوداء على شكل صفائح أو حلقات تمتص فيها الأسطح السوداء حرارة أكبر مما تمتصه الأسطح البيضاء أو اللامعة ويتخلق عنها فرق جهد حراري يتحول إلى فرق جهد كهربي أو ميكانيكي يمكن تسجيله أو قياسه. على سبيل المثال بعض هذه الأجهزة:

- راديو متركروكس Crocis Radiomter جهاز بسيط متوسط الدقة لقياس الإشعاع الحراري

## وحدات قياس الحرارة:

- الوحدة المئوية باعتبار درجة غليان الماء ١٠٠ درجة مئوية والتجمد صفر وقد تسمى الدرجة المئوية.
- الوحدة الفهرنهيتية: باعتبار درجة غليان الماء ٢١٢ ودرجة التجمد ٣٢ وتقسيم الفرق بينهما إلى ١٨٠ قسم كل قسم يسمى وحدة فهرنهيتية.
- وحدة القياس المطلقة: تشابه المئوي لكنه يعتبر درجة التجمد ٢٧٣ ودرجة الغليان ٣٧٣.

| Measurement Scale | Steam Point of Water | Ice Point of Water | Absolute Zero |
|---|---|---|---|
| Fahrenheit | 212 | 32 | -460 |
| Celsius | 100 | 0 | -273 |
| Kelvin | 373 | 273 | 0 |

- تحويل الوحدات الحرارية:
- للتحويل من درجة مئوية إلى درجة فهرنهيتية = درجات مئوية × (٥١٩) + ٣٢
- للتحويل من درجات فهرنهيتية إلى درجات مئوية = (درجات فهرنهيتية – ٣٢) × (٩١٥).
- للتحويل من درجات مئوية إلى درجات مطلقة = الدرجات المئوية + ٢٧٣
- للتحويل من درجات مطلقة إلى درجات مئوية = الدرجة المطلقة – ٢٧٣
- التحول من درجات مطلقة إلى درجات مئوية.

- **وأهم الترمومترات المستخدمة فى المرصد:**
- **الترمومتر العادي.**
- **ترمومتر النهاية العظمى Maximum thermometer**
- **ترمومتر النهاية الصغرى Minimum Thermometer**
- **ترمومتر سكس Six Thermometer**
- **مسجل الحرارة Thremograph**
- **ترمومتر التربة**

# الضغط الجوى

- الهواء الجوى يتركب من عدة غازات لذا فإننا نتوقع أن تحدث جزئيات الغازات هذه قوة أو ضغط على الأجسام أو السطوح الموجود به.
- وفي حالة عدم وجود أي حركة للهواء رأسيا إلى أعلى أو إلى اسفل أي عند استقرار الهواء يكون هذا الضغط أو هذه القوة عند أي نقطة مكافئا وزن عمود في الهواء مساحة مقطعه وحدة المساحات وممتد رأسيا من هذه النقطة حتى نهاية الغلاف الجوى.
- وكلما بعدنا عن سطح الأرض إلى أعلى نقص طول هذا العمود وعلى ذلك يقل الضغط الجوى.
- وعليه فإن الضغط الجوى عند سطح الأرض يعادل وزن عمود من الزئبق يساوى ١× ٧٦ × ١٣.٦ × ٩٨٠ = ١.٠١٣٣٠٧ داين

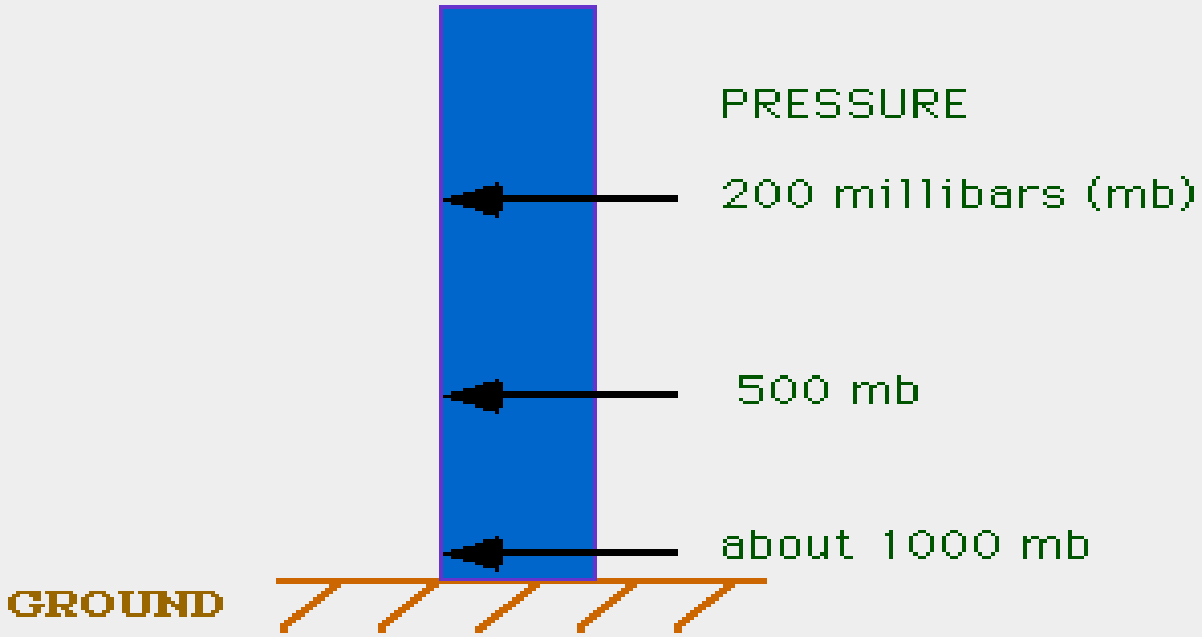
- أجهزة قياس الضغط الجوىيمكن عرضها فيما يلي:
- ١- أنبوبة تورشيللي (البارومتر الزئبقى)
- ٢- البارومتر المعدني Sylphon Cell
- ٣- الباروجراف Barograph

في طبقة التروبوسفير يحو الهواء بخار ماء وهو أقل كثافة من الهواء الجاف والنسبة بين كثافة بخار الماء والهواء الجاف هي ٥/٨.
ولذلك فإن كثافة الهواء الرطب أقل من الهواء الجاف.

| Pressure | Approximate Height | Approximate Temp. |
|---|---|---|
| Sea-Level | 0 m -> 0 ft | 15 C -> 59 F |
| 1000 mb | 100 m -> 300 ft | 15 C -> 59 F |
| 850 mb | 1,500 m -> 5000 ft | 5 C -> 41 F |
| 700 mb | 3,000 m -> 10,000 ft | -5 C -> 23 F |
| 500 mb | 5,000 m -> 18,000 ft | -20 C -> -4 F |
| 300 mb | 9,000 m -> 30,000 ft | -45 C -> -49 F |
| 200 mb | 12,000 m -> 40,000 ft | -55 C -> -67 F |
| 100 mb | 16,000 m -> 53,000 ft | -56 C -> -69 F |

**Pressure** is simply the weight of the air above a given level. As you go up in the atmosphere, there is less air above you, so pressure is less.

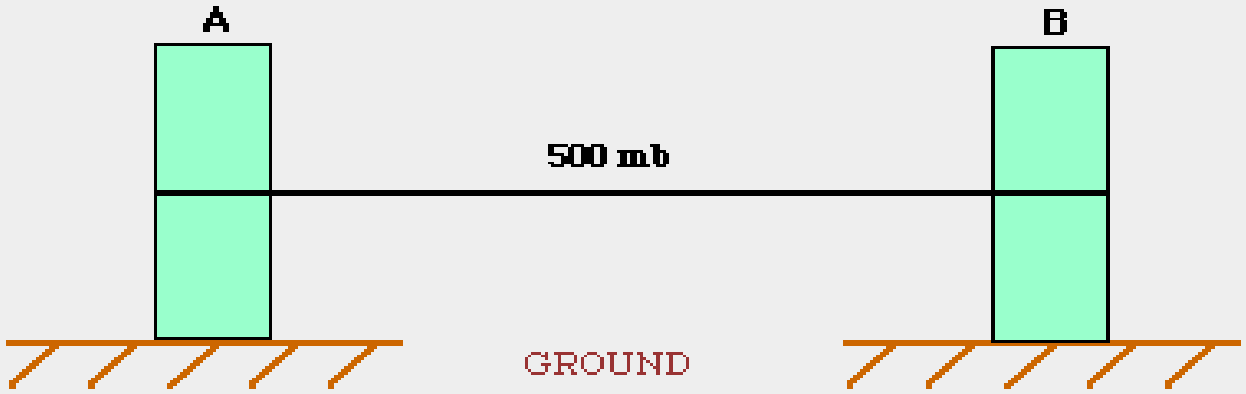
Consider this column of air shown in blue.




The height of a pressure surface, like the 500 mb surface, is simply the distance you must go up in the atmosphere to find that pressure.

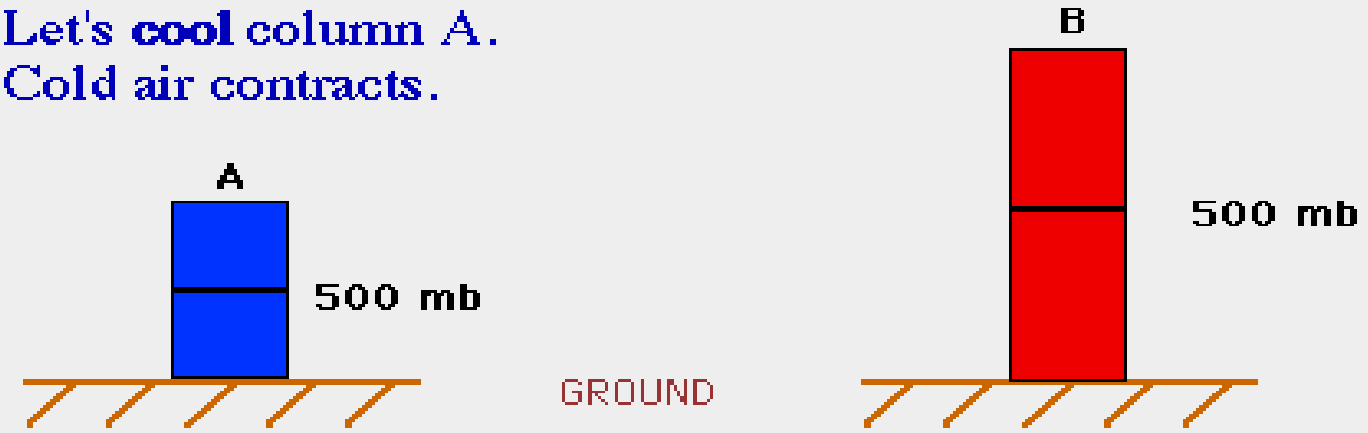
Department of Atmospheric Sciences
University of Illinois at Urbana-Champaign

Consider two identical columns of air (A and B) above the ground. Since they are identical, the 500 mb surface is found at the same height in each column.



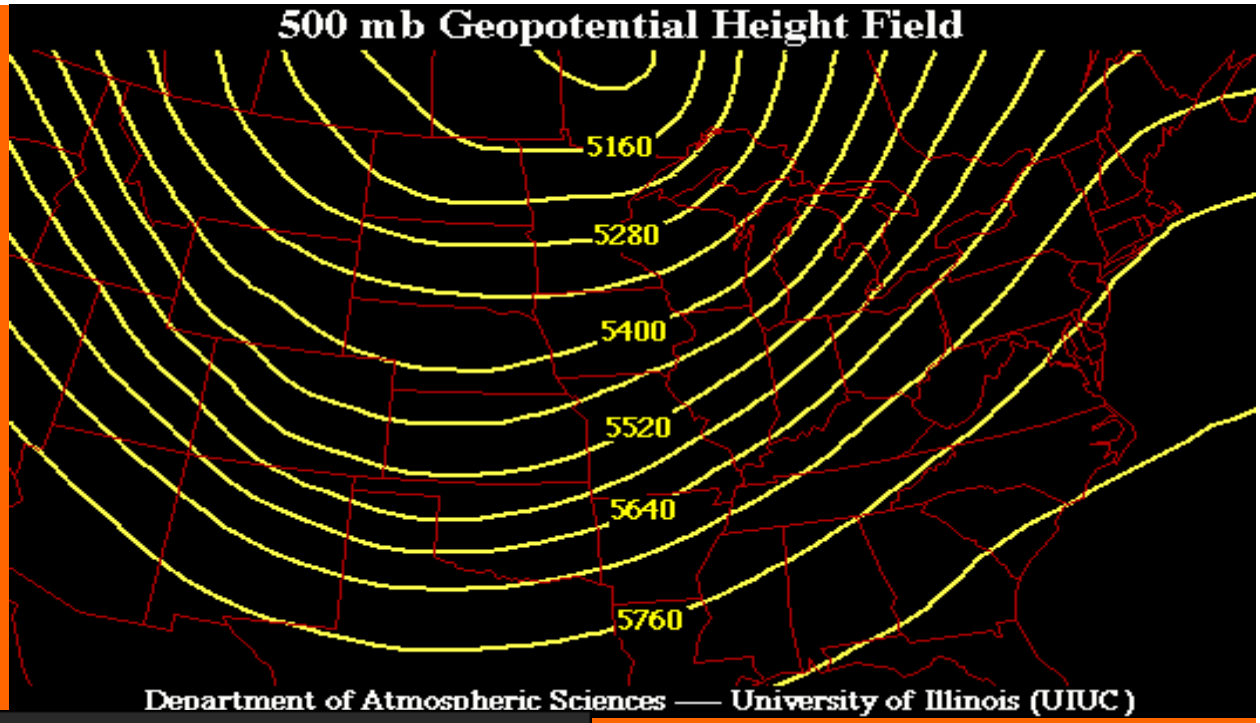

Let's **heat** column B.
Warm air expands.

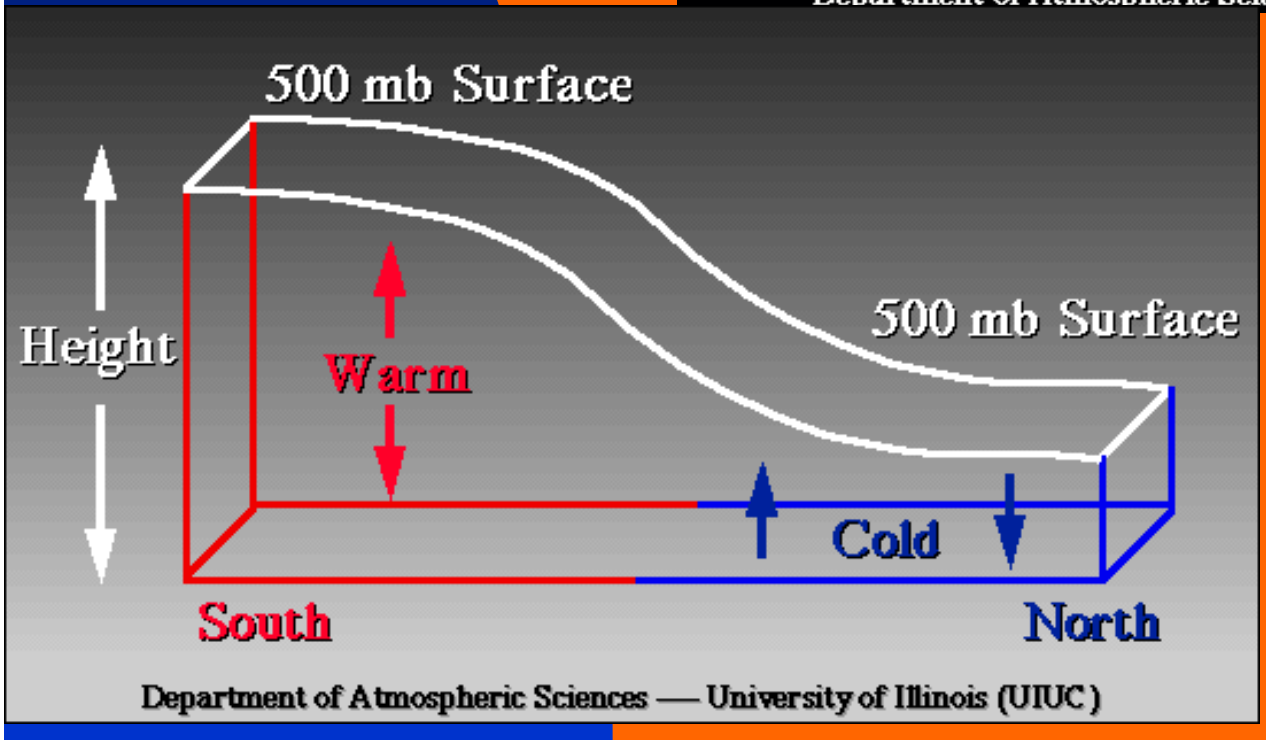
Let's **cool** column A.
Cold air contracts.




**The 500 mb surface is found at a lower height in the cool air than in the warm air.**

Department of Atmospheric Sciences
University of Illinois at Urbana-Champaign


500 mb Geopotential Height Field
5160
5280
5400
5520
5640
5760
Department of Atmospheric Sciences — University of Illinois (UIUC)


500 mb Surface
500 mb Surface
Height
Warm
Cold
South
North
Department of Atmospheric Sciences — University of Illinois (UIUC)

## يتوقف كثافة الهواء عند سطح الأرض على ما يأتى:

١- درجة حرارة الهواء كلما زادت درجة حرارة الهواء كلما نقصت الكثافة.

أ- كثافة الهواء بالنهار أقل من كثافته بالليل.

ب- كثافة الهواء فوق اليابس في فصل الشتاء أكبر منها فوق البحار.

٢- الضغط الجوى: كلما زاد الضغط زادت كثافته.

٣- بخار الماء: تقل كثافة الهواء كلما زادت نسبة بخار الماء في الجو

## تغير كثافة الهواء الجوى مع الارتفاع:

- يتناقص الكثافة مع الإرتفاع على الرغم من تناقص الحرارة مع الإرتفاع وذلك نظرا لتناقص الضغط بمعدل أكبر لتناقص الحرارة مع الإرتفاع.
- متوسط كثافة الهواء الجوى على بعد ٦ كم من سطح الأرض = ١/٢ كثافة الهواء عند سطح الأرض.
- متوسط كثافة الهواء الجوى على بعد ٢٠ كم من سطح الأرض = ١/١١ كثافة الهواء عند سطح الأرض.
- وقد وجد أن الطائرات لها القدرة على التسلق في طبقة الإستراتوسفير فوق المناطق الإستوائية عنها في المناطق القطبية وهذا يدل على أن الكثافة فوق المناطق الاستوائية أكبر منها في المناطق القطبية في طبقة الإستراتوسفير.

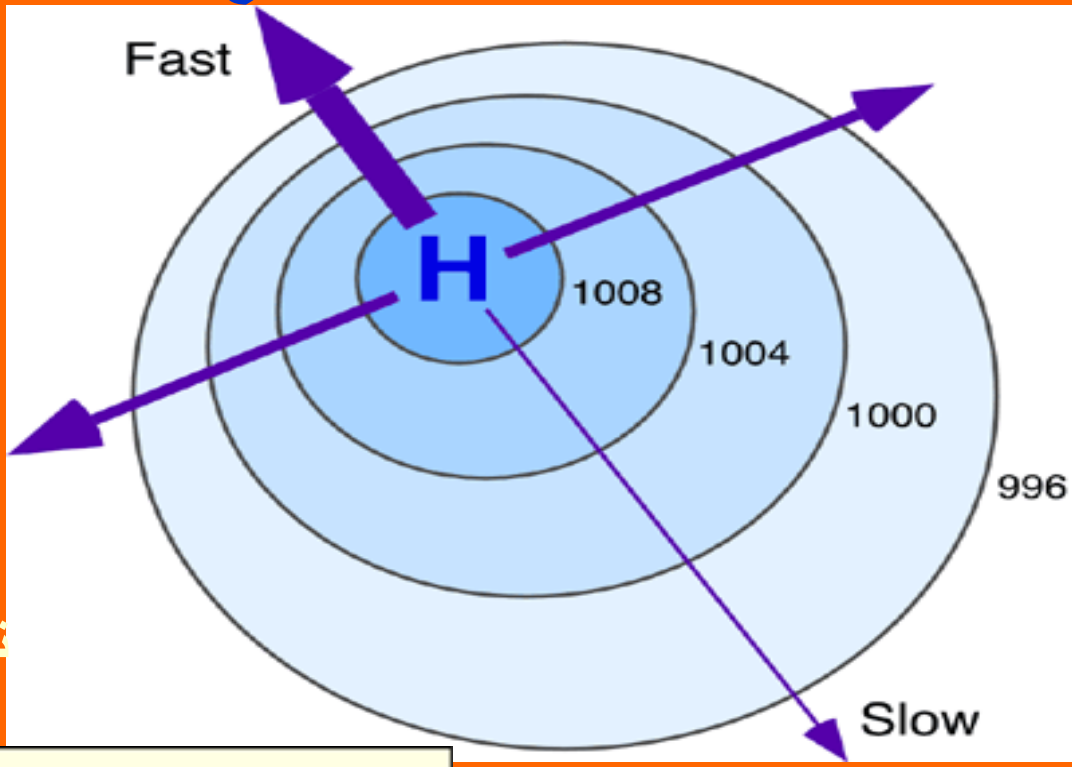
أن القوة التى تؤثر على حركة الكتلة الهوائية هى:

- منحدر الضغط.
- قوة الإنحراف.
- الإحتكاك.
- القوة المركزية الجاذبية.

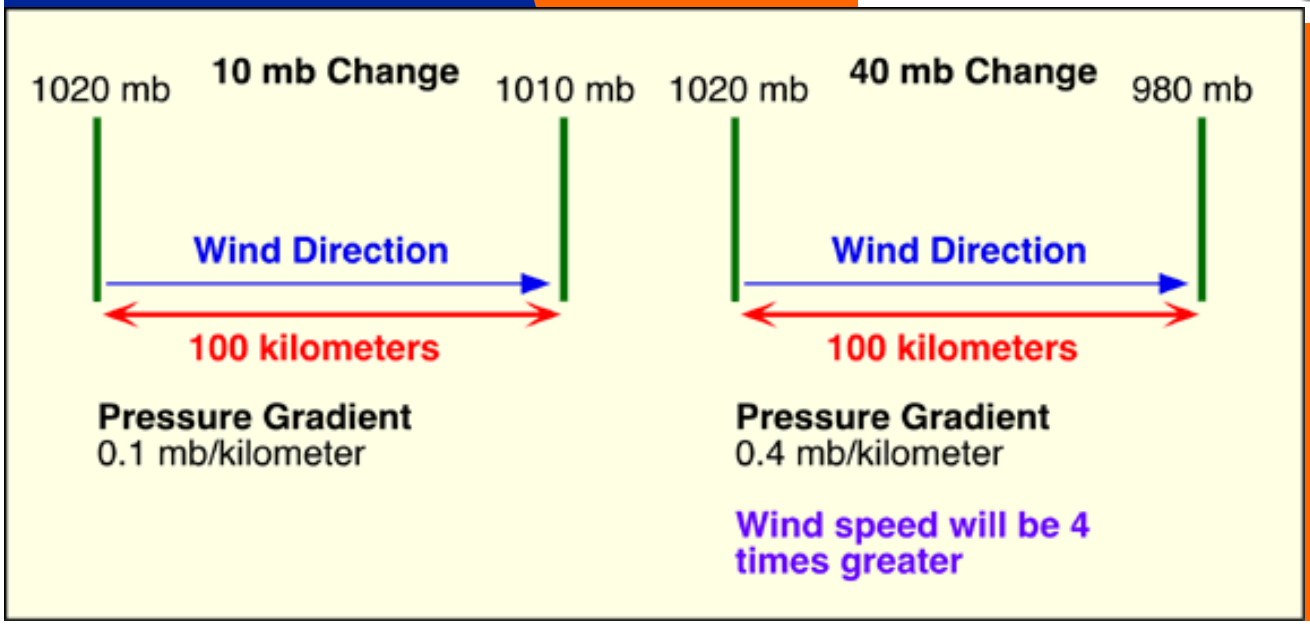
## ١) منحدر الضغط:

- وترسم متساويات الضغط عادة لكل مليار زوجى ويعرف منحدر الضغط الأفقى عند أي نقطة بأن تناقص الضغط على وحدة المسافة في الإتجاه الذي ينحدر فيه الضغط بسرعة وعلى هذا فمنحدر الضغط يكون دائما:
- عموديا على متساويات الضغوط.
- متجها من الضغط المرتفع إلى الضغط المنخفض.
- يتناسب عكسيا مع المسافة بين متساويات الضغوط.
- أي أن كلما ازدحمت متساويات الضغوط كلما اشتد منحدر الضغط.

# العلاقة بين سرعة الرياح والمسافات بين خطوط تساوى الضغط




## تأثير التدرج فى الضغط على سرعة الرياح

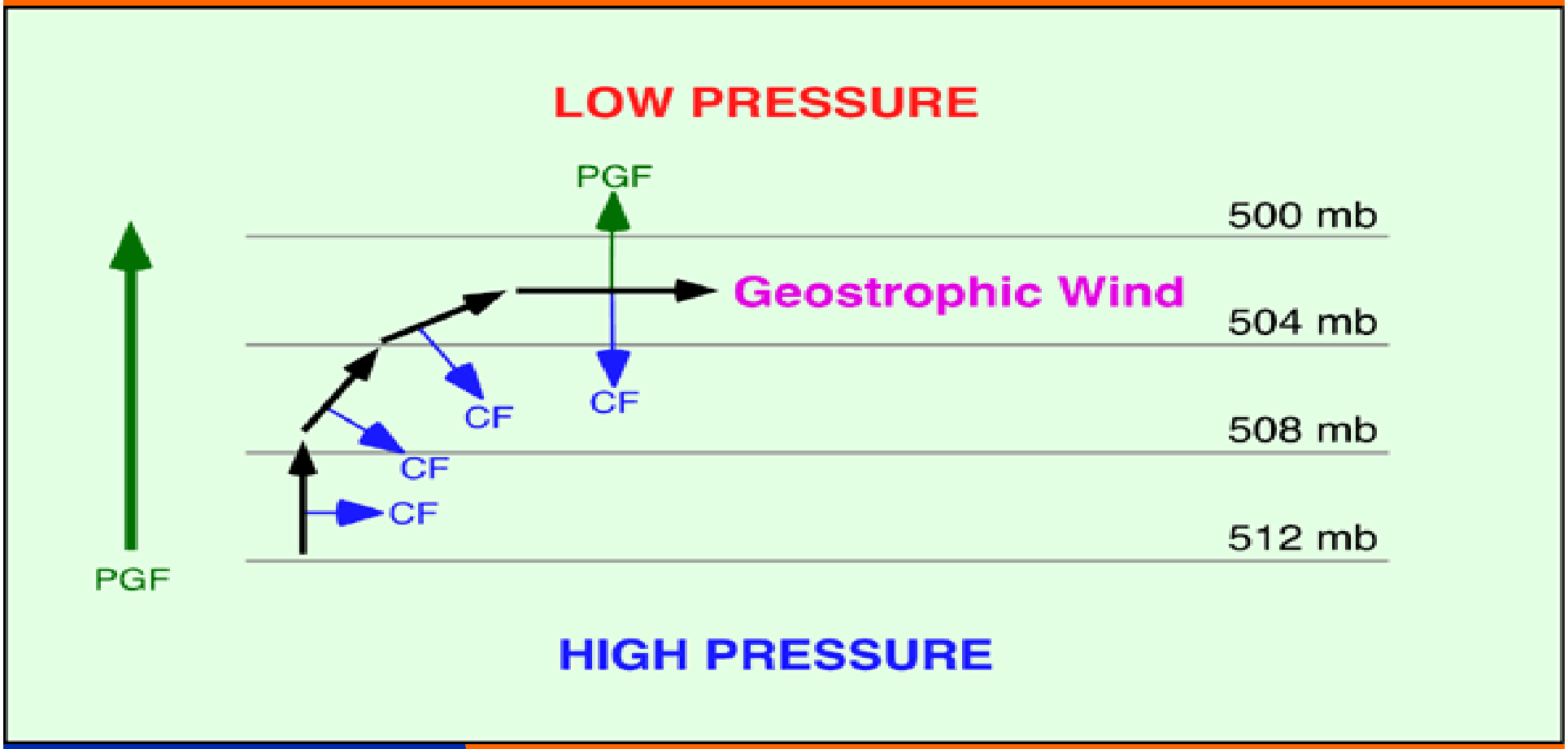


## ٢ـ قوة الإنحراف:

- غالبا ما يكون هناك اتزان للقوى التي تؤثر على الهواء وحركة الغلاف الجوى فالرياح تمثل حركة الهواء بالنسبة للأرض التي تدور حول نفسها لذا فتأثير دوران الأرض على الحركة النسبية هو انشاء قوة تؤثر عموديا على مسار الرياح وتحرفها إلى يمين مسارها نصف الكرة الشمالي وتتناسب هذه القوة مع سرعة الرياح وخطوط العرض تبلغ قيمتها العظمى عند القطبين وتؤول إلى الصفر عند خط الإستواء وتسمى هذه القوة بقوة الإنحراف أو قوة (كوريلوس) Coriolis force (CF )

## الرياح الجيوستروفيك

- لو تعرضت وحدة هوائية وهي في حالة سكون إلى منحدر ضغطى أفقى فإنها ستبدأ بالتحرك في اتجاه هذا المنحدر وهنا تدخل قوة الإنحراف التي تعمل على جعل الرياح تنحرف إلى يمين خط سيرها في نصف الكرة الشمالي وطالما هناك مركب للسرعة في اتجاه منحدر الضغط فإن سرعتها تزداد فيتبع ذلك زيادة قوة الإنحراف حيث أنها تتناسب طرديا مع سرعة الرياح وتستمر هذه العملية حتى تنتهى بأن تسير الرياح عموديا على منحدر الضغط أي موازية لمتساويات الضغوط وتكون سرعتها ثابتة بحيث يحدث اتزان بين منحدر الضغوط وقوة الإنحراف.
- هذه الرياح التي تهب موازية لمتساويات الضغوط تسمى الرياح الجيوستروفيك



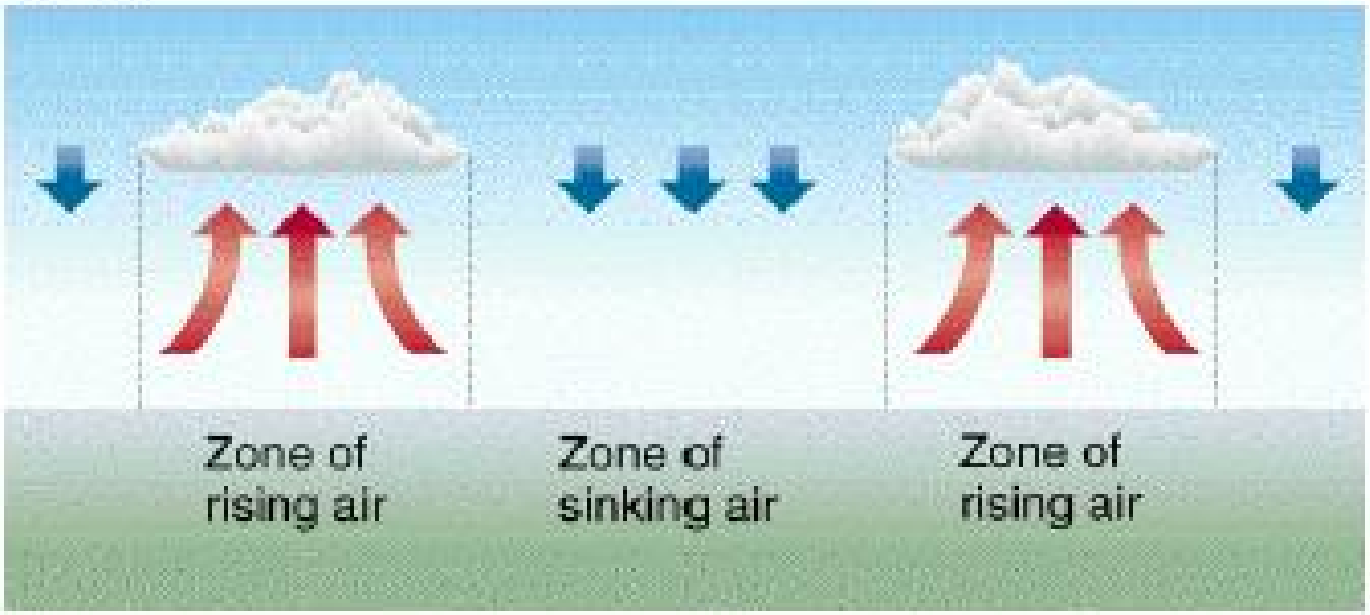

ريح geostrophic ثمرُ متوازياً إلى الأيسوبار. في هذا النموذج مِنْ تدفق الريح في نصف الكرة الأرضية الشمالية، ريح تَبْدأ كتدفق الهواءِ العمودي من خطوط الضغط الألمرتفة الى خطوط الضغط المنخفضة تحت التأثير الأساسي لقوةِ منحنى تدرجالضغط (PGF). بينما انحرافِ الحركة تَبْدأ، بسبب قوة (CF) (Coriolis force) تَبْدأ بالتأثير على الهواء المتحرّكَ تُسبّبُ الإنحِراف إلى يمين طريقها. تَستمرّ هذه الإمالةِ حتى قوةِ منحنى تمثيل الضغط وقوةCoriolisمساوية لـ في القوة.

If there are unstable conditions and the air rises

- Cools as it rises
- May cool down to the dew point T
- Condensation - clouds

Where air sinks - warms up

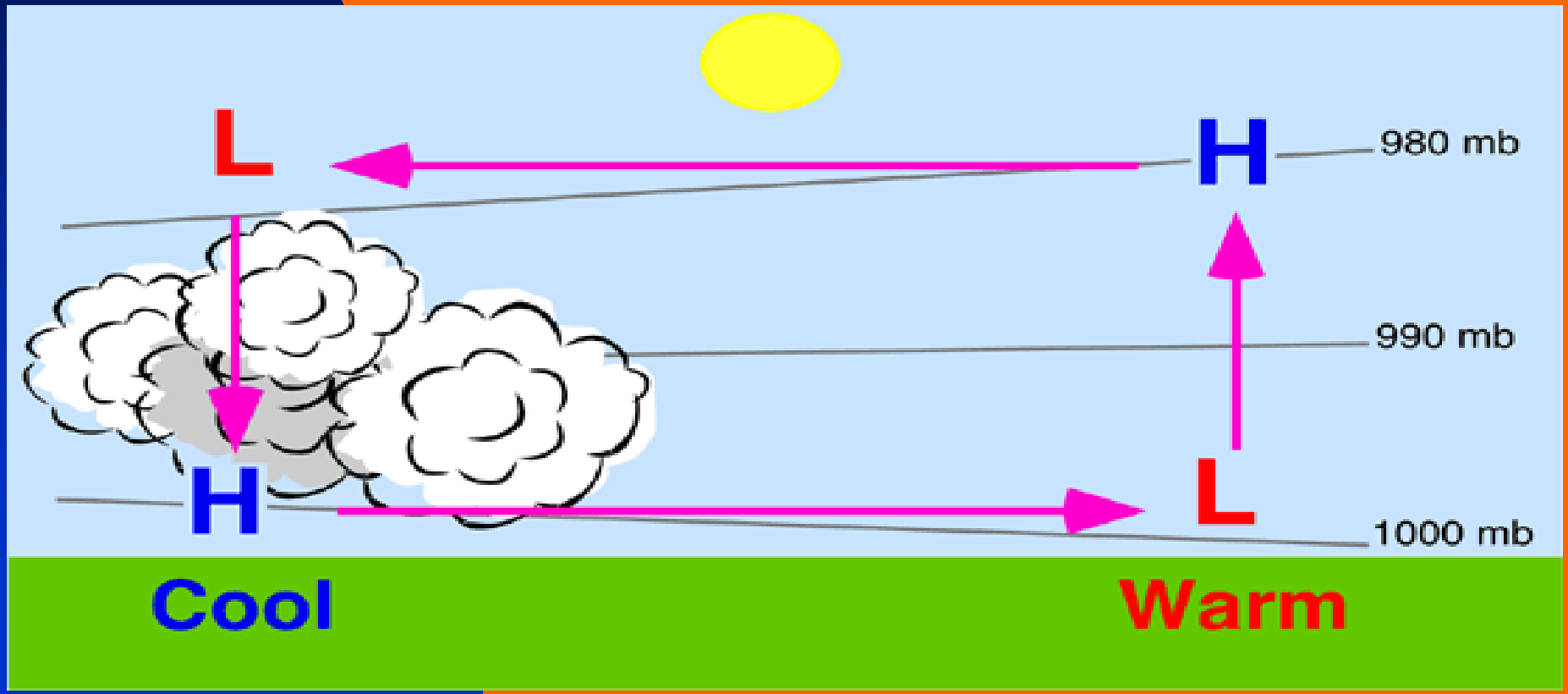
- T moves away from $T_{dew}$ - so no clouds will form
- Clear air



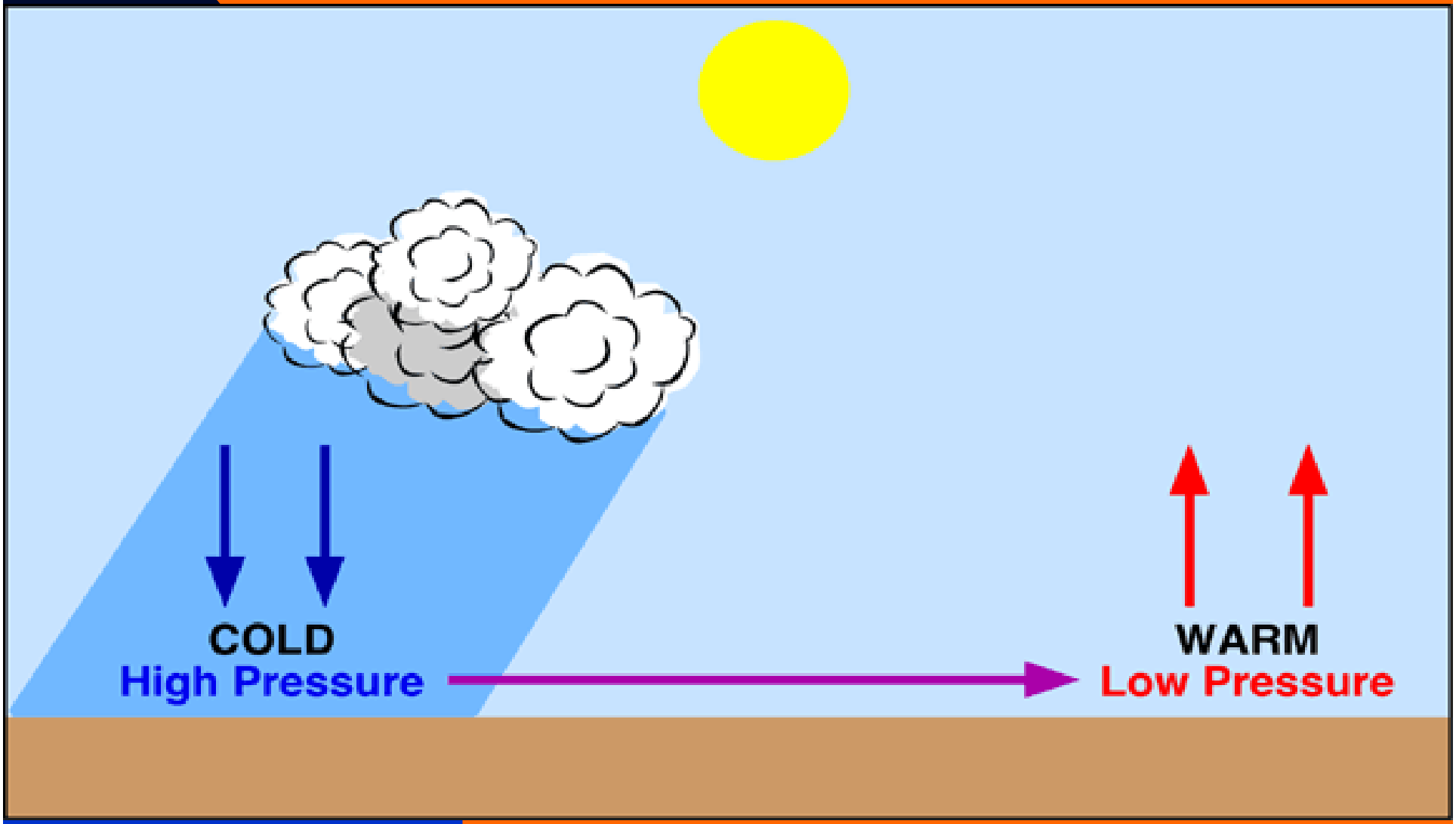
# الدورات الهوائية المحلية

يتكون في بعض الأماكن دوارات هوائية محلية نتيجة اختلاف سطح الأرض في هذا المكان ومن أهم هذه الدورات:

١- نسيم البر Land breeze
٢- نسيم البحر See breeze
٣-الرياح السفحية الصاعدة والهابطة Anabatic wind
٤-الرياح السفحية الهابطة Katabatic wind

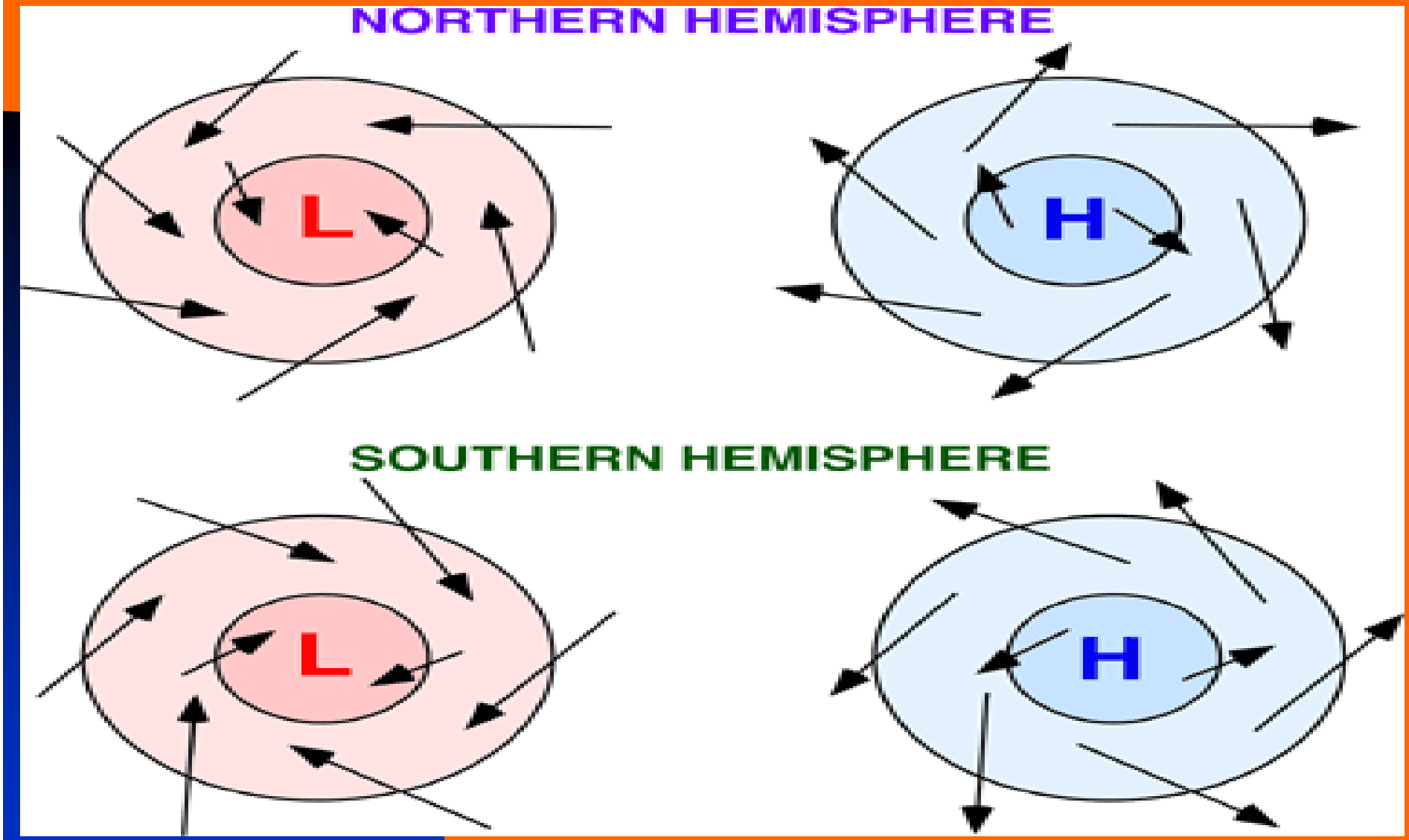


# اثر الحرارة على حدوث الضغط والذى يؤثر بدوره على اتجاه هبوب الرياح



- الطورنيدو Tornador

الطورنيدو نوع من الأعاصير الشديدة المتناهية الصغر لا يزيد قطرها عن ١/٢ كم ولهذا لا يمكن تعيينه على خرائط الطقس وتشتهر هذه الأعاصير بسرعة الرياح بها التي تصل إلى حوالي ٢٠٠٠ عقدة وكذلك بقوة تدرج الضغط الهائلة وذلك بشدة هبوط الضغط الجوى في مركزها وصغر حجمها ولذلك فإن الطورنيدو تدمر كل ما يصادفه في طريقه وكثير ما يصاحب الطورنيدو تدلى قطع من السحاب يصل إلى سطح الأرض وأهم مناطق حدوث الطورنيدو هي حوض نهرى المسيسبى والمسيورى وقد تحدث في خطوط العرض المتوسطة وخاصة في غرب أفريقيا.




شكل الحركة الدائرية لمناطق الطغط المرتفع والمنخفض فى نصف الكرة الشمالى ونصف الكرة الجنوبى

## الظواهر الجوية التي تسبب إضمحلال الرؤية:

### ١- الضباب والشبورة Fog and mist

يسبب الضباب اضمحلال الرؤية الأفقية عند سطح الأرض بدرجات متفاوتة فيما بين الصفر ، ١٠٠٠ متر حسب شدة الضباب (أي غزارة قطرات الماء) عندما تعمل الشبورة على إضمحلال الرؤية عند سطح الأرض بحيث يكون مداها أكبر من ١٠٠٠ م

### ٢- السحب:

- تؤثر السحب على الرؤية الأفقية أثناء الطيران وتختلف الرؤية داخل السحب حسب كميات قطرات الماء أو البلورات الثلجية الموجودة بها

### ٣- الهطول Precipitation

- يختلف تأثير الهطول عن الرؤية حسب نوعه وغزارته في المطر لا بسبب إضمحلال كبير في الرؤية فهي لا تقل عن ١٠٠٠ م مهما كانت درجة غزارة المطر

### ٤- الأتربة والرمال المثارة Dust and Send rising

- عندما تمر رياح سرعتها أقل من ٢٥ كم/ساعة على أسطح ترابية أو رملية فإن هذه الرياح تسبب أثاره هذه الأتربة لتعلق في الجو مسببة اضمحلال الرؤية حتى ١٠٠٠م ٥- العواصف الترابية والرملية:
- عندما تمر رياح سرعتها أكثر من ٢٥ كم/ساعة على أسطح ترابية ورملية فإنها تعمل على جرف الأتربة والرمال ورفعها في الجو وتقل الرؤية كلما زادت سرعة وتكون الرؤية في هذه الحالة بدرجات تتفاوت ما بين صفر، ١٠٠٠ م

## ٦- العجاج الترابي:

- وينشا العجاج الترابي نتيجة تعلق ذرات الأتربة أو الرمال في الجو بفعل رياح شديدة هدأت بمرور الوقت. ويسبب العجاج الترابي اضمحلال في الرؤية عند سطح الأرض وليس هناك حد معين لمدى تأثير العجاج الترابي على الرؤية. وينشأ العجاج الترابي نتيجة استقرار الجو وتحدث هذه عادة فوق الأراضي اليابسة بعد الغروب وأثناء الليل أو في الصباح الباكر وهى تشابه في حد كبير الشابورة ولكن يمكن التمييز بينهما ففي العجاج تكون الرطوبة النسبية أقل من ٨٥% أما في حالة الشبورة تكون الرطوبة النسبية من ٨٥% فأكثر.

## ٧- دخان المصانع:

- تساعد الرياح السطحية على إزاحة الدخان بعيدا عن المصانع لذلك كلما اشتدت سرعة الرياح كلما ساعد ذلك على الإقلال من اضحلال الرؤية بمنطقة المصانع.
- يعمل الجو المستقر على تركيز الدخان قرب سطح الأرض حول المصانع مما يسبب اضمحلال كبير في الرؤية.
- تساعد التيارات الهوائية الصاعدة في الجو الغير مستقر على رفع ذرات الدخان إلى أعلى وعدم تركيزها قرب سطح الأرض مما يسبب عدم الرؤية.

# أجهزة تعيين اتجاه الرياح وسرعتها

## ١ - اتجاه الرياح:

وعادة تسمى باسم الجهة الآتية منها الرياح فيقال رياح شمالية غربية يعنى أنها تأتي من جهة الشمال الغربي.

- وهناك أجهزة كثيرة تحدد اتجاه الرياح مثل ديك الرياح ودوارات الرياح وكلها تعمل علي نظرية أن الرياح لها القدرة على أن تدفع الأجسام القابلة للحركة حيث تقوم الرياح يدفع اللوحة المعدنية بحيث يضعها في الوضع الذي تقل فيه قدرتها على الحركة أي يدفع اللوحة إلى عكس الاتجاه الذي يأتي منه الرياح فإذا ثبتنا سهما في طرف الساق المتصلة بها لأصبح السهم يشير إلى الجهة التي جاء منها الريح أي يقرأ اتجاه الريح

## ٢ - سرعة الريح

تقدر بالميل أو الكيلومتر/ ساعة فيستعمل لقياسها أجهزة يطلق عليها الأنيمومترات منها:

(أ) الأنيموميتر ذو المروحة Fan Anemometer

(ب) الأنيموميتر ذو الأقداح Cup Anemometer

(ج)الأنيموجراف أو مسجل الرياح ويحدد الزمن وطول الموجة من ورقة التسجيل وبالتالي يحدد سرعة الرياح.

# شكراً

# على حسن الاستماع

د. طارق الزهيرى