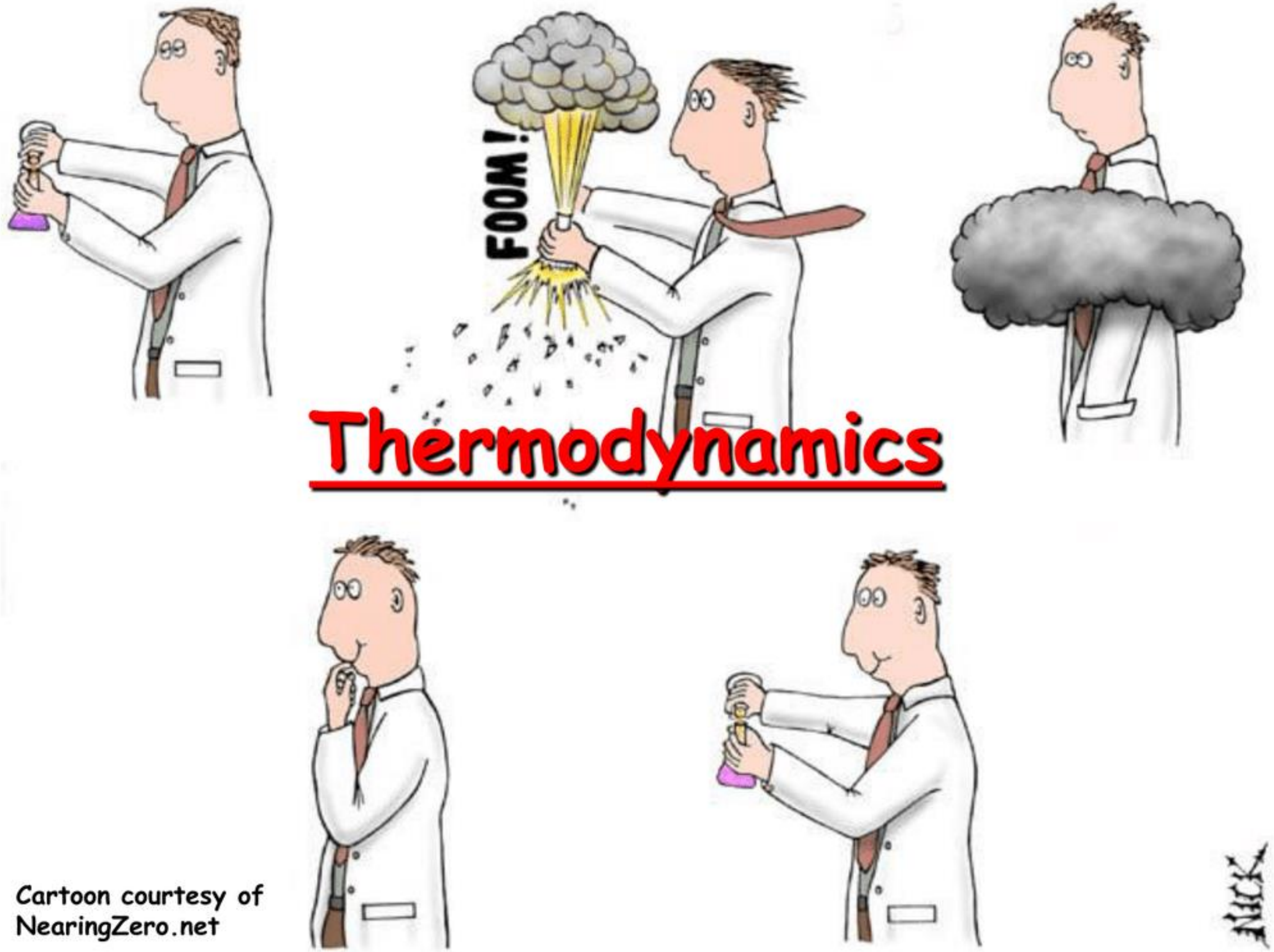
PSYCHROMETRICS CHART

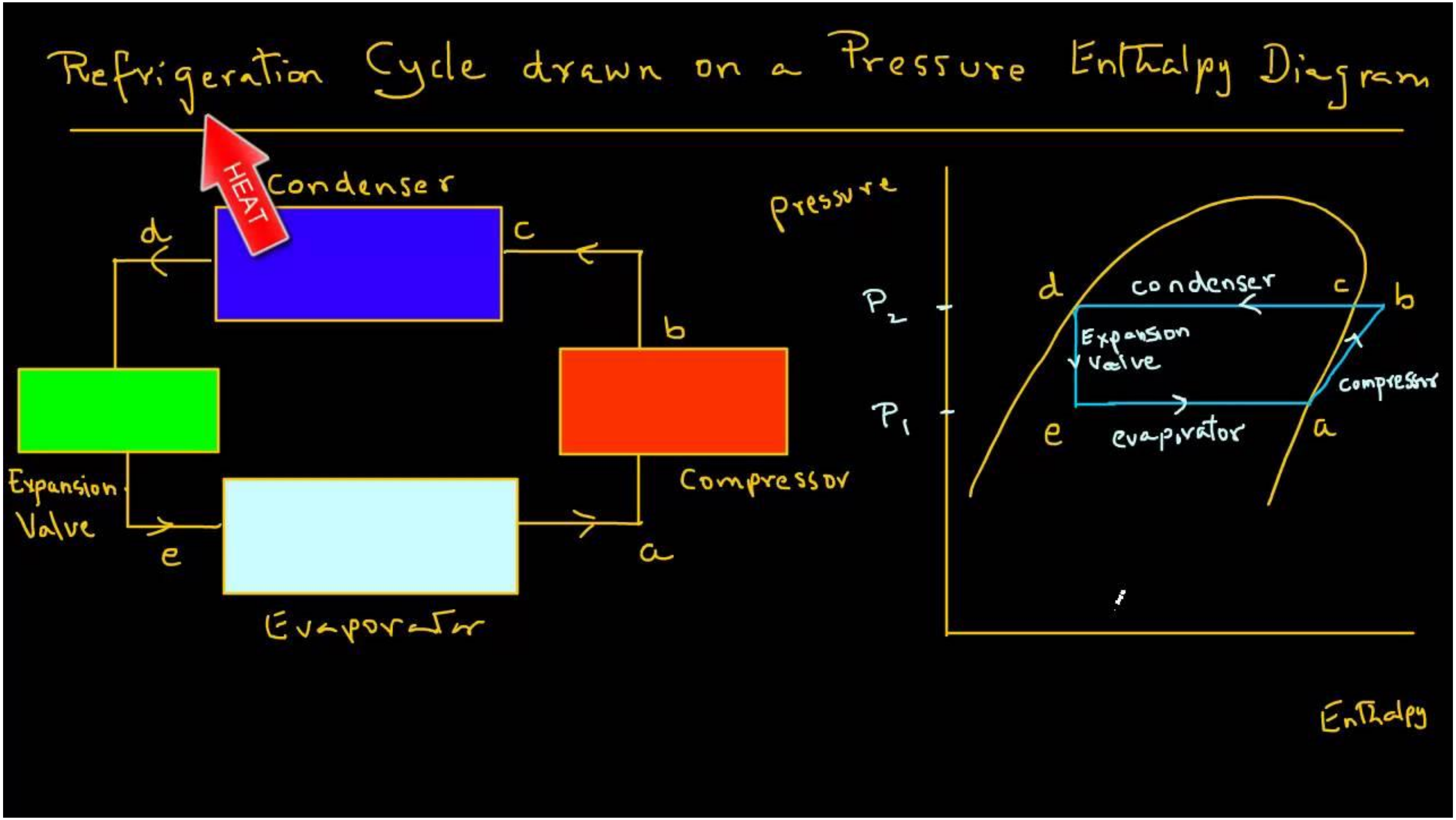
HVAC/R TRAINING

T.Y.M.M

Thermodynamics



Cartoon courtesy of NearingZero.net

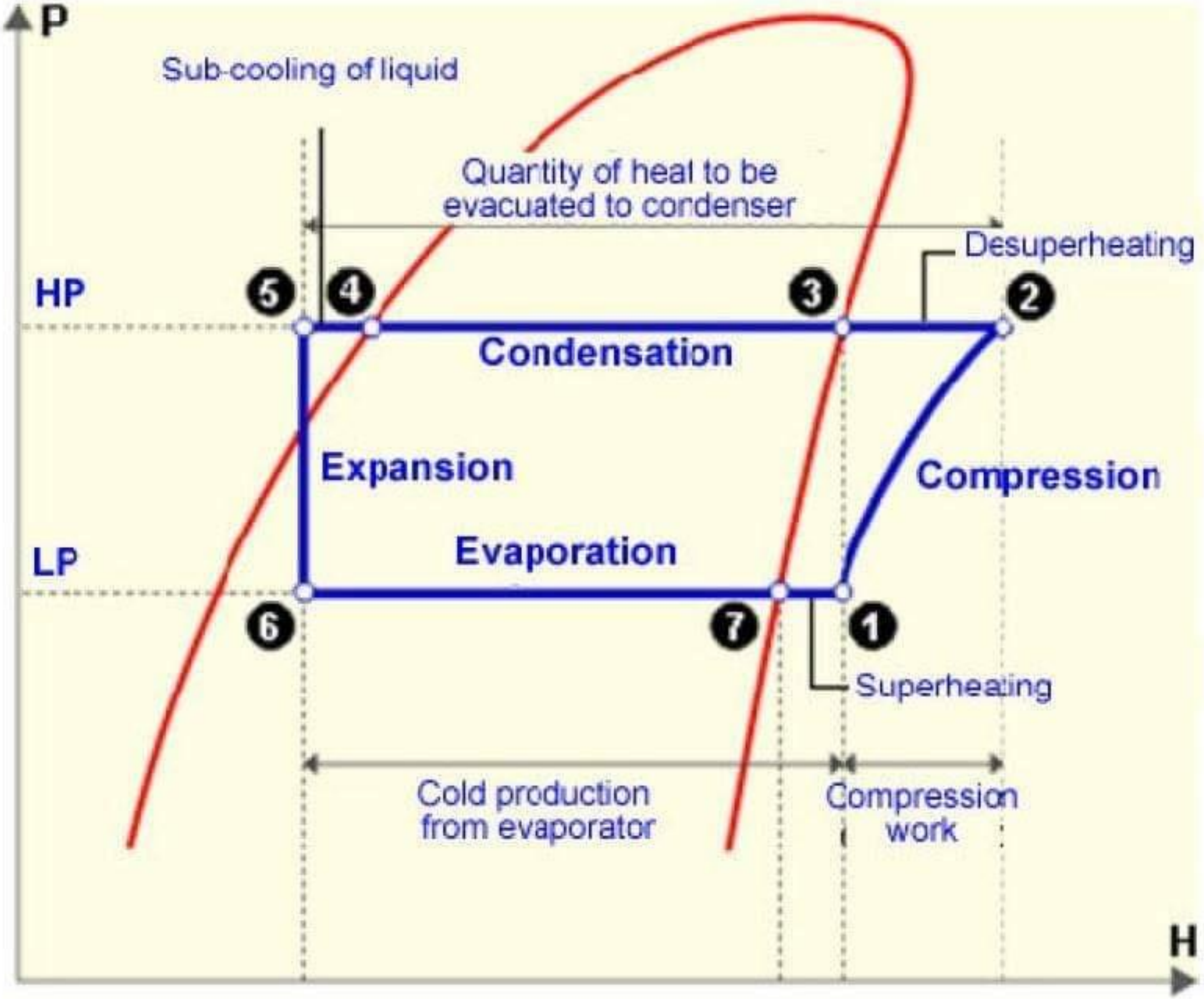

Refrigeration Cycle drawn on a Pressure Enthalpy Diagram
HEAT
Condenser
d
c
b
Compressor
Expansion Valve
e
a
Evaporator
Pressure
P2
P1
d
condenser
c
b
Expansion Valve
compressor
e
evaporator
a
Enthalpy

Air conditioning

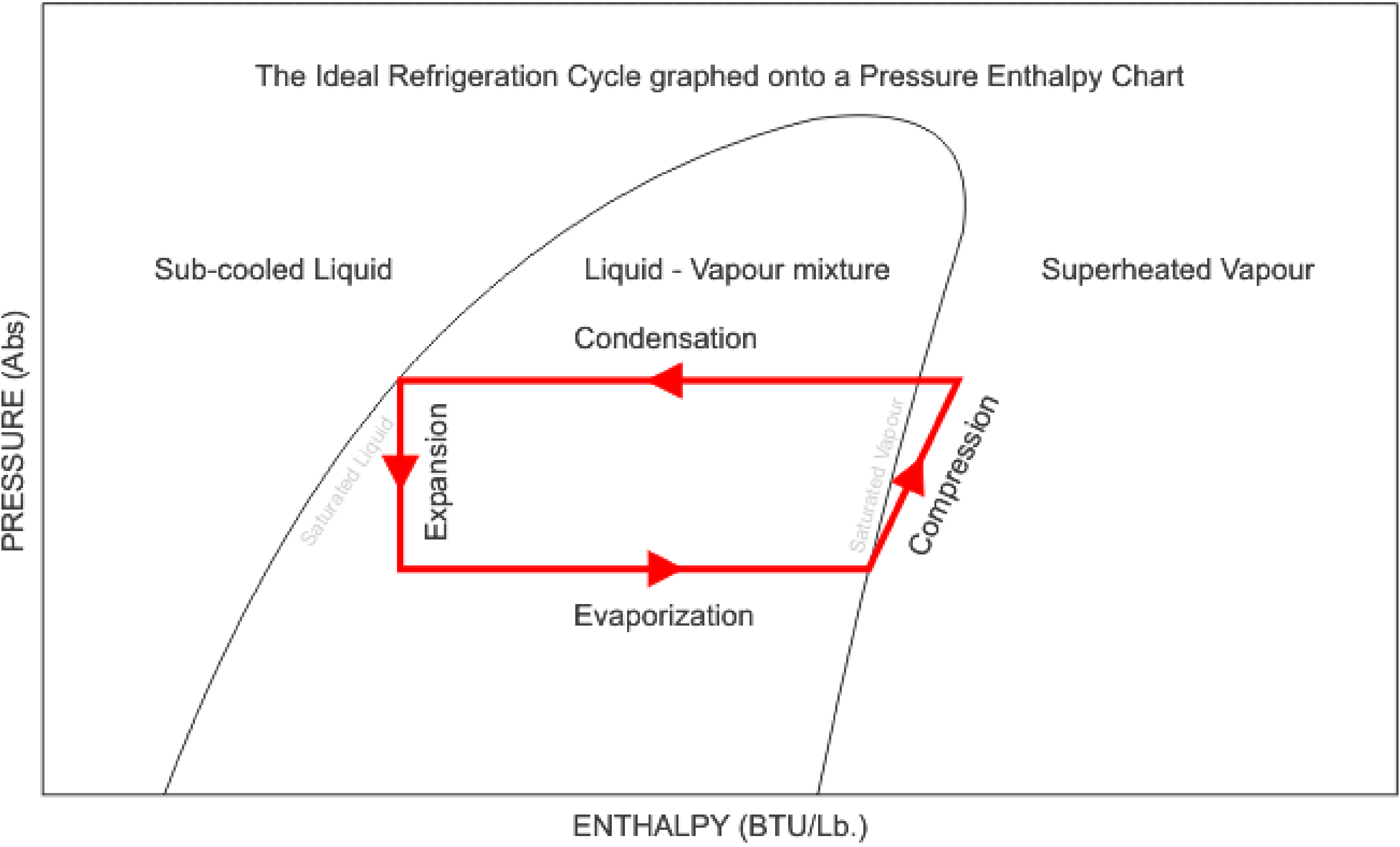
The basic principals of air conditioning

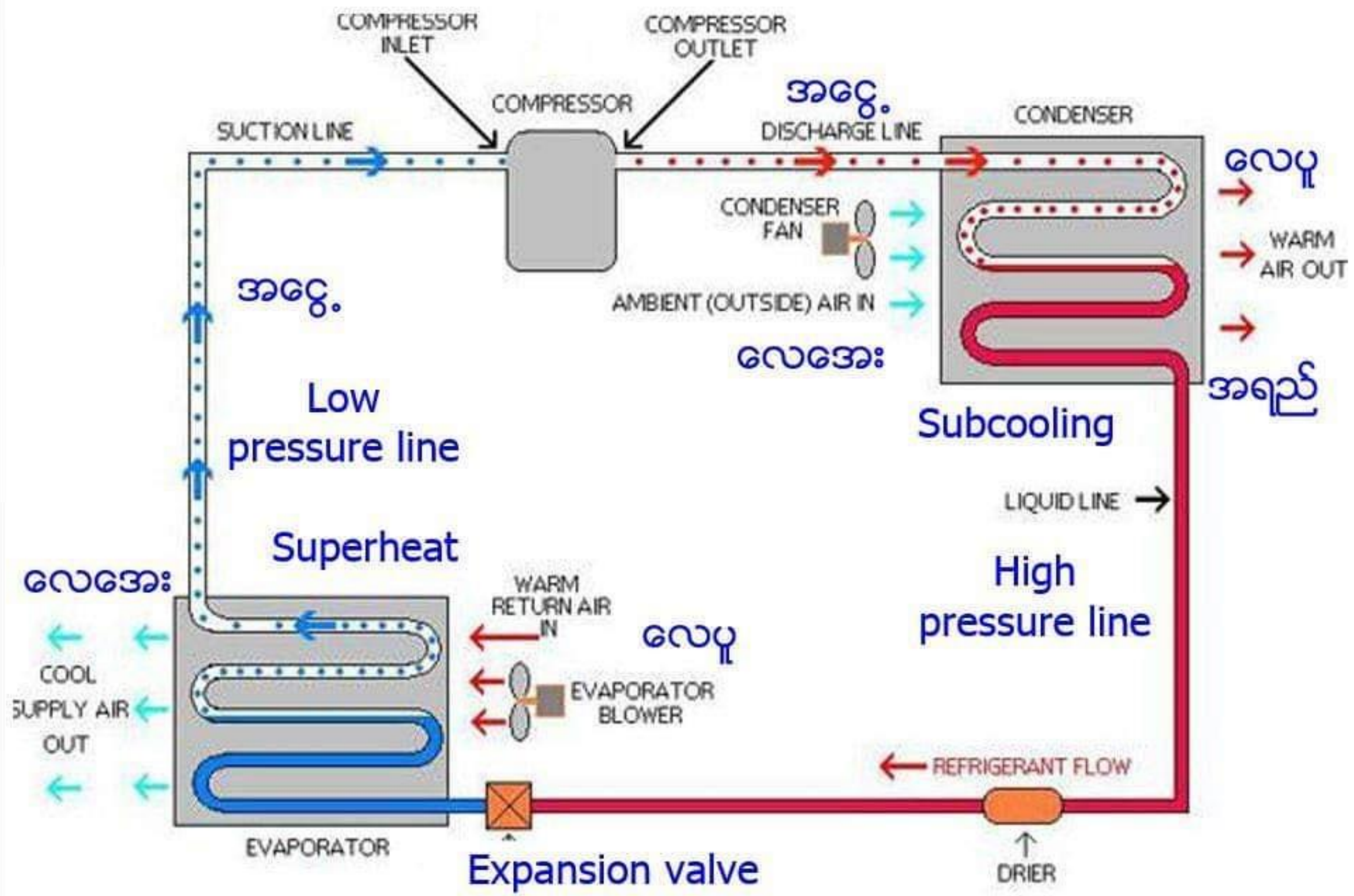
Air conditioning is the control of humidity, temperature, cleanliness and air motion. Winter conditioning relates to increasing temperature and humidity whilst summer conditioning relates to decreasing temperature and increasing humidity

Specific humidity-Is the ratio of the mass of water vapour to the mass of dry air in a given volume of mixture.
Per cent relative humidity-is the mass of water vapour per m^3 of air compared to the mass of water vapour per m^3 of saturated air at the same temperature. This also equals the ratio of the partial pressure of actual air compared to the partial pressure of the air if it was saturates at the same temperature. i.e.
$m/m_g = p/p_g$



Enthalpy diagram of the refrigeration cycle


The Ideal Refrigeration Cycle graphed onto a Pressure Enthalpy Chart
Sub-cooled Liquid
Liquid - Vapour mixture
Superheated Vapour
Condensation
Expansion
Compression
Saturated Liquid
Saturated Vapour
Evaporization
PRESSURE (Abs)
ENTHALPY (BTU/Lb.)

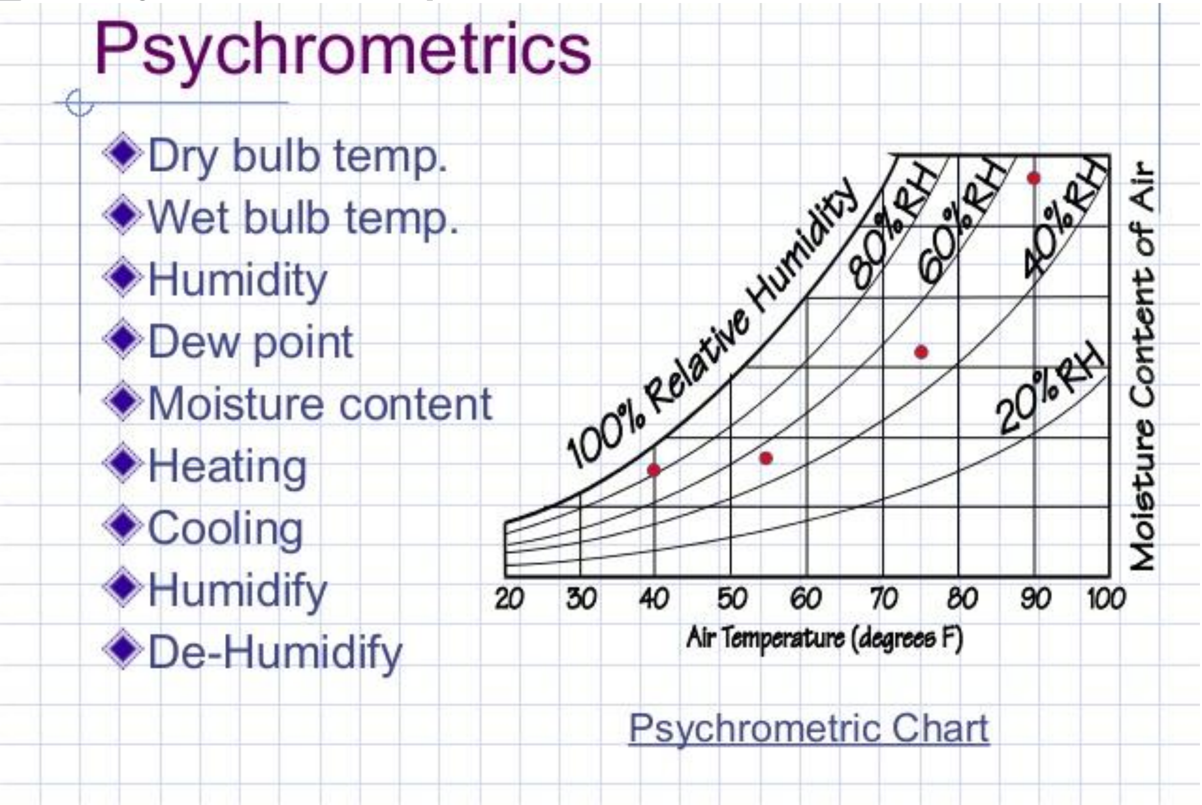


COMPRESSOR INLET
COMPRESSOR OUTLET
COMPRESSOR
SUCTION LINE
အငွေ့
DISCHARGE LINE
CONDENSER
လေပူ
CONDENSER FAN
WARM AIR OUT
အငွေ့
AMBIENT (OUTSIDE) AIR IN
လေအေး
အရည်
Low pressure line
Subcooling
LIQUID LINE
Superheat
High pressure line
လေအေး
WARM RETURN AIR IN
လေပူ
COOL SUPPLY AIR OUT
EVAPORATOR BLOWER
REFRIGERANT FLOW
EVAPORATOR
Expansion valve
DRIER

Psychormetric Chart မှာ Specific Volume ဆိုတဲ့ မျဉ်းကြောင်းတွေ ပါ ပါတယ်။ Specific Volume က ဘာလဲဆိုတော့ Dry Air 1 kg မှာ လေထုထည် (Volume) ဘယောက်ပါဝင်သလဲဆိုတာကို ဖော်ပြထားတာပါ။ အဲ့တော့ အတိုချုံး ပြောရရင် Psychrometric Chart ပေါ်ကနေ ကျွန်တော်တို့ သိဖို့ လိုအပ်မယ့် အချက်အလက်တွေကို ရနိုင်ပါတယ်။

Specific Enthalpy (Unit က kJ/kg of Dry Air)

Specific Enthalpy က လေထုထဲမှာ အပူစွမ်းအင် ဘယ်လောက် သယ်ဆောင်ထားနိုင်တယ်ဆိုတာကို သိနိုင်ပါတယ်။ dry air 1 kg မှာ အပူစွမ်းအင် ဘယောက် သယ်ဆောင်ထားတယ်ဆိုတာကို Psychrometric Chart ပေါ်က မျဉ်းကြောင်းတွေက တစ်ဆင့် သိနိုင်ပါတယ်။



Air-Conditioning Engineer တစ်ယောက်အတွက် Psychrometric Chart ကိုနားလည်ဖို့ အရေးကြီးပါတယ်။

Psychometric Chart ကို BE Mechanical ကျောင်းသားတွေအနေနဲ့ ရင်းနှီးပြီးသားဖြစ်မှာပါ။ Psychro ဆိုတာက ဂရိ ဘာသာစကား ဖြစ်ပြီး အဓိပ္ပါယ်ကတော့ Cold လို့ ဆိုလိုပါတယ်။ Psychometric ဆိုတာကတော့ လေ ရဲ့ ဂုဏ်သတ္တိတွေကို လေ့လာတဲ့ ဘာသာရပ်ဖြစ်ပါတယ်။ Psychometric Chart ပေါ်မှာ ဆွဲထားတဲ့ မျဉ်းကြောင်းတွေမှ တစ်နေဆင့် ကျွန်တော်တို့ လေ ရဲ့ ဂုဏ်သတ္တိ တွေ Dry Bulb Temperature, Wet Bulb Temperature, Dew Point Temperature, Relative Humidity (RH %), Humidity Ratio, Specific Enthalpy, Specific Volume စသည့် လေရဲ့ ဂုဏ်သတ္တိတွေကိုလေ့လာနိုင်ပါတယ်။

- **Dry Bulb Temperature** ဆိုတာ လေထုထဲမှာရှိတဲ့ အပူချိန်ကို သာမန် သာမိုမီတာအသုံးပြုပြီး တိုင်းတာရရှိတဲ့ အပူချိန်ဖြစ်ပါတယ်...။

- **Wet Bulb Temperature** ဆိုတာ ရိုးရိုးသာမန် သာမိုမီတာမှာ ရေစိုနေတဲ့ အဝတ်စကိုပတ်ပြီး လေတိုက်ခတ်နေတဲ့နေရာတစ်ခုမှာ တိုင်းတာရရှိတဲ့ အပူချိန်ဖြစ်ပါတယ်။

- **Dew Point Temperature** ဆိုတာ ရေငွေ့မှာ ငွေ့ရည်ဖွဲ့ခြင်း (Condensation) စတင်ဖြစ်ပေါ်တဲ့အခါမှာ ရရှိနိုင်တဲ့အပူချိန်တစ်ခုဖြစ်ပါတယ်။

- **Relative Humidity** ဆိုတာ တကယ့်လက်တွေ့မှာရှိနေတဲ့ ရေခိုးရေငွေ့တွေပါဝင်တဲ့လေထုရဲ့ဖိအား (Actual Water Vapor Pressure of the air) နဲ့ ရေခိုးရေငွေ့အဖြစ်ကို အပြီးတိုင်ပြောင်းလဲသွားတဲ့ လေထုရဲ့ဖိအား (Saturated Water Vapor Pressure) တွေရဲ့အချိုးဖြစ်ပြီး အဲသည့်ဖိအား ၂ခုကို တူညီတဲ့ အပူချိန်တစ်ခုမှာ တိုင်းတာထားခြင်းဖြစ်ပါတယ်။

- **Specific Humidity (or) Moisture Content** ဆိုတာ ခြောက်သွေ့တဲ့ လေထုထဲမှာ (တစ်ပေါင်ရှိတဲ့ ရေခိုးရေငွေ့) ရဲ့အလေးချိန်ကို Grain (သို့မဟုတ်) Pound နဲ့ ဖော်ပြခြင်းဖြစ်ပါတယ်။

- **Enthalpy** ဆိုတာ အပူချိန်စမှတ် တစ်ခုရဲ့ပမာဏ (Arbitrary Heat Datum) ရဲ့အပေါ်မှာရှိတဲ့ အပူချိန်ပမာဏကို ဖော်ပြတာဖြစ်ပြီး ပမာဏကို ခြောက်သွေ့တဲ့လေထုရဲ့ BTU နဲ့ဖော်ပြပါတယ်။

- **ခြောက်သွေ့တဲ့လေထု (Dry Air) ရဲ့စမှတ်** အပူချိန်ပမာဏမှာ 0 Degree Fahrenheit (F) ဖြစ်ပြီး၊

- **စိုထိုင်းတဲ့လေထု (Moisture Content) ရဲ့ စမှတ်** အပူချိန်ပမာဏမှာ 32 Degree Fahrenheit (F) ကို

- **Specific Volume** ဆိုတာ AIR လေတစ်ကုဗပေမှာ ခြောက်သွေ့တဲ့လေ (Dry Air) ဘယ်လောက်ပါသလဲဆိုတာ ဖော်ပြပေးခြင်းဖြစ်ပါတယ်။

- **Sensible Heat Factor** ဆိုတာ Sensible Heat နဲ့ Total Heat ရဲ့အချိုးဖြစ်ပါတယ်။

- **Sensible Heat** ဆိုတာ အပူချိန်ပဲ ပြောင်းလဲမြင့်တက်လာပြီး ပုံသဏ္ဍာန်မပြောင်းစေတဲ့ အပူချိန်ဖြစ်ပါတယ်။

- **Latent Heat** ဆိုတာ အပူချိန်တိုးမြှင့်လိုက်ပေမယ့် အပူချိန်ပြောင်းလဲမှုမရှိပဲ အရာဝထုရဲ့ပုံသဏ္ဍာန်ကို ပြောင်းလဲစေတဲ့ အပူချိန် တိုးမြှင့်မှုပမာဏကို ဆိုလိုတာပါ။

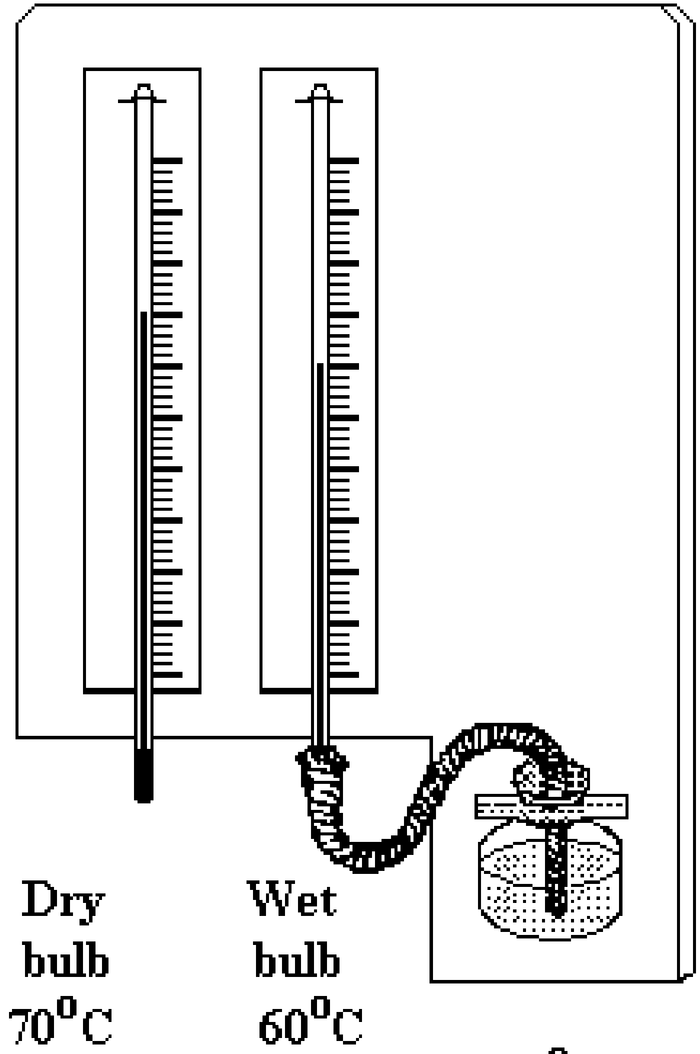
- **Total Heat** ဆိုတာ Sensible Heat နဲ့ Latent Heat ၂ခု ပေါင်းလိုက်ခြင်းမှ ရရှိလာတဲ့ အပူချိန်ပမာဏဖြစ်ပါတယ်။

- **Alignment Circle** ဆိုတာ 80 Degree Fahrenheit (F) Dry Bulb နဲ့ 50% Relative Humidity (RH) တို့ ဆုံတဲ့အမှတ်မှာရှိနေတာပါ။ Alignment Circle နဲ့ Sensible Heat Factor ၂ခုကို ဆက်လိုက်ခြင်းကြောင့် လေအေးပေးခြင်းဖြစ်စဉ်ကို ဖော်ပြနိုင်တဲ့ လိုင်းတစ်ခုကို ရရှိပါလိမ့်မယ်။

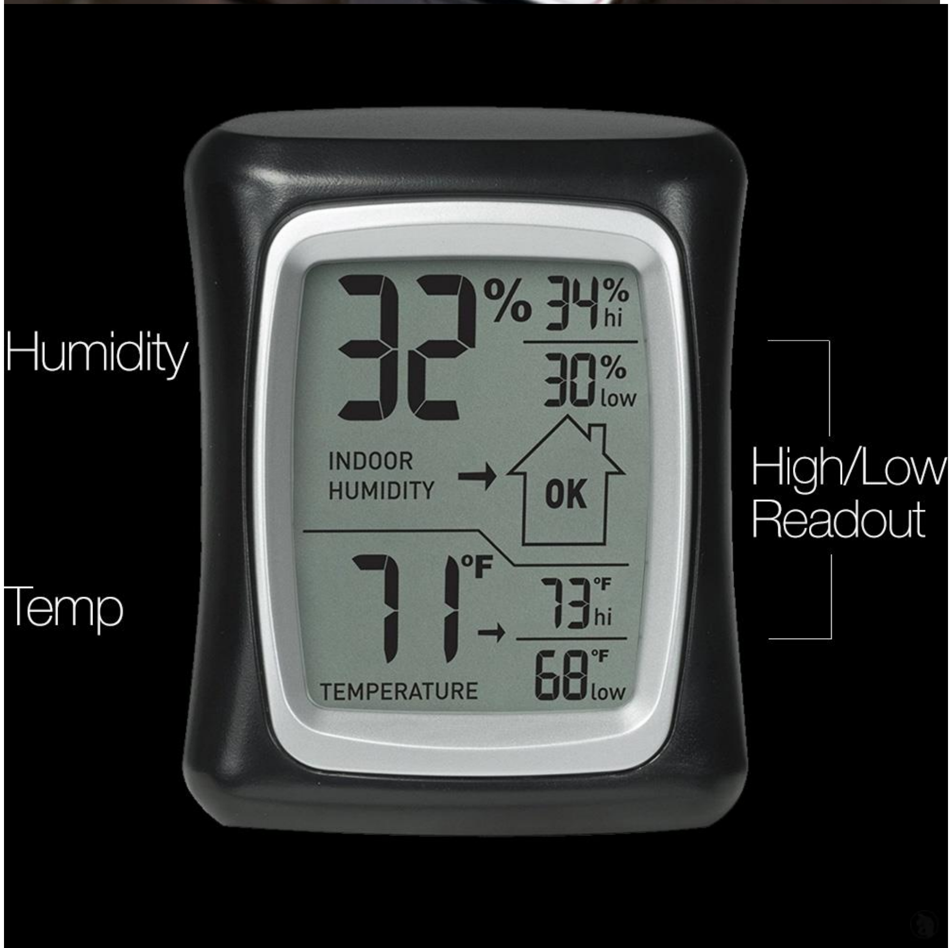
- **Pound of Dry Air** ဆိုတာ လေတစ်ပေါင်မှာရှိတဲ့ ခြောက်သွေ့တဲ့ လေထုပမာဏဖြစ်ပါတယ်။
  Psychrometric တွက်ချက်မှုတိုင်းမှာ အဲ့သည့်ပမာဏက အမြဲတမ်း တသမတ်တည်းဖြစ်နေပါလိမ့်မယ်။

- Dry-bulb, Wet-bulb, Relative Humidity တွေဟာ အချင်းချင်း ဆက်စပ်နေကြတာပါ။
  အကယ်လို့များ အဲ့သည့်အရာတွေထဲက ၂ခုပဲ သိခဲ့ရင်တောင် Psychrometric Chart မှာ ရှိတဲ့ အခြားမသိသေးတဲ့ အရာတွေကို ရှာဖွေနိုင်ပါလိမ့်မယ်။ အကယ်လို့ AIR လေဟာ ရာနှုန်းပြည့် (100%) ရေခိုးရေငွေ့တွေနဲ့ ပြည့်နက်နေခဲ့ရင် Dry-bulb, Wet-bulb, Dewpoint တွေရဲ့အပူချိန်ဟာ တူညီနေပါလိမ့်မယ်။

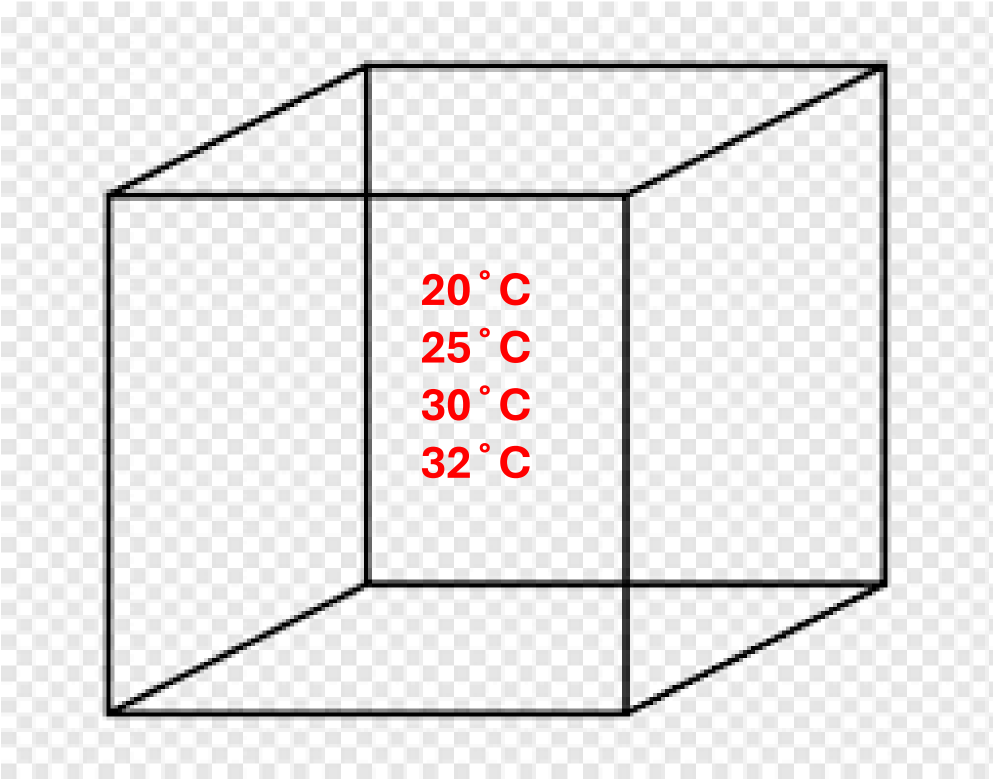
37.114 Wet and dry bulb thermometer Hygrometer



Wet bulb depression = 10°C

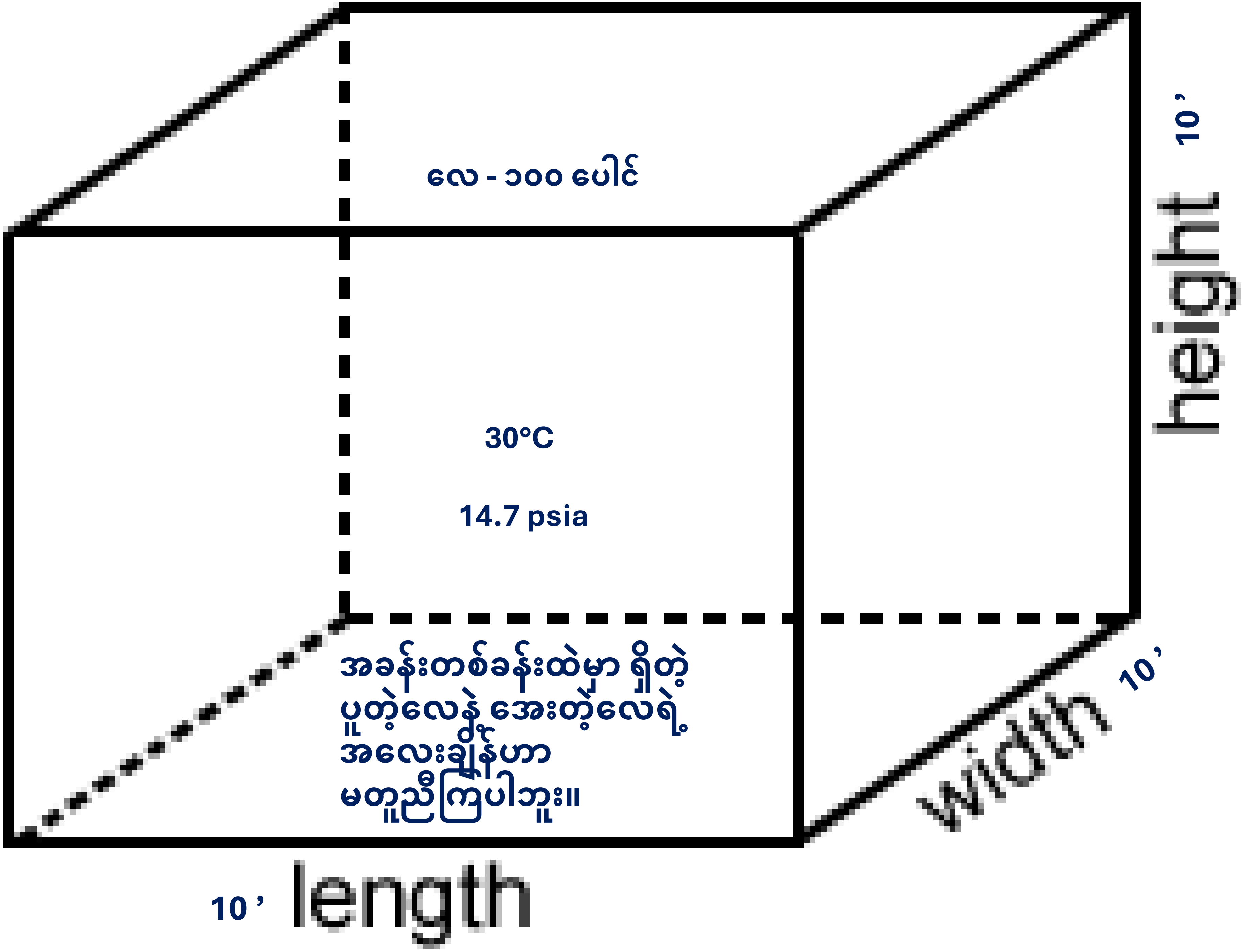


အခန်းတစ်ခန်းထဲမှာ ရှိတဲ့ လေရဲ့အလေးချိန်နဲ့ လေပါဝင်မှု ပမာဏကို တိုင်းတာလို့ရသလား?

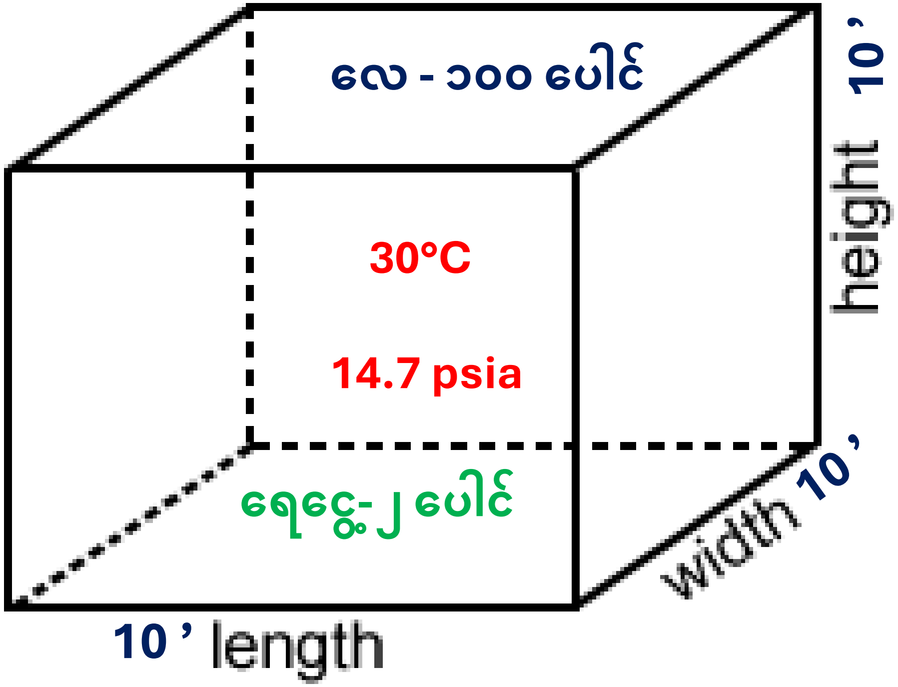


လေဟာ Temperature မြင့်တဲ့အချိန် ပူလို့ပွလာရင် လေထဲမှာရှိတဲ့ လေမော်လီကျူး Air Morcelues တစ်ခုနဲ့တစ်ခုကြားမှာ နေရာလပ်တွေဖြစ်ပေါ်နေပါလိမ့်မယ်။

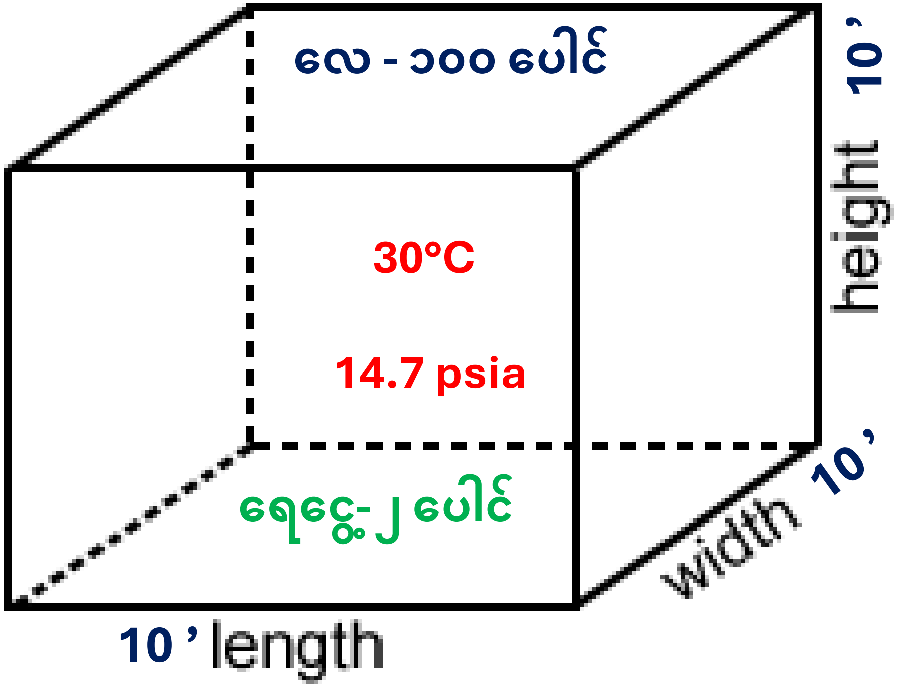
ပူတဲ့လေနဲ့ အေးတဲ့လေ ၂ခုမှာ လေဖိအားတူညီရင် အေးတဲ့လေက Density သိပ်သည်းဆပိုများလို့ ပိုလေးတယ်။



လေ - ၁၀၀ ပေါင်
30°C
14.7 psia
အခန်းတစ်ခန်းထဲမှာ ရှိတဲ့
ပူတဲ့လေနဲ့ အေးတဲ့လေရဲ့
အလေးချိန်ဟာ
မတူညီကြပါဘူး။
10 ’ length
width 10 ’
height 10 ’



ရန်ကုန်

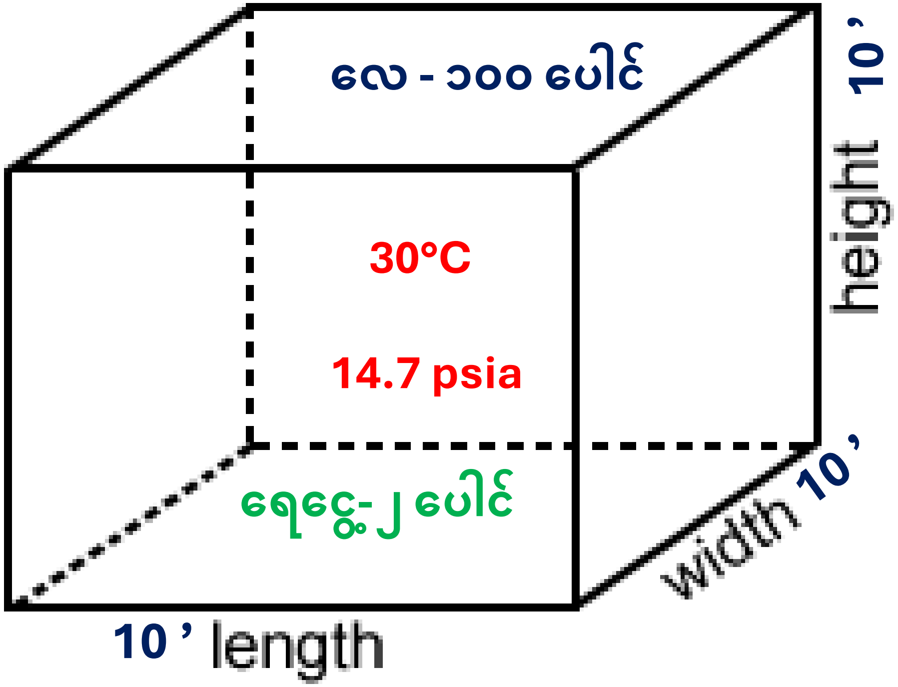


မကွေး

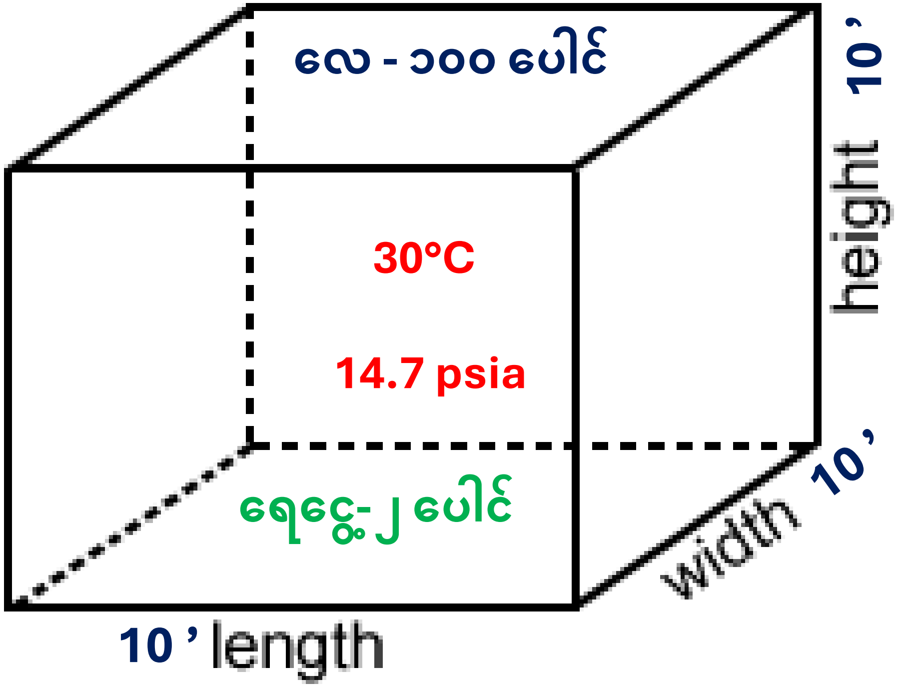
အကယ်၍ ရန်ကုန်က အခန်းထဲမှာ 30°C ပူပြီး မကွေးက အခန်းကလည်း 30°C ပူတယ်ဆိုပါစို့

အဲ့ဒီ ၁၀ ပေ ပတ်လည် အခန်းထဲမှာ လေရဲ့နေရာလွတ်တွေထဲမှာ ရေငွေ့ Humidity တွေက နေရာယူထားတာဖြစ်လို့ အဲ့ဒီ ၁၀ပေပတ်လည်အခန်းက

ဥပမာ၊ ၊ လေပေါင် ၁၀၀ပေါင်လောက် လက်ခံနိုင်ပြီး ရေငွေ့ကို လက်ခံနိုင်တဲ့ ပမာဏက ၂ပေါင်ရှိတယ်ဆိုရင် မကွေးက အခန်းထဲက လေရဲ့ပမာဏကလည်း လေပေါင် ၁၀၀ပေါင်လောက် လက်ခံနိုင်ပြီး ရေငွေ့ကို လက်ခံနိုင်တဲ့ ပမာဏက ၂ပေါင် ပါပဲ။



ရန်ကုန်

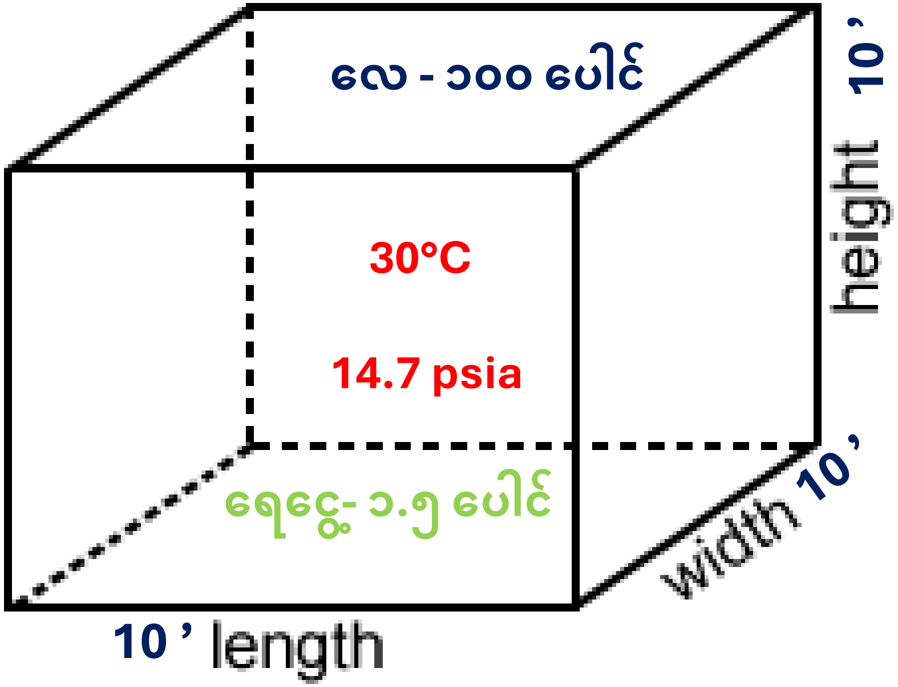


မကွေး

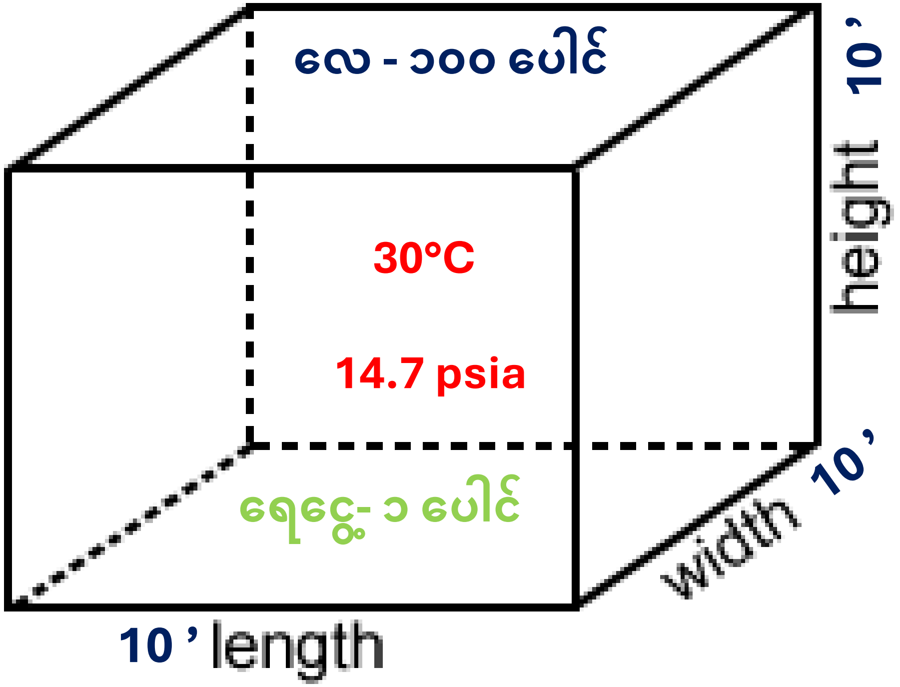
အခန်းတစ်ခန်းထဲက Dry Bulb Temperature အပူချိန်တစ်ခုမှာ လက်တွေ့ဘဝမှာ သူတကယ်သယ်ထားနိုင်တဲ့ သယ်ထားခွင့်ရတဲ့ ရေငွေ့ပမာဏရဲ့ အချိုးကို RELATIVE HUMIDITY (RH) လို့ခေါ်တယ်။

RELATIVE = နှိုင်းရ (အစ)

မိုးတွင်း



ရန်ကုန်
RH = 75%

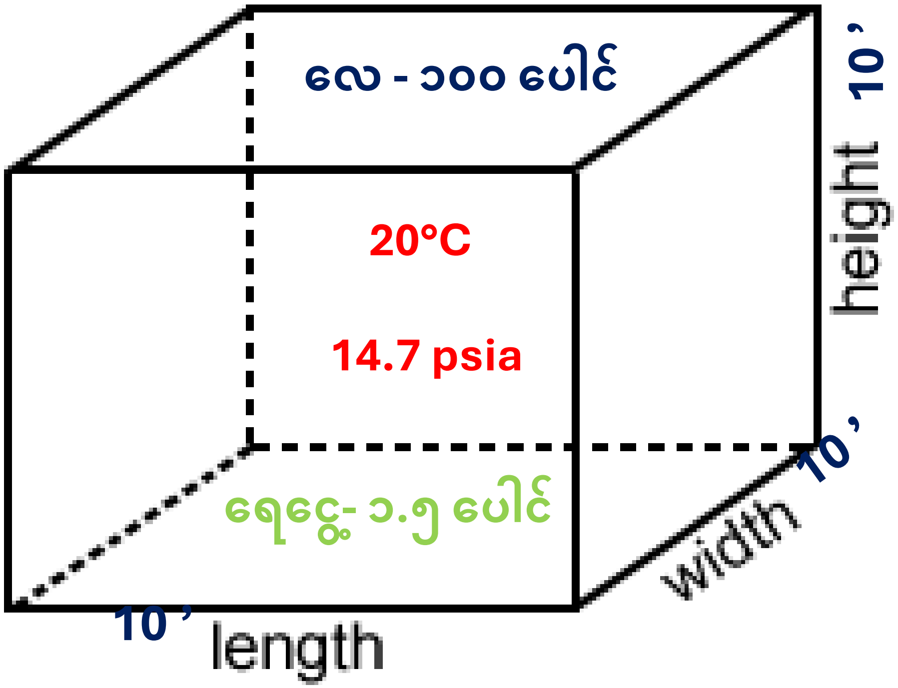


ပခုက္ကူ
RH = 75%

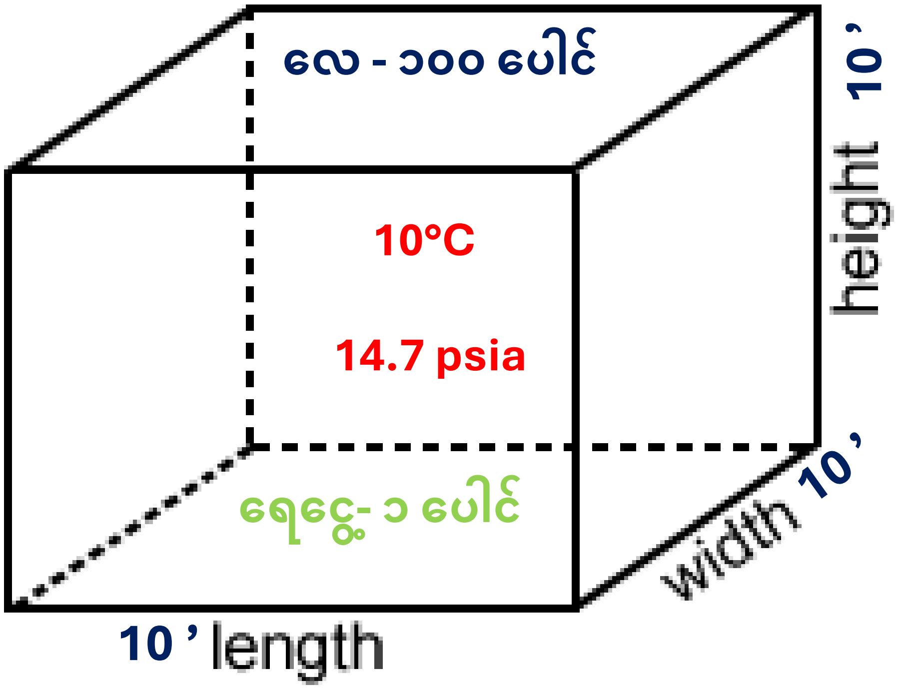
ရန်ကုန်က မြစ်ချောင်း နဲ့ နီးလို့ ရန်ကုန်က အခန်းထဲမှာ ရေငွေ့ ပိုများတယ်။

ပခုက္ကူက မြစ်ချောင်း နဲ့ မနီးလို့ ပခုက္ကူက အခန်းထဲမှာ ရေငွေ့နည်းတယ်။

နွေရာသီ



ရန်ကုန်



ရန်ကုန်

ရေငွေ့- ၁ ပေါင် ➔ RH = 66.66%

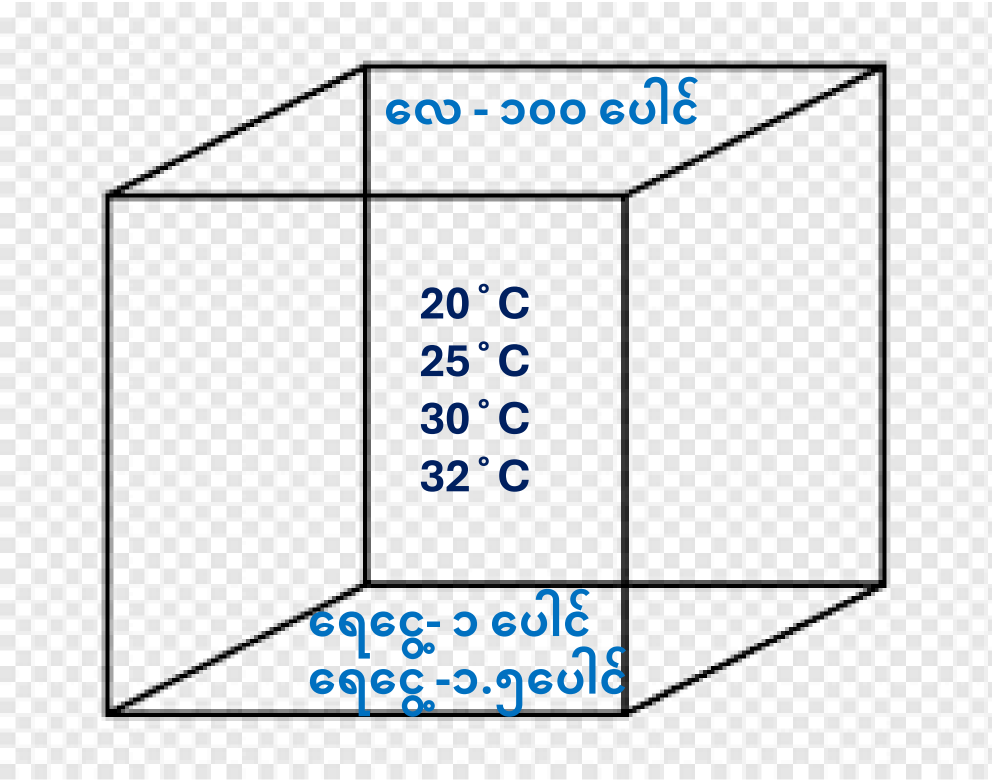
ရေငွေ့- ၁ ပေါင် ➔ RH = 100%
ရေငွေ့- ၁.၁ ပေါင် ➔ RH = 100%

Humidity % တိုးလာတိုင်း ရေငွေ့ပမာဏ မတိုးလာပါဘူး။

Humidity ဆိုတာ 100% ကို ကျော်သွားတယ်ဆိုပြီးတော့ မရှိပါဘူး။ RH% ဆိုတာ 100% ထိပဲ ပြလေ့ရှိတယ်။

အခန်းတစ်ခန်းထဲက Dry Bulb Temperature အပူချိန်တစ်ခုမှာ လက်တွေ့ဘဝမှာ သူတကယ်သယ်ထားနိုင်တဲ့ သယ်ထားခွင့်ရတဲ့ ရေငွေ့ပမာဏရဲ့အချိုးကို RELATIVE HUMIDITY (RH) လို့ခေါ်တယ်။

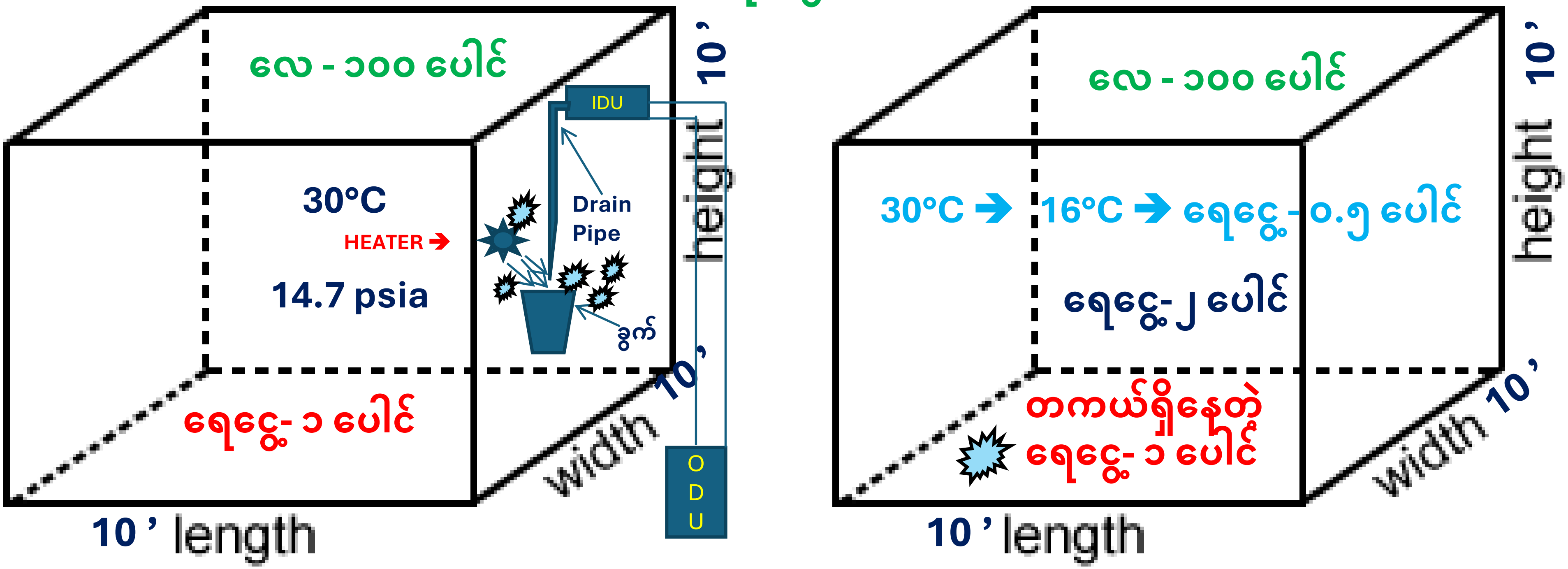
RELATIVE = နှိုင်းရ (အစ)



RH% ပိုများလေလေ ဆိုလိုတာ (100%) ကို ရောက်သွားရင် Wet Bulb နဲ့ Dew Point temperature ကလည်း လိုက်ပြီးတော့များလာလေလေဖြစ်မယ်။

Dry Bulb = Wet Bulb = Dew Point အဲ့ဒီ ၃ မျိုးလုံး တန်ဖိုးတူညီတဲ့အခြေအနေကို Saturation Point လို့ခေါ်တယ်။

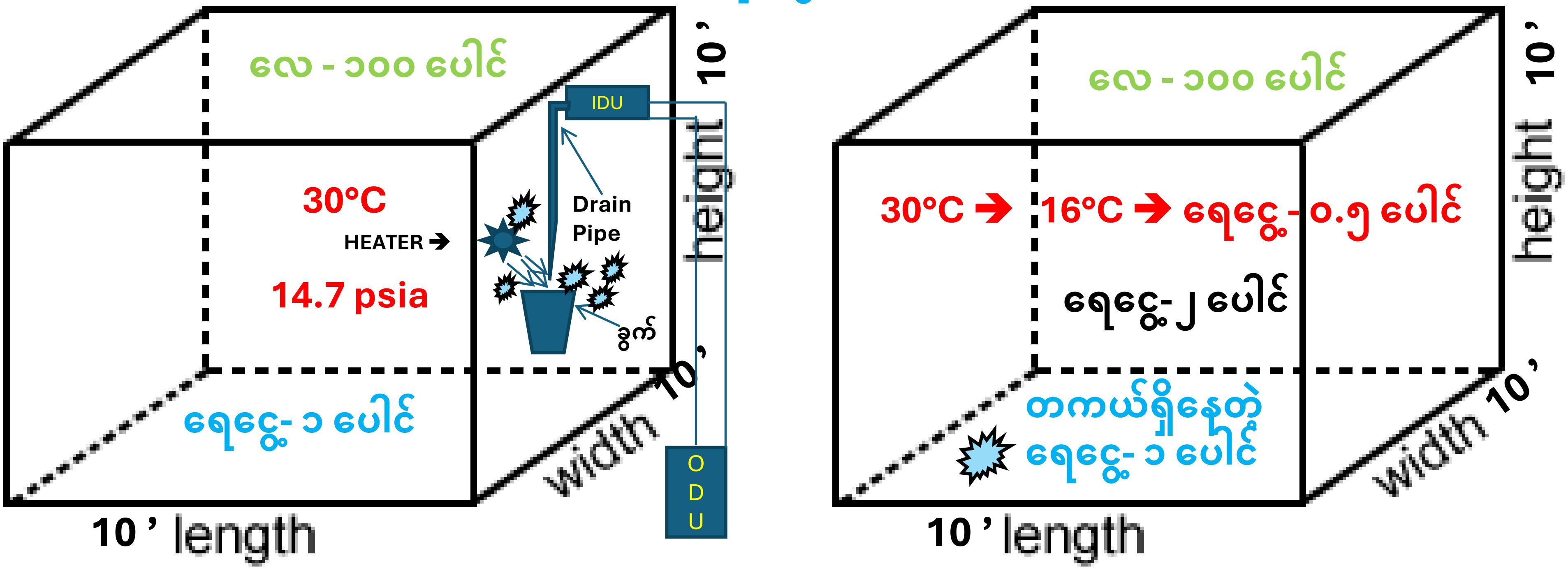
မိုးတွင်း



အကယ်၍ ၁၀ ပေ ပတ်လည် အခန်းထဲမှာ AC တစ်လုံးတပ်ပြီး Drain pipe ကို အပြင်မထုတ်ပဲ အခန်းထဲမှာထားပြီး ခွက်နဲ့ခံမယ်။ ပြီးရင် Heater တစ်လုံးတပ်ပြီး အပူပြန်ပေးရင် ရေငွေ့ပြန်ဖြစ်ပြီး အခန်းထဲပြန်ရောက်သွားမယ်။

ဒီတော့ မူလ 30 ˚C မှာ ရေငွေ့က ၁ပေါင်ရှိတယ်။ Drain pipe ကြောင့် အခန်းထဲမှာ ရေငွေ့ပြန်ဖြစ်လာတဲ့အတွက် ရေငွေ့ ၁ပေါင်ထပ်ထိုးတာကြောင့် ရေငွေ့ Total = ၂ ပေါင်
16’C နဲ့ Air-con မောင်းထားလို့ အခန်းထဲမှာ တဖြည်းဖြည်း အေးလာပြီး ရေငွေ့ပမာဏ ၀.၅ပေါင် ထပ်တိုးလာပြန်တယ်။ RH% က 100% အထက်မှာဖြစ်နေလို့
Total ၂ပေါင် + ၀.၅ ပေါင်➔ ၂.၅ပေါင် ဖြစ်သွားလိမ့်မယ်။

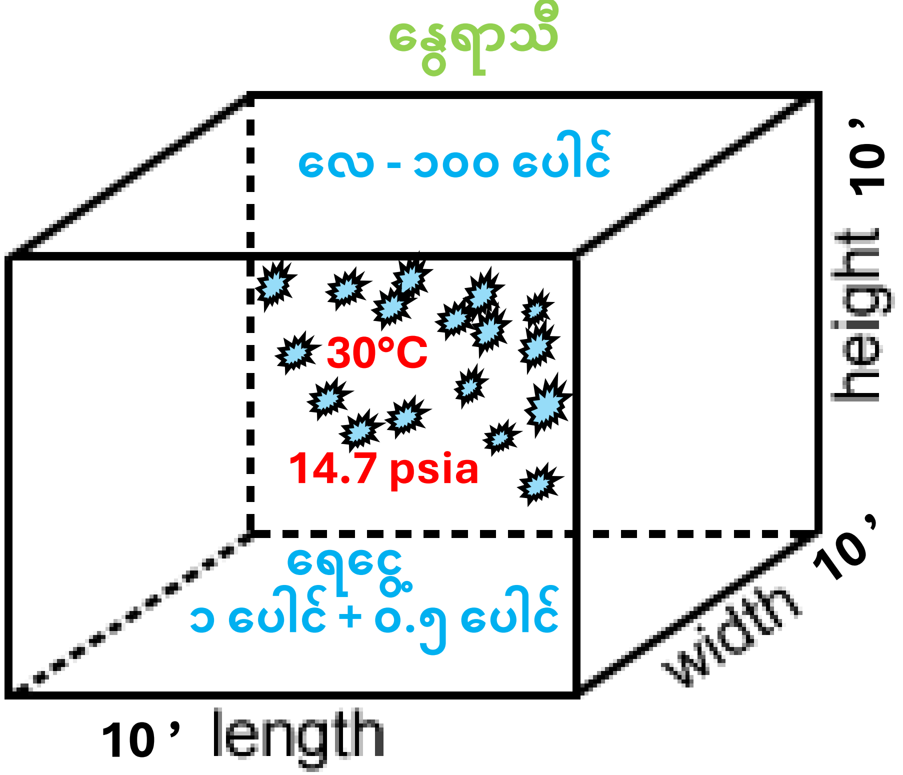
မိုးတွင်း



နောက်ဆုံး တိုးထားတဲ့ ၀.၅ ပေါင်ဆိုတဲ့ ရေငွေ့က အခန်းထဲမှာ သူဝင်ဖို့ နေရာအလွတ် မရှိတော့လို့ ဘယ်နေရာကို ရောက်သွားသလဲဆိုရင် အခန်းရဲ့မှန်တွေမှာ ရေငွေ့တွေအဖြစ် အစိုဓာတ်ပြုပြီး အခိုးတွေရိုက်မယ်။ အခန်းရဲ့နံရံတွေမှာ RH% များလို့ စိုထိုင်းဆများမယ်။ မှိုတွေစွဲကပ်မယ်။ အခန်းထဲက ကြမ်းပြင်မှာ ရေတွေသီးမယ်။ ကြမ်းပြင်မှာ ရေတွေသီးမယ်။

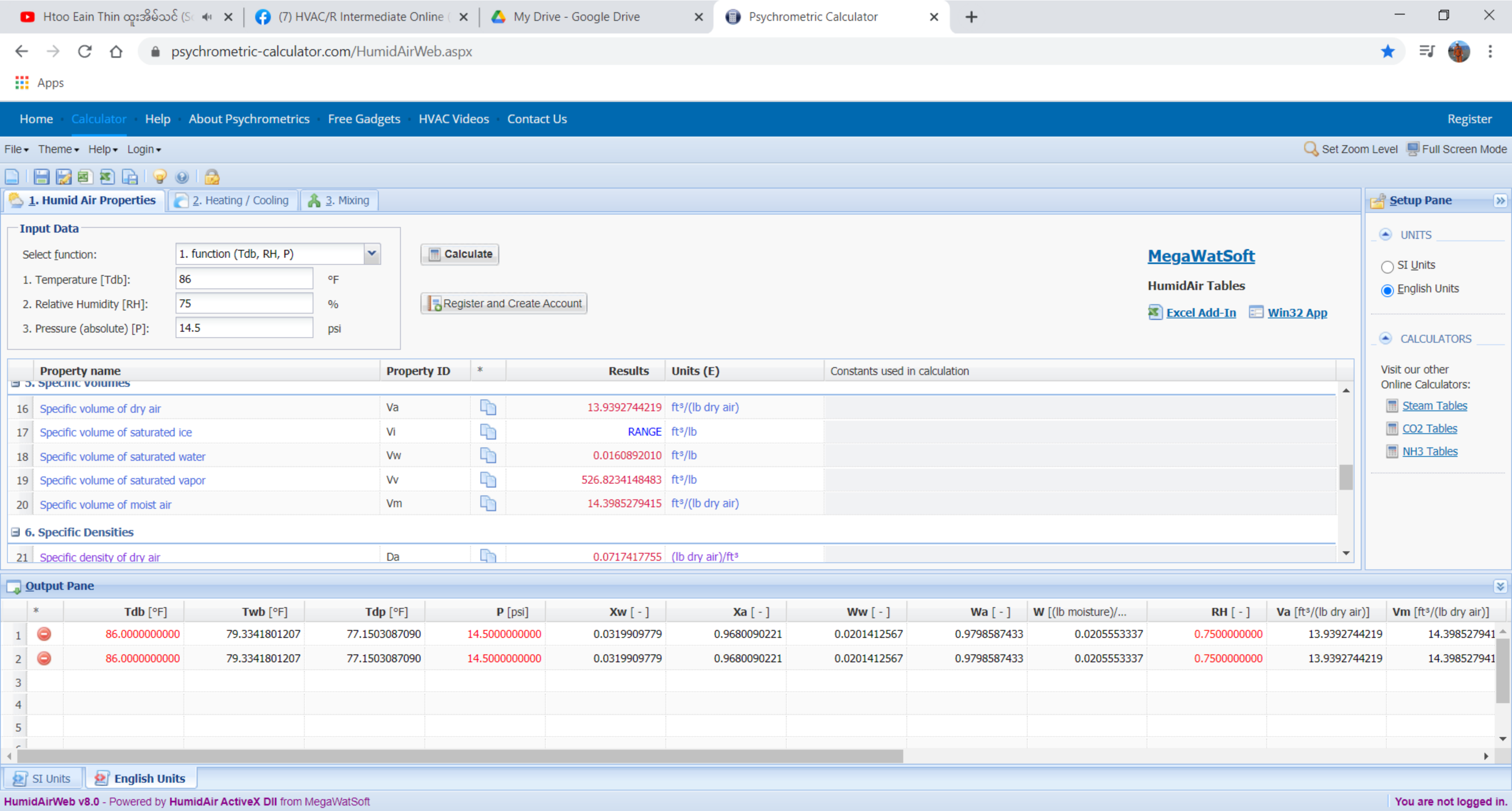
အခန်းထဲမှာရှိတဲ့ လေထုရဲ့အပူချိန်မှာ 100% RH ထက်ပိုနေတဲ့ ရေငွေ့စိုထိုင်းဆဟာ ရေအဖြစ်ပြောင်းလဲသွားတဲ့ အပူချိန်ကို Dew Point Temperature လို့ခေါ်တယ်။

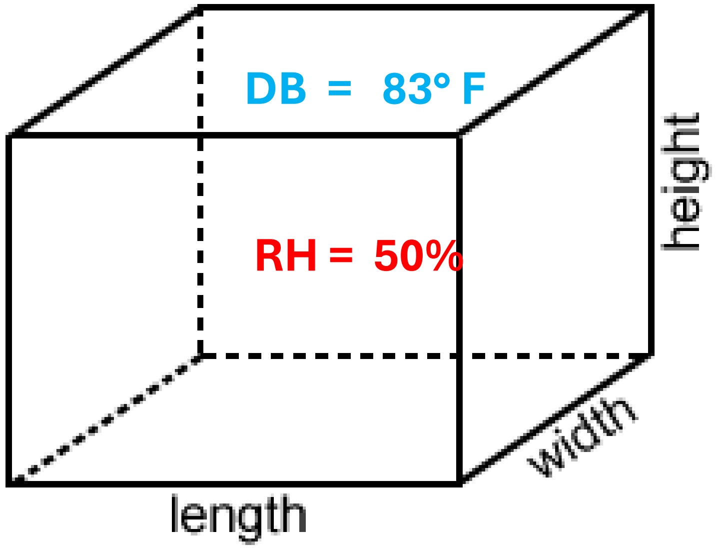
Dew Point = ရေငွေ့ကနေ ရေအဖြစ်ပြောင်းလဲခြင်း



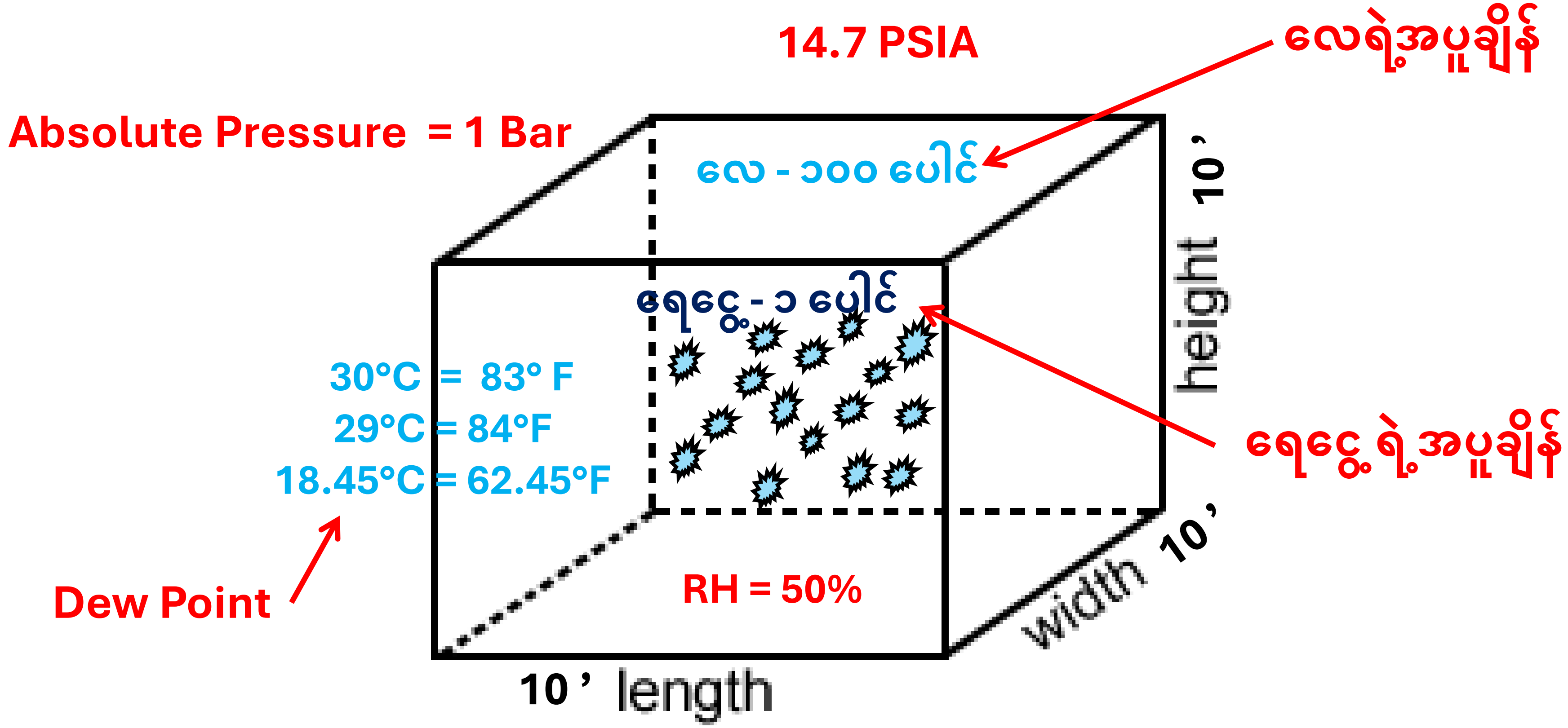
အခန်းထဲမှာရှိတဲ့ လေထုရဲ့အပူချိန် 30 ˚C ဆိုရင် ရေငွေ့ ရဲ့ အပူချိန်က 30 ˚C ထက်နိမ့်မယ်။ အခန်းတစ်ခန်းထဲမှာရှိနေတဲ့ Dry bulb temperature နဲ့ အခန်းထဲမှာရှိနေတဲ့ ရေငွေ့ ရဲ့ ပမာဏကိုလိုက်ပြီး အဲ့ဒီရေငွေ့ ရဲ့ အပူချိန်က အတိုးအလျော့ရှိတယ်။ ဒါကြောင့် ဒီအခန်းရဲ့ အပူချိန် 30 ˚C မှာ ရေငွေ့ပမာဏ အပူချိန်ကို Wetbulb လို့ခေါ်တယ်။

Psychrometric ကို တွက်မယ်ဆိုရင် online က ရှာပါ





- Dry Bulb Temp = 83°F
- Wet Bulb Temp = 69.24°F
- Relative Humidity = 50 %
- Humidity Ratio = 0.01207 lb/lbDA
- Dew Point Temp = 62.45°F
- Specific Volume = 13.9326 ft3/lb
- Specific Enthalpy = 33.17 Btu/lbDA



လေရဲ့အပူချိန်က ပေါင် 100lb
ရေငွေ့ရဲ့အပူချိန်က 1lb အချိုးချရင် 1/100 = 1 : 100 Ratio

Humidity Ratio 0.01 lb of water vapor per lb of dry air (0.01207 lb wv/ lb air)

Humidity Ratio ဆိုတဲ့ အဓိပ္ပါယ်က
အခန်းထဲမှာရှိတဲ့ လေရဲ့အလေးချိန်နဲ့ ရေငွေ့ရဲ့အလေးချိန်ကို အချိုးချထားတာပါ။

ဥပမာ တစ်ခုပေးရရင် .... အခန်းတစ်ခန်းထဲမှာ RH 50% ရှိမယ်ဆိုရင်
လေတစ်ပိဿာရှိရင် ရေငွေ့ကျပ်ခွဲသားရှိတယ်ဆိုတဲ့သဘောပဲ။

30 ˚ C = 86 ˚ F

1 Bar = 14.69 psia

Specific Volume of Moisture Air = 13.9326 ft^3 / Lb dry air

V = L x B x H

= 10’ x 10’ x 10’

= 1000 ft^3

$$\frac{1000\ ft^3}{13.9326 ft^3/lb} = 71.77\ Lb$$

= 71.77 Lb (Dry Air လေပူရဲ့အလေးချိန်)

ရေငွေ့ရဲ့အလေးချိန်ကို သိချင်ရင် = 71.77 lb x Humidity Ratio

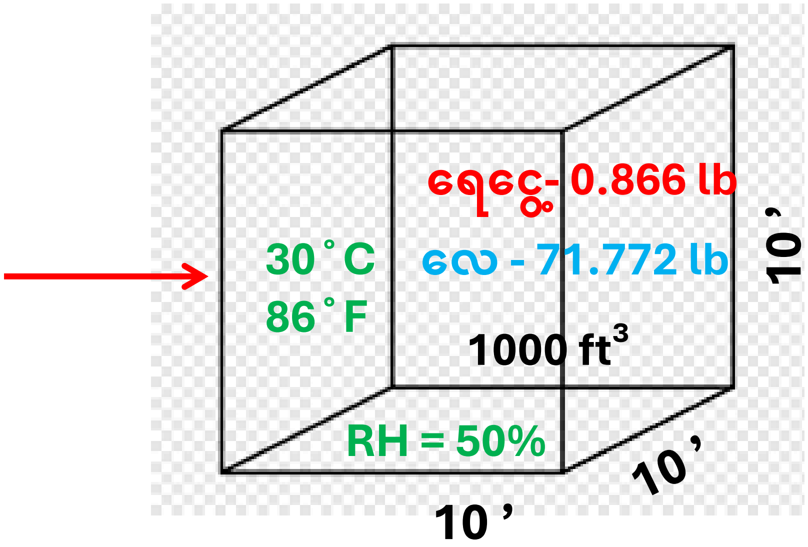
= 71.77 lb x 0.01207 lb/DA

= 0.866313 lb

Almost 1 lb ၁ပေါင်နီးပါး ရေငွေ့ကိုသယ်ဆောင်ထားတာပါ။

အခန်းတစ်ခန်းထဲမှာ ရှိတဲ့ RH 50% မှာ ဆိုရင် ရေငွေ့ ရဲ့အလေးချိန်ကိုသိချင်ရင်

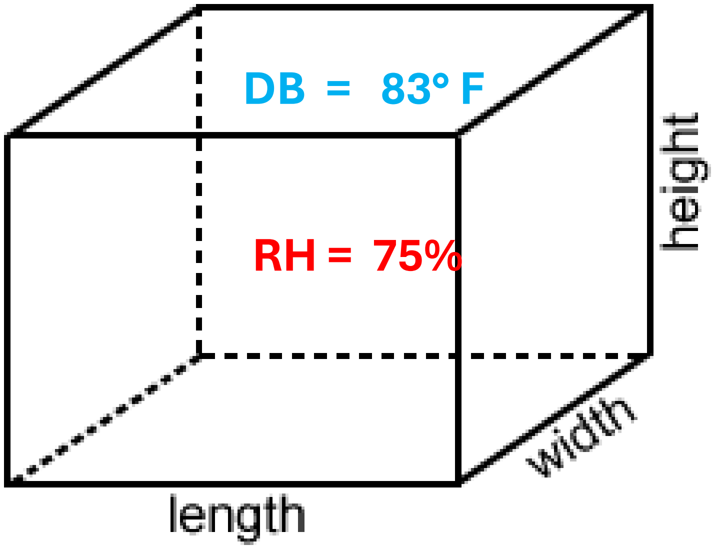
Room



RH 50% မှာ ရေငွေ့ ရဲ့အလေးချိန် = လေပူရဲ့အလေးချိန် x Humidity Ratio
ရေငွေ့ပါဝင်မှုပမာဏ = 71.77 Lb x 0.01207 Lb moisture
ရေငွေ့ပမာဏ = 0.866 moisture

RH % မြင့်လာလေလေ အခန်းရဲ့ရေငွေ့ပမာဏ တိုးလာလေလေပဲ။

Specific Enthalpy of Dry Air = 33.17 Btu/ lb dry air
Room Cooling Capacity = လေပူရဲ့အလေးချိန် ပမာဏ x 33.17 Btu/ lb dry air
= 71.77 lb x 33.17 Btu / lb dry air
= 2380.61 BTU/DA



- Dry Bulb Temp = 83°F
- Wet Bulb Temp = 76.62°F
- Relative Humidity =75 %
- Humidity Ratio = 0.0182 lb/lbDA
- Dew Point Temp = 74.25°F
- Specific Volume = 14.0691 ft3/lb
- Specific Enthalpy = 39.99 Btu/lbDA

ဥပမာ တစ်ခုပေးရရင် .... အခန်းတစ်ခန်းထဲမှာ RH 75% ရှိမယ်ဆိုရင်
လေတစ်ပိဿာရှိရင် ရေငွေ့ကျုပ်ခဲ့သားရှိတယ်ဆိုတဲ့သဘောပဲ။

30 ˚C = 86 ˚F

1 Bar = 14.69 psia

Specific Volume of Moisture Air = 14.0691 ft^3 / Lb dry air

V = L x B x H

= 10' x 10' x 10'

= 1000 ft^3

$$\frac{1000\ ft^3}{14.0691\ ft^3/lb} = 71.07\ Lb$$ (Dry Air လေပူရဲ့အလေးချိန်)

ရေငွေ့ရဲ့အလေးချိန်ကို သိချင်ရင် = 71.07 lb x Humidity Ratio

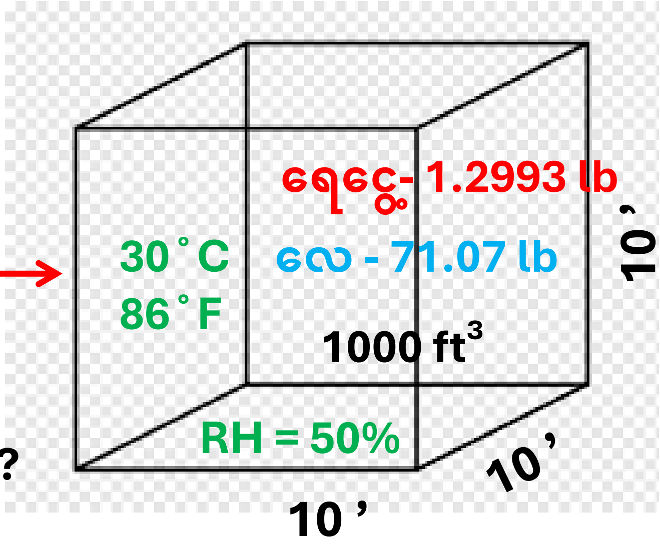
= 71.07 lb x 0.01828 lb/lbDA

= 1.2993 lb/DA

ၥပေါင်ကျော် ရေငွေ့ကိုသယ်ဆောင်ထားတာပါ။ (Almost 1.5lb)

အခန်းတစ်ခန်းထဲမှာ ရှိတဲ့ RH 75% မှာ ဆိုရင် ရေငွေ့ ရဲ့အလေးချိန်ကိုသိချင်ရင်

Room →



RH = 50% ➔ 75% = ?

RH 50% မှာ ရေငွေ့ ရဲ့အလေးချိန် = လေပူရဲ့အလေးချိန် x Humidity Ratio
ရေငွေ့ပါဝင်မှုပမာဏ = 71.07 Lb x 0.01828 Lb moisture
ရေငွေ့ပမာဏ = 1.2993 moisture

RH % မြင့်လာလေလေ အခန်းရဲ့ရေငွေ့ပမာဏ တိုးလာလေလေပဲ။

Specific Enthalpy of Dry Air = 39.99 Btu/ lb dry air
Room Cooling Capacity = လေပူရဲ့အလေးချိန် ပမာဏ x 39.99 Btu/ lb dry air
= 71.07 lb x 33.17 Btu / lb dry air
= 2842.089 BTU/DA

- **Dry Bulb Temperature** ဆိုတာ လေထုထဲမှာရှိတဲ့ အပူချိန်ကို သာမန် သာမိုမီတာအသုံးပြုပြီး တိုင်းတာရရှိတဲ့ အပူချိန်ဖြစ်ပါတယ်…။

- **Wet Bulb Temperature** ဆိုတာ ရိုးရိုးသာမန် သာမိုမီတာမှာ ရေစိုနေတဲ့ အဝတ်စကိုပတ်ပြီး လေတိုက်ခတ်နေတဲ့နေရာတစ်ခုမှာ တိုင်းတာရရှိတဲ့ အပူချိန်ဖြစ်ပါတယ်။

- **Dew Point Temperature** ဆိုတာ ရေငွေ့မှာ ငွေ့ရည်ဖွဲ့ခြင်း (Condensation) စတင်ဖြစ်ပေါ်တဲ့အခါမှာ ရရှိနိုင်တဲ့အပူချိန်တစ်ခုဖြစ်ပါတယ်။

- **Relative Humidity** ဆိုတာ တကယ့်လက်တွေ့မှာရှိနေတဲ့ ရေခိုးရေငွေ့တွေပါဝင်တဲ့လေထုရဲ့ဖိအား (Actual Water Vapor Pressure of the air) နဲ့ ရေခိုးရေငွေ့အဖြစ်ကို အပြီးတိုင်ပြောင်းလဲသွားတဲ့ လေထုရဲ့ဖိအား (Saturated Water Vapor Pressure) တွေရဲ့အချိုးဖြစ်ပြီး အဲသည့်ဖိအား ၂ခုကို တူညီတဲ့ အပူချိန်တစ်ခုမှာ တိုင်းတာထားခြင်းဖြစ်ပါတယ်။

- **Specific Humidity (or) Moisture Content** ဆိုတာ ခြောက်သွေ့တဲ့ လေထုထဲမှာ (တစ်ပေါင်ရှိတဲ့ ရေခိုးရေငွေ့) ရဲ့အလေးချိန်ကို Grain (သို့မဟုတ်) Pound နဲ့ ဖော်ပြခြင်းဖြစ်ပါတယ်။

- **Enthalpy** ဆိုတာ အပူချိန်စမှတ် တစ်ခုရဲ့ပမာဏ (Arbitrary Heat Datum) ရဲ့အပေါ်မှာရှိတဲ့ အပူချိန်ပမာဏကို ဖော်ပြတာဖြစ်ပြီး ပမာဏကို ခြောက်သွေ့တဲ့လေထုရဲ့ BTU နဲ့ဖော်ပြပါတယ်။

- **ခြောက်သွေ့တဲ့လေထု (Dry Air) ရဲ့စမှတ်** အပူချိန်ပမာဏမှာ 0 Degree Fahrenheit (F) ဖြစ်ပြီး၊

- **(Moisture Content) ရဲ့ စမှတ်** အပူချိန်ပမာဏမှာ 32 Degree Fahrenheit (F) ကို

- **Specific Volume** ဆိုတာ AIR လေတစ်ကုဗပေမှာ ခြောက်သွေ့တဲ့လေ (Dry Air) ဘယ်လောက်ပါသလဲဆိုတာ ဖော်ပြပေးခြင်းဖြစ်ပါတယ်။

- **Sensible Heat Factor** ဆိုတာ Sensible Heat နဲ့ Total Heat ရဲ့အချိုးဖြစ်ပါတယ်။

- **Sensible Heat** ဆိုတာ အပူချိန်ပဲ ပြောင်းလဲမြင့်တက်လာပြီး ပုံသဏ္ဍာန်မပြောင်းစေတဲ့ အပူချိန်ဖြစ်ပါတယ်။

- **Latent Heat** ဆိုတာ အပူချိန်တိုးမြှင့်လိုက်ပေမယ့် အပူချိန်ပြောင်းလဲမှုမရှိပဲ အရာဝထုရဲ့ပုံသဏ္ဍာန်ကို ပြောင်းလဲစေတဲ့ အပူချိန် တိုးမြင့်မှုပမာဏကို ဆိုလိုတာပါ။

- **Total Heat** ဆိုတာ Sensible Heat နဲ့ Latent Heat ၂ခု ပေါင်းလိုက်ခြင်းမှ ရရှိလာတဲ့ အပူချိန်ပမာဏဖြစ်ပါတယ်။

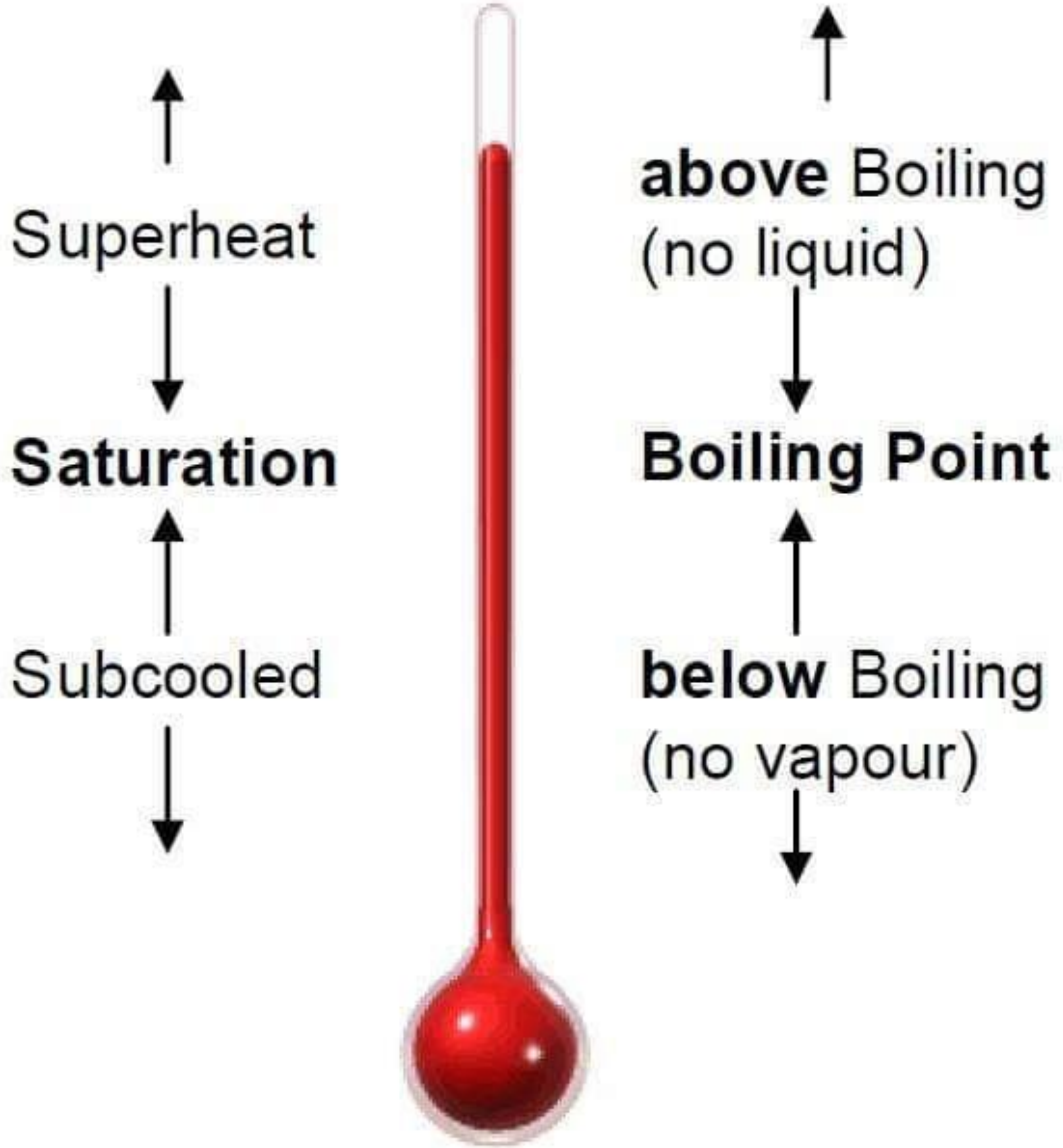
- **Alignment Circle** ဆိုတာ 80 Degree Fahrenheit (F) Dry Bulb နဲ့ 50% Relative Humidity (RH) တို့ ဆုံတဲ့အမှတ်မှာရှိနေတာပါ။ Alignment Circle နဲ့ Sensible Heat Factor ၂ခုကို ဆက်လိုက်ခြင်းကြောင့် လေအေးပေးခြင်းဖြစ်စဉ်ကို ဖော်ပြနိုင်တဲ့ လိုင်းတစ်ခုကို ရရှိပါလိမ့်မယ်။

- **Pound of Dry Air** ဆိုတာ လေတစ်ပေါင်မှာရှိတဲ့ ခြောက်သွေ့တဲ့ လေထုပမာဏဖြစ်ပါတယ်။ Psychrometric တွက်ချက်မှုတိုင်းမှာ အဲ့သည့်ပမာဏက အမြဲတမ်း တသမတ်တည်းဖြစ်နေပါလိမ့်မယ်။

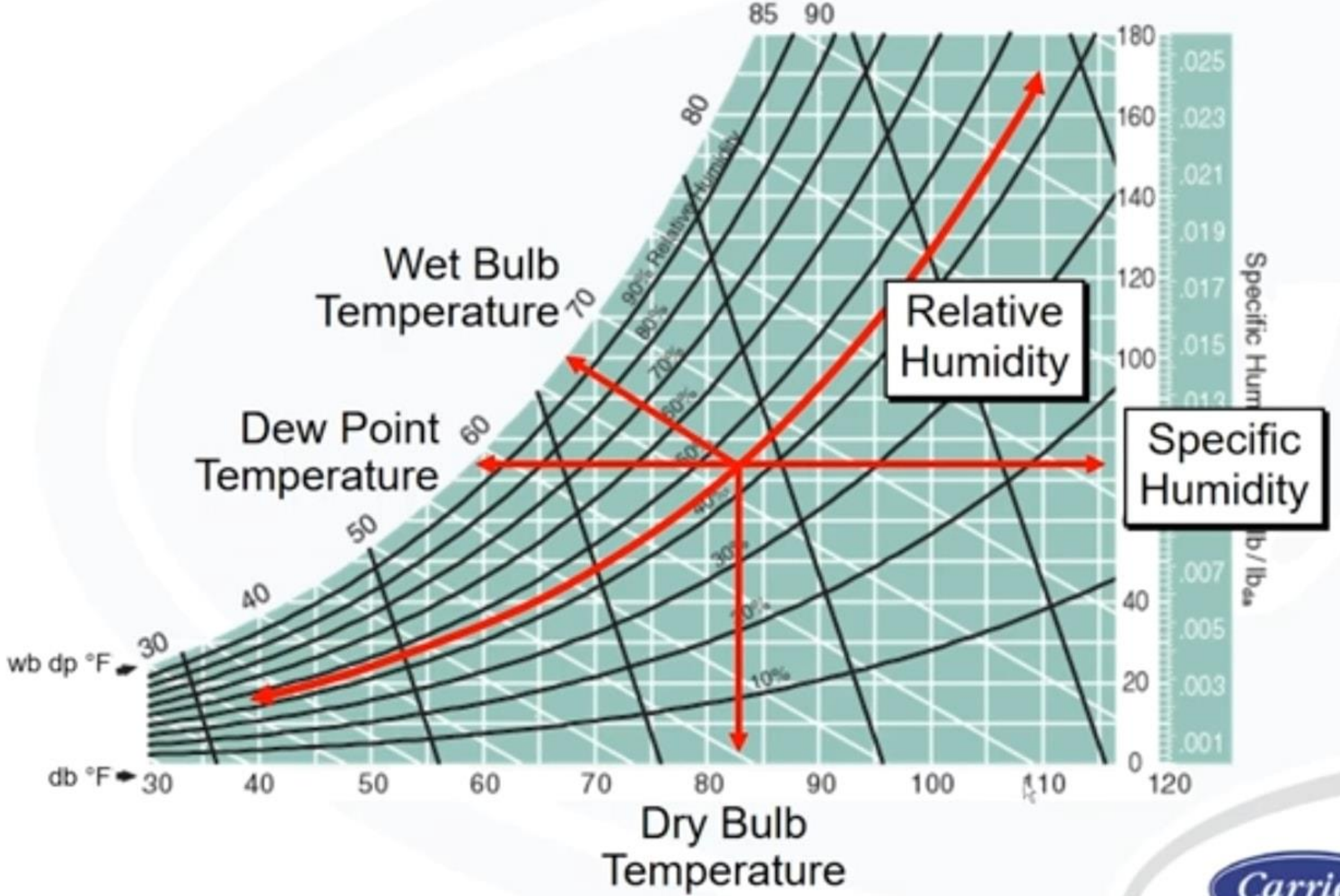
- Dry-bulb, Wet-bulb, Relative Humidity တွေဟာ အချင်းချင်း ဆက်စပ်နေကြတာပါ။ အကယ်လို့များ အဲသည့်အရာတွေထဲက ၂ခုပဲ သိခဲ့ရင်တောင် Psychrometric Chart မှာ ရှိတဲ့ အခြားမသိသေးတဲ့ အရာတွေကို ရှာဖွေနိုင်ပါလိမ့်မယ်။ အကယ်လို့ AIR လေဟာ ရာနှုန်းပြည့် (100%) ရေခိုးရေငွေ့တွေနဲ့ ပြည့်နက်နေခဲ့ရင် Dry-bulb, Wet-bulb, Dewpoint တွေရဲ့အပူချိန်ဟာ တူညီနေပါလိမ့်မယ်။

Psychometric Chart ဆိုတာ Air Conditioning Design Engineer တွေအတွက် သိရှိနားလည်ဖို့ လိုအပ်တဲ့ အရာပါ။ Computer Software တွေက ခုခေတ်မှာ ကျွန်တော်တို့ လိုချင်တဲ့ အဖြေကို ပေးနိုင်ပေမယ့် Air-conditioning Process ကိုနားလည်အောင် မကူညီနိုင်ပါဘူး။ Psychometric Chart ကိုနားလည်တဲ့ အင်ဂျင်နီယာ တစ်ယောက်အတွက်တော့ ဒီလို ပြဿနာတွေကို နားလည်လွယ်မှာပါ။ တစ်နည်းအားဖြင့် ပြောရရင် Psychometric Chart ကိုနားလည်ခြင်းအားဖြင့် ကျွန်တော်တို့ ပတ်ဝန်းကျင်က မမြင်ရတဲ့ လေ ကို မြင်လာအောင် (လေရဲ့ဂုဏ်သတ္တိတွေကို) နားလည် သဘောပေါက်လာအောင် ကူညီပေးနိုင်ပါတယ်။

အခု တစ်ခေါက်မှာတော့ Psychometric Chart ပေါ်က အရေးကြီးတဲ့ အကြောင်းအရာ အချို့ကို အကျဉ်းချုပ်ပြီး ဖော်ပြပေးလိုက်ပါတယ်။


Superheat
Saturation
Subcooled
above Boiling
(no liquid)
Boiling Point
below Boiling
(no vapour)

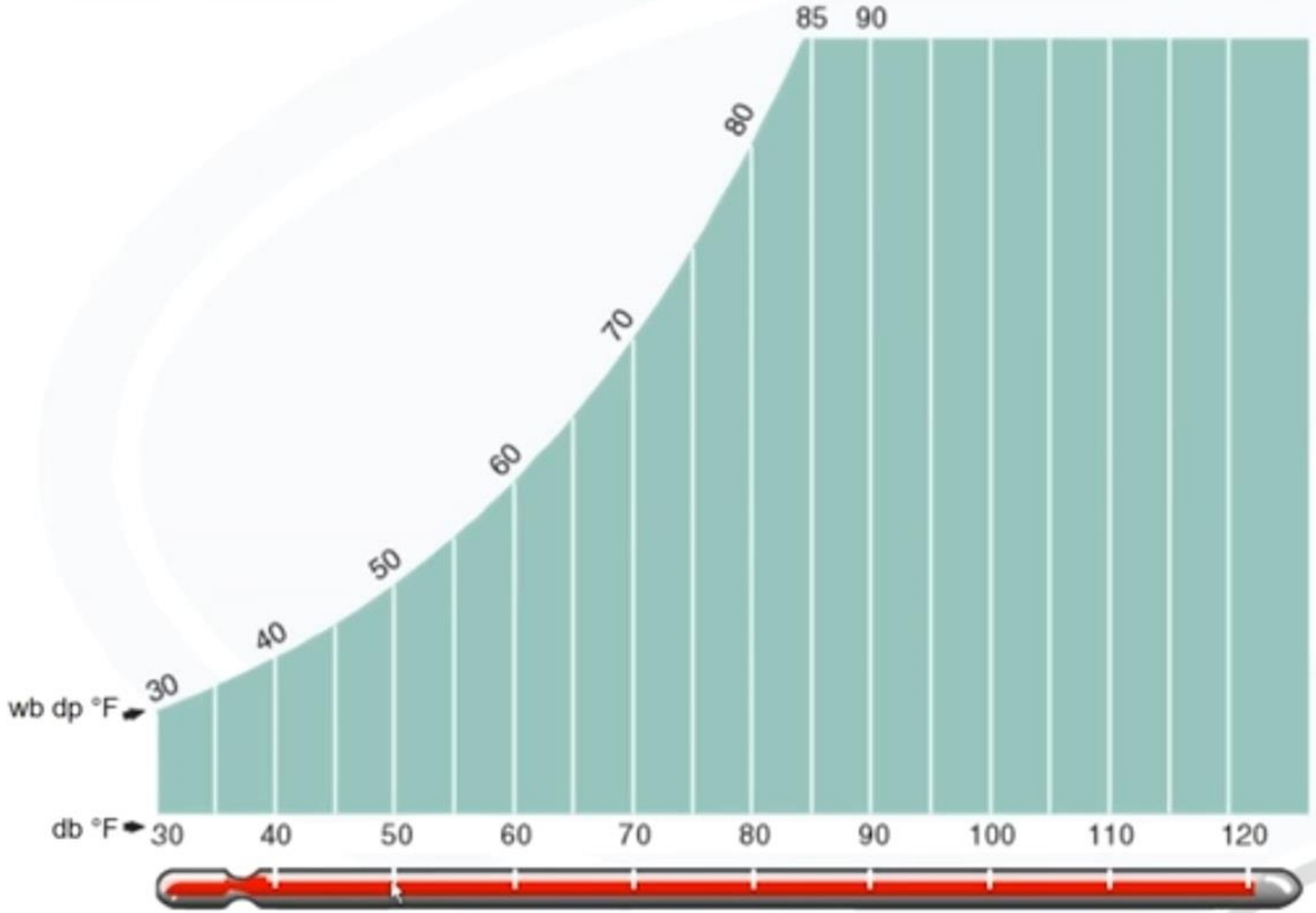
Psychrometric Chart



opyright © Carrier Corp. 2004

Turn to the Experts

Dry Bulb Temperature Scale



Carrier
Turn to the Experts

opyright © Carrier Corp. 2004

Dry Bulb Temperature (DB)

Dry Bulb Temperature ဆိုတာ ကျွန်တော်တို့ ပတ်ဝန်းကျင်မှာရှိနေတဲ့ လေရဲ့ အပူချိန်ဖြစ်ပါတယ်။ Thermometers နဲ့တိုင်းလို့ရတဲ့ အပူချိန်က Dry Bulb Temperature ပါ။ နေ့စဉ် မိုးလေဝသ သတင်းဌာနတွေ၊ လက်ကိုင်ဖုန်းတွေ မှာ ဖော်ပြလေ့ရှိတဲ့ အပူချိန်ဟာ Dry Bulb Temperature ပဲဖြစ်ပါတယ်။

Wet Bulb Temperature (WB)

Wet Bulb Temperature ကိုတော့ ရေစွတ်ထားတဲ့ အဝတ်စ ပတ်ထားတဲ့ Thermometer နဲ့တိုင်းယူရပါတယ်။ Psychometric Chart မှာလည်း Wet Bulb အပူချိန်ကို ဖတ်ယူလို့ရပါတယ်။

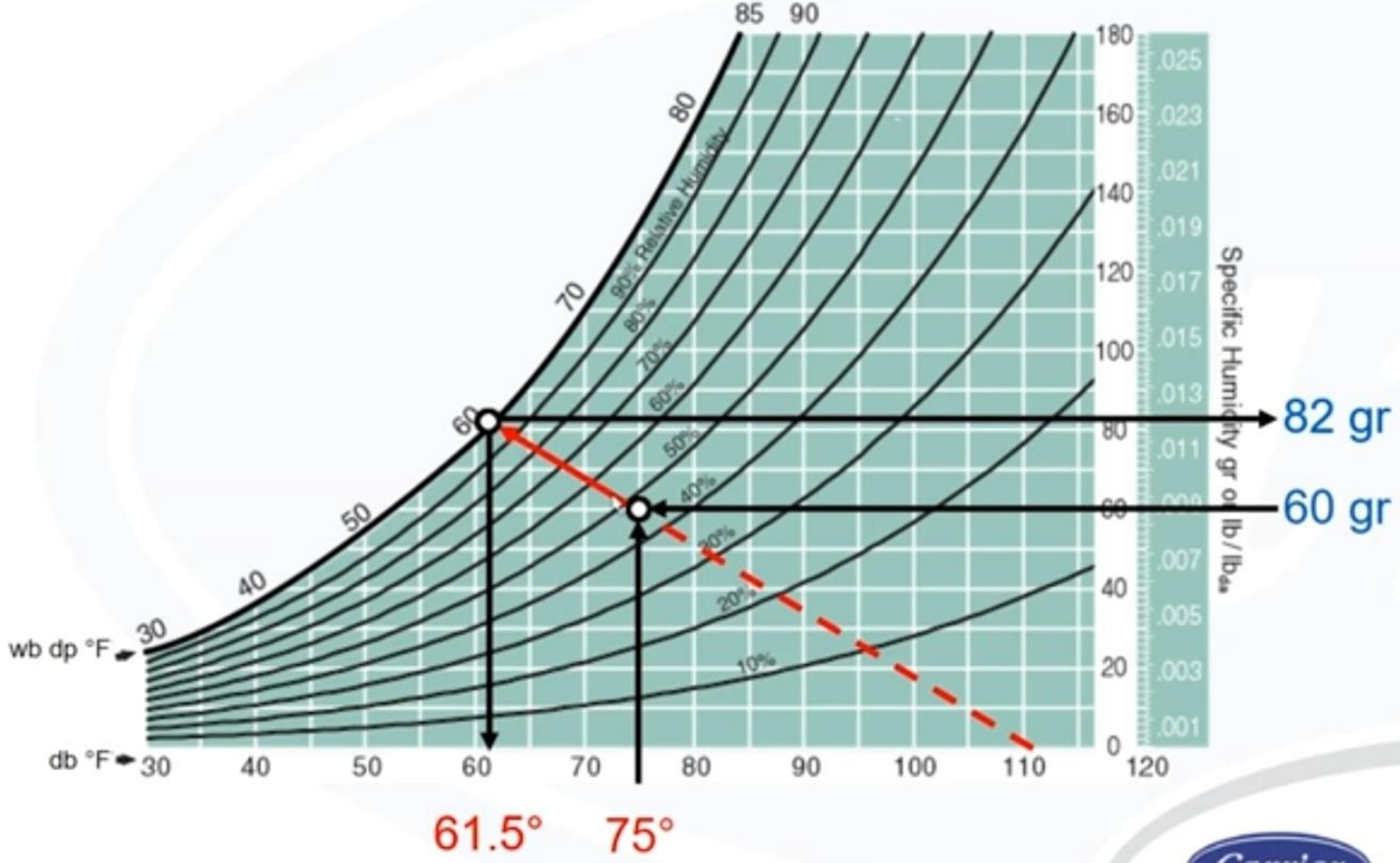
Dew Point Temperature (DP)

လေထဲမှာရှိတဲ့ ရေငွေ့တွေဟာ Constant Pressure မှာ ရေအဖြစ် စတင်ပြောင်းတဲ့ အပူချိန်ကို Dew Point Temperature လို့ခေါ်ပါတယ်။ တစ်နည်းအားဖြင့် Condensation ဖြစ်တဲ့ အပူချိန်ပါ။

အထက်ပါ အပူချိန်တွေကို ကိုယ်သုံးတဲ့ Psychometric Chart အပေါ် မူတည်ပြီး Celsius or Fahrenheit စသည့် Unit တွေနဲ့ ဖော်ပြပါတယ်။

Dry Bulb Temperature ရယ် Wet Bulb Temperature ရယ် Dew Point Temperature ရယ် ၃ခု တူညီနေရင် Saturation Point (Saturation Temperature) လို့ခေါ်တယ်။

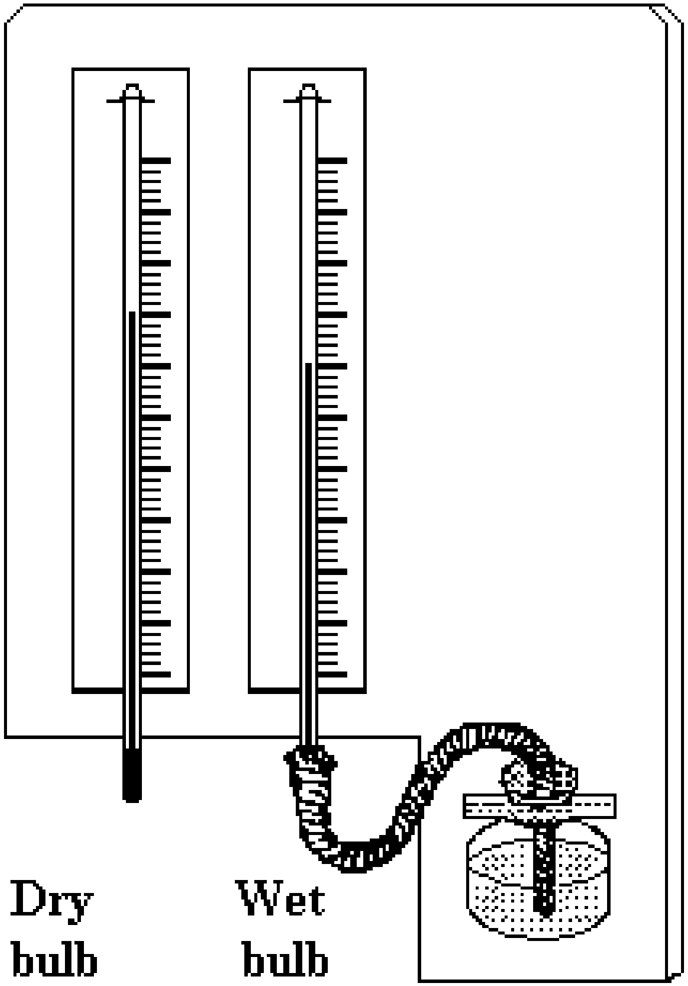
Wet Bulb Process



opyright © Carrier Corp. 2004

Turn to the Experts

37.114 Wet and dry bulb thermometer Hygrometer

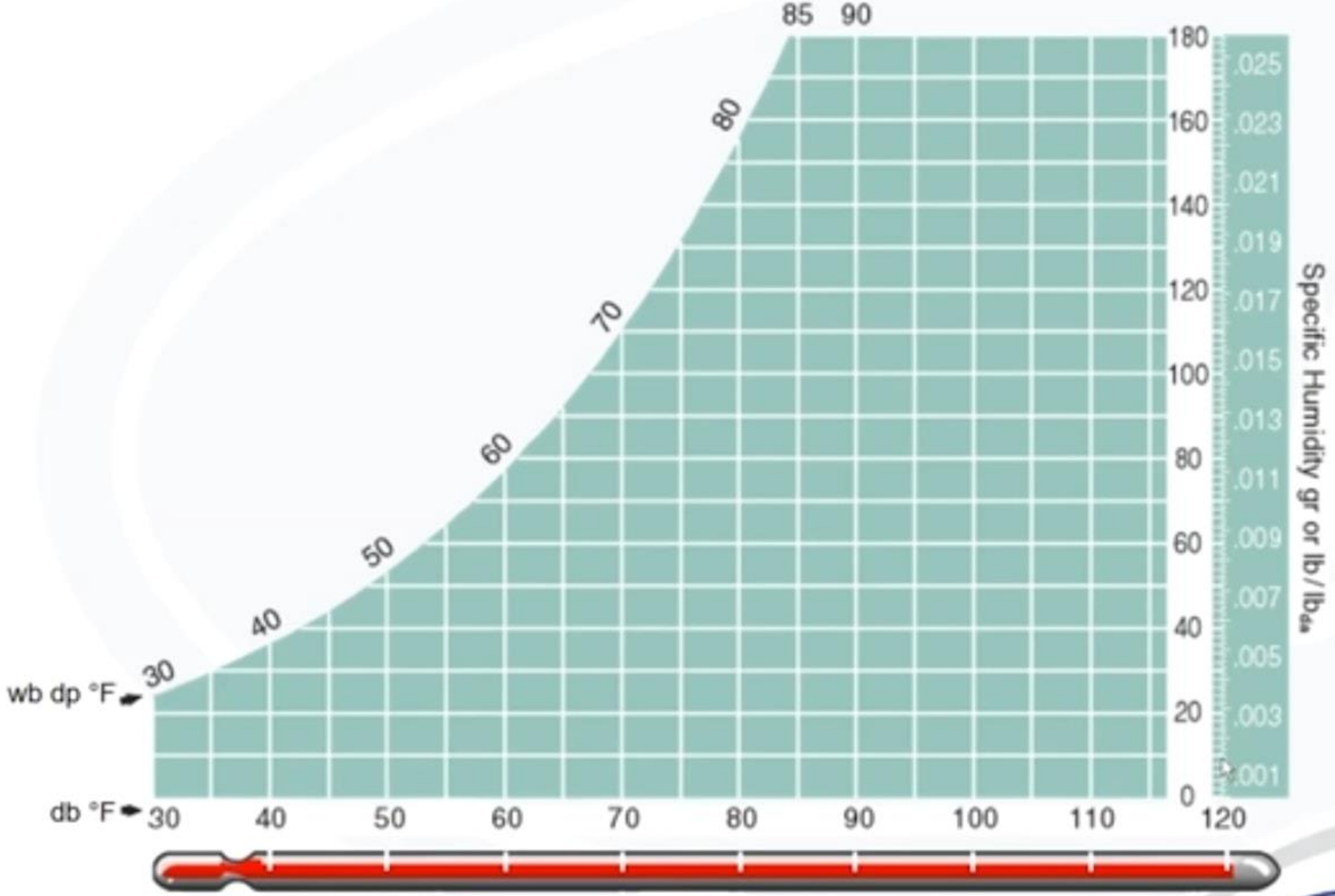


Dry bulb $70^{o}C$

Wet bulb $60^{o}C$

Wet bulb depression = $10^{o}C$

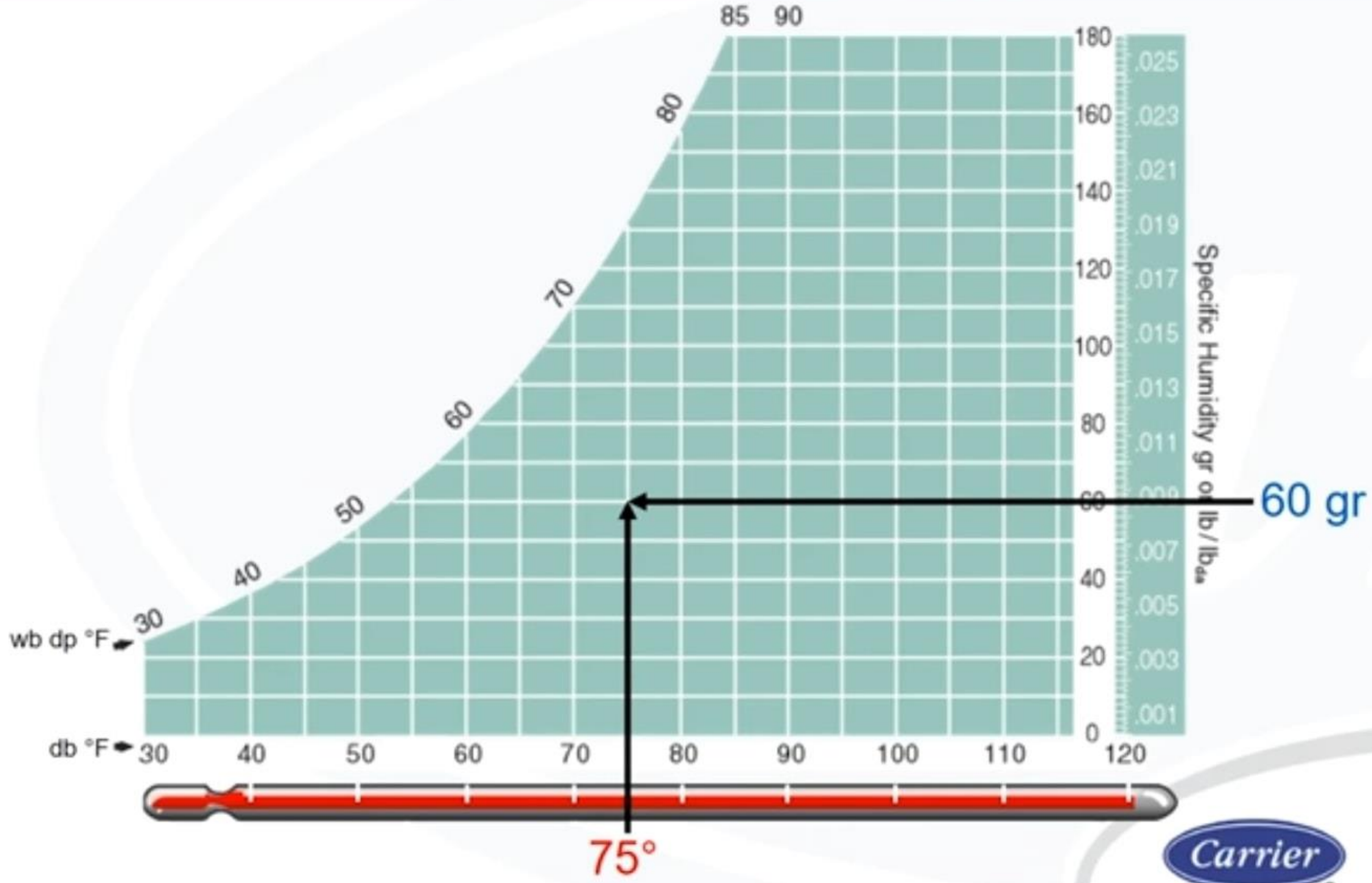
Specific Humidity Scale



Carrier
Turn to the Experts

opyright © Carrier Corp. 2004

Locating Points

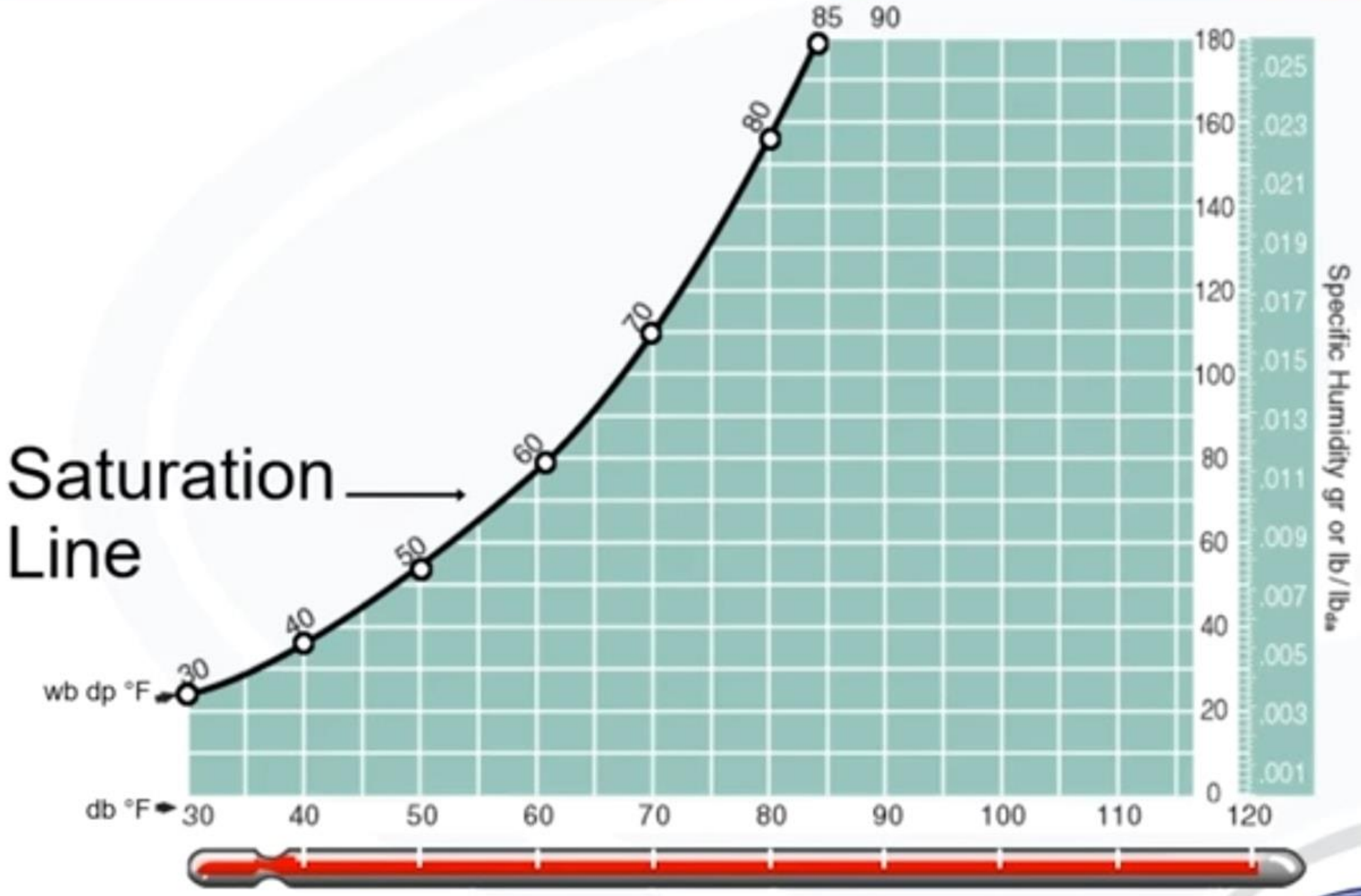


Turn to the Experts

BOOK MENU

opyright © Carrier Corp. 2004

Saturation Line

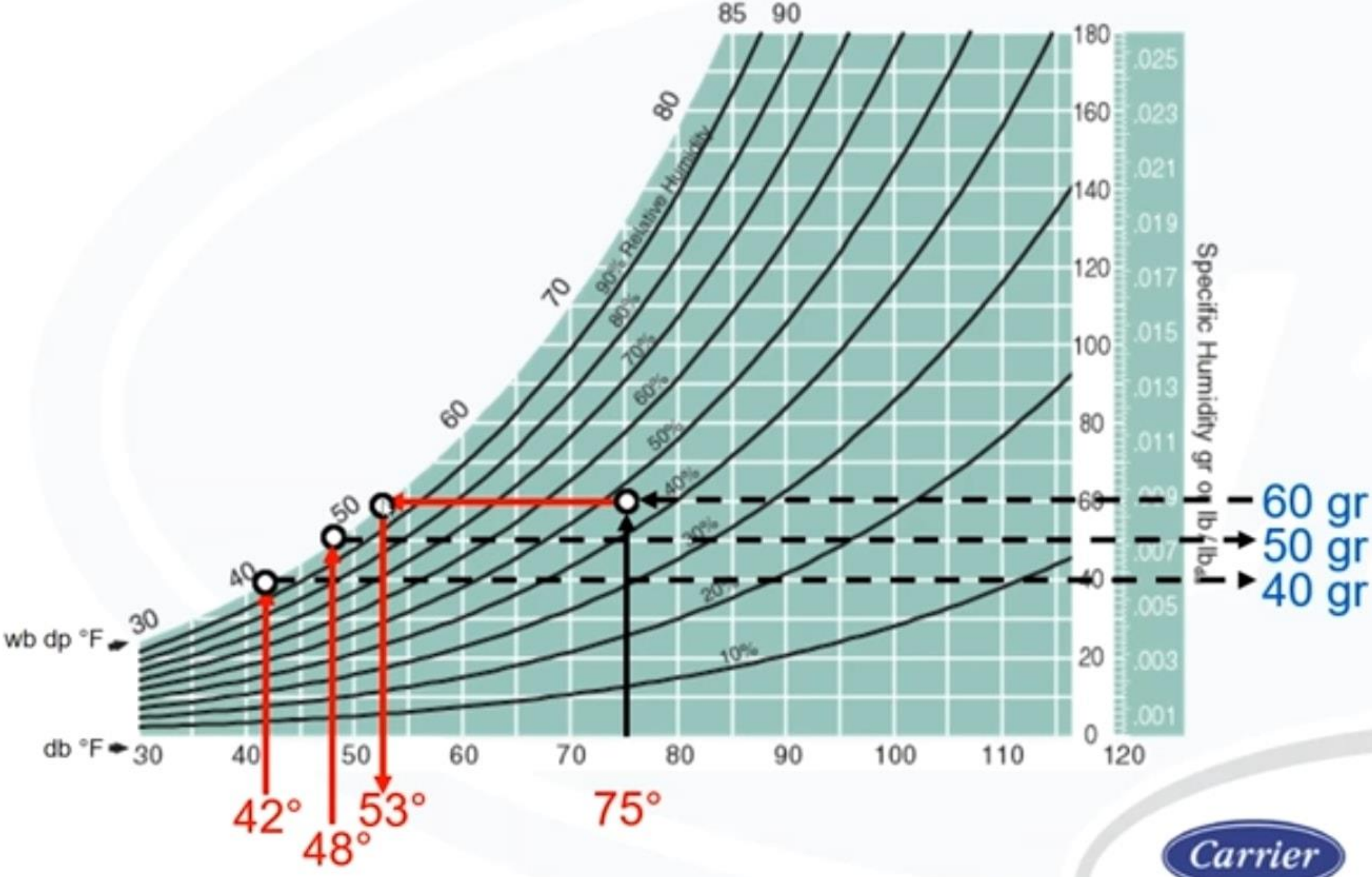


Carrier
Turn to the Experts

BOOK MENU

Copyright © Carrier Corp. 2004

Dewpoint



Turn to the Experts

opyright © Carrier Corp. 2004

Dew point

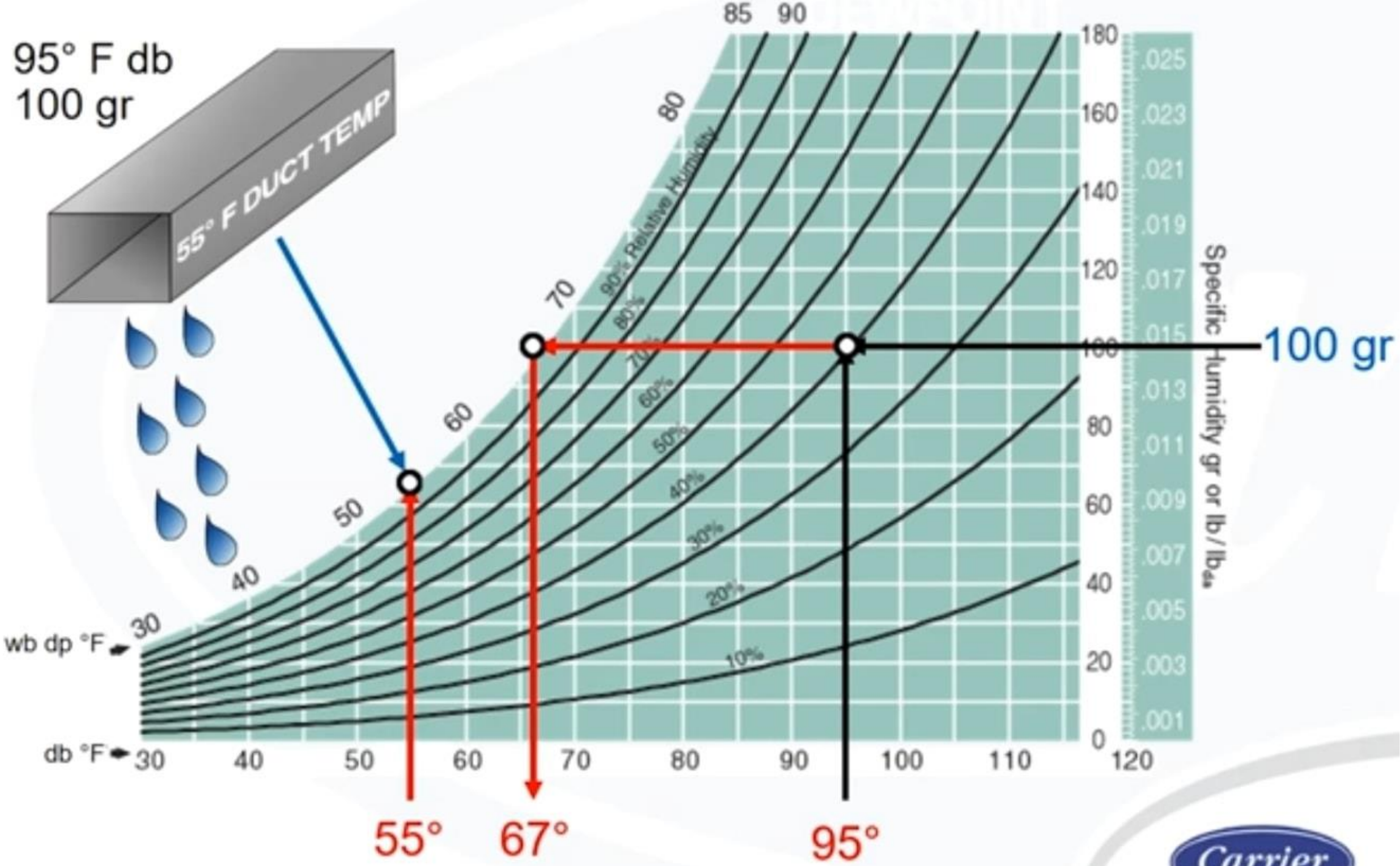
When a mixture of dry air and water vapour has a saturation temperature corresponding to the partial pressure of the water vapour it is said to be saturated. Any further reduction of temperature (at constant pressure) will result in some vapour condensing. This temperature is called the dew point, air at dew point contains all the moisture it can hold at that temperature, as the amount of water vapour varies in air then the partial pressure varies, so the dew point varies.

Dew Point Temperature (DP)

လေထဲမှာရှိတဲ့ ရေငွေ့တွေဟာ Constant Pressure မှာ ရေအဖြစ် စတင်ပြောင်းတဲ့ အပူချိန်ကို Dew Point Temperature လို့ခေါ်ပါတယ်။ တစ်နည်းအားဖြင့် Condensation ဖြစ်တဲ့ အပူချိန်ပါ။

အထက်ပါ အပူချိန်တွေကို ကိုယ်သုံးတဲ့ Psychometric Chart အပေါ် မူတည်ပြီး Celsius or Fahrenheit စသည့် Unit တွေနဲ့ ဖော်ပြပါတယ်။

Dew Point Example

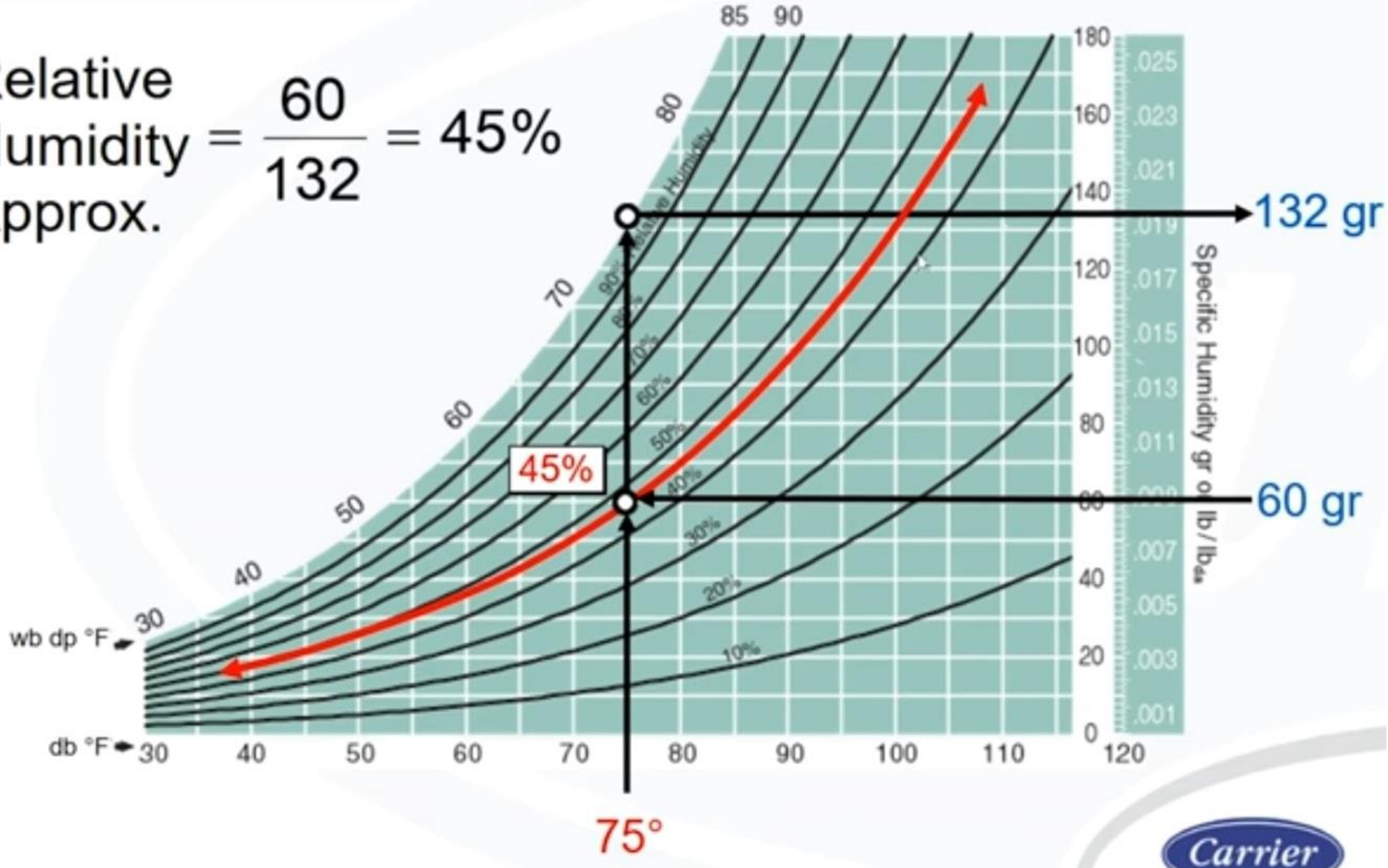


opyright © Carrier Corp. 2004

Turn to the Experts

Relative Humidity Lines

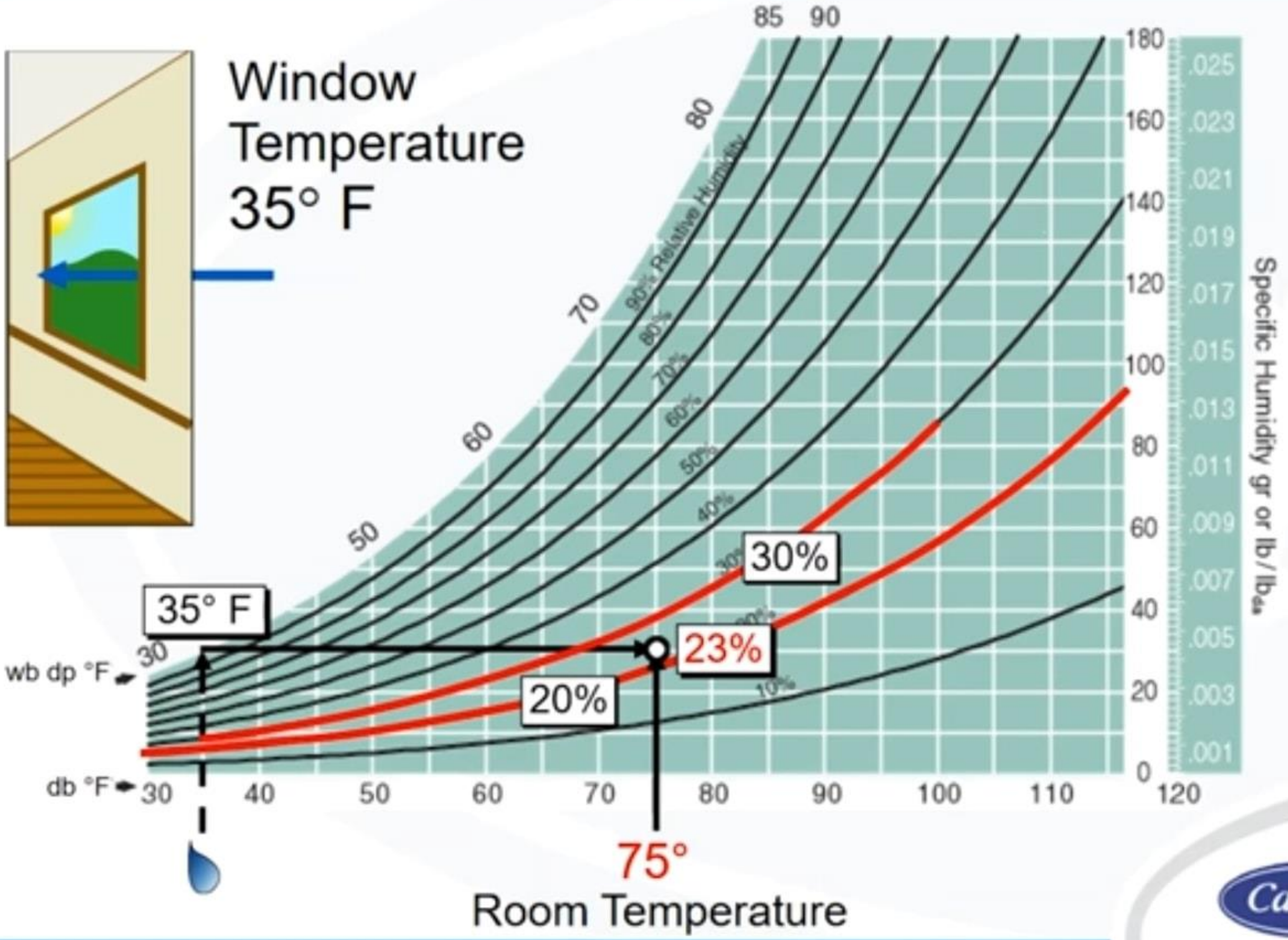
Relative Humidity = $\frac{60}{132}$ = 45% Approx.



BOOK MENU
opyright © Carrier Corp. 2004

Carrier
Turn to the Experts.

Relative Humidity Example



pyright © Carrier Corp. 2004

Turn to the Experts.

Sling Psychrometer

- Avoid adverse conditions that can affect reading
- Moisten wick before procedure
- Rotate device at least 2 minutes
- Read device immediately after rotation

Carrier
Turn to the Experts

pyright © Carrier Corp. 2004

PARTIAL PRESSURE, DALTON'S LAWS

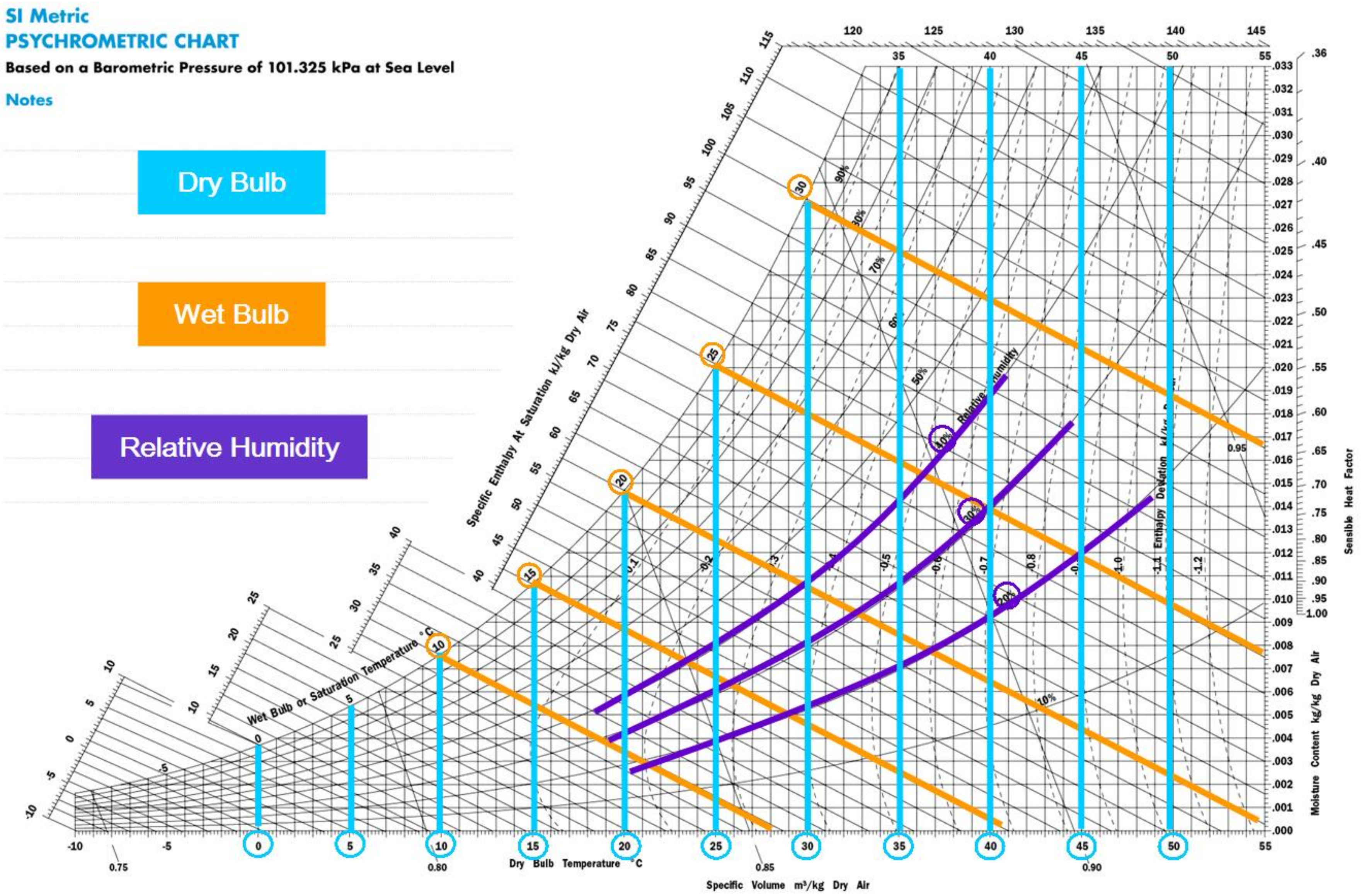
Barometer pressure = partial pressure of N_2 + p.p.O_2 + p.p.H_2O,

from Daltons Law viz:

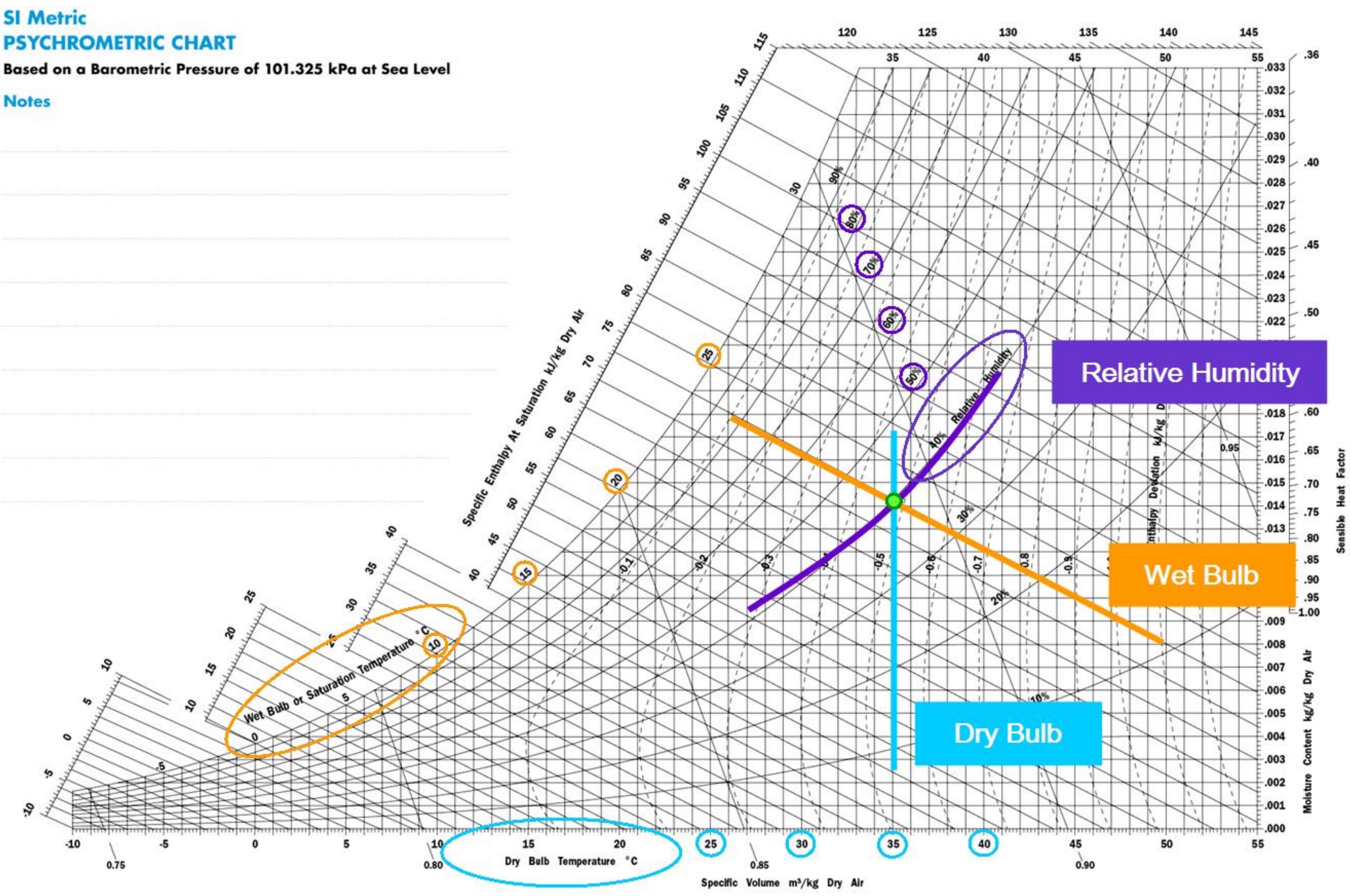
Pressure exerted by, and the quantity of , the vapour required to saturate a given space (i.e. exist as saturated steam) at any given temperature, are the same whether that space is filled by a gas or is a vacuum.

The pressure exerted by a mixture of a gas and a vapour, of two vapours, or of two gasses, or a number of same, is the sum of the pressure which each would exert if it occupied the same space alone, assuming no interaction of constituents.

Psychrometric chart



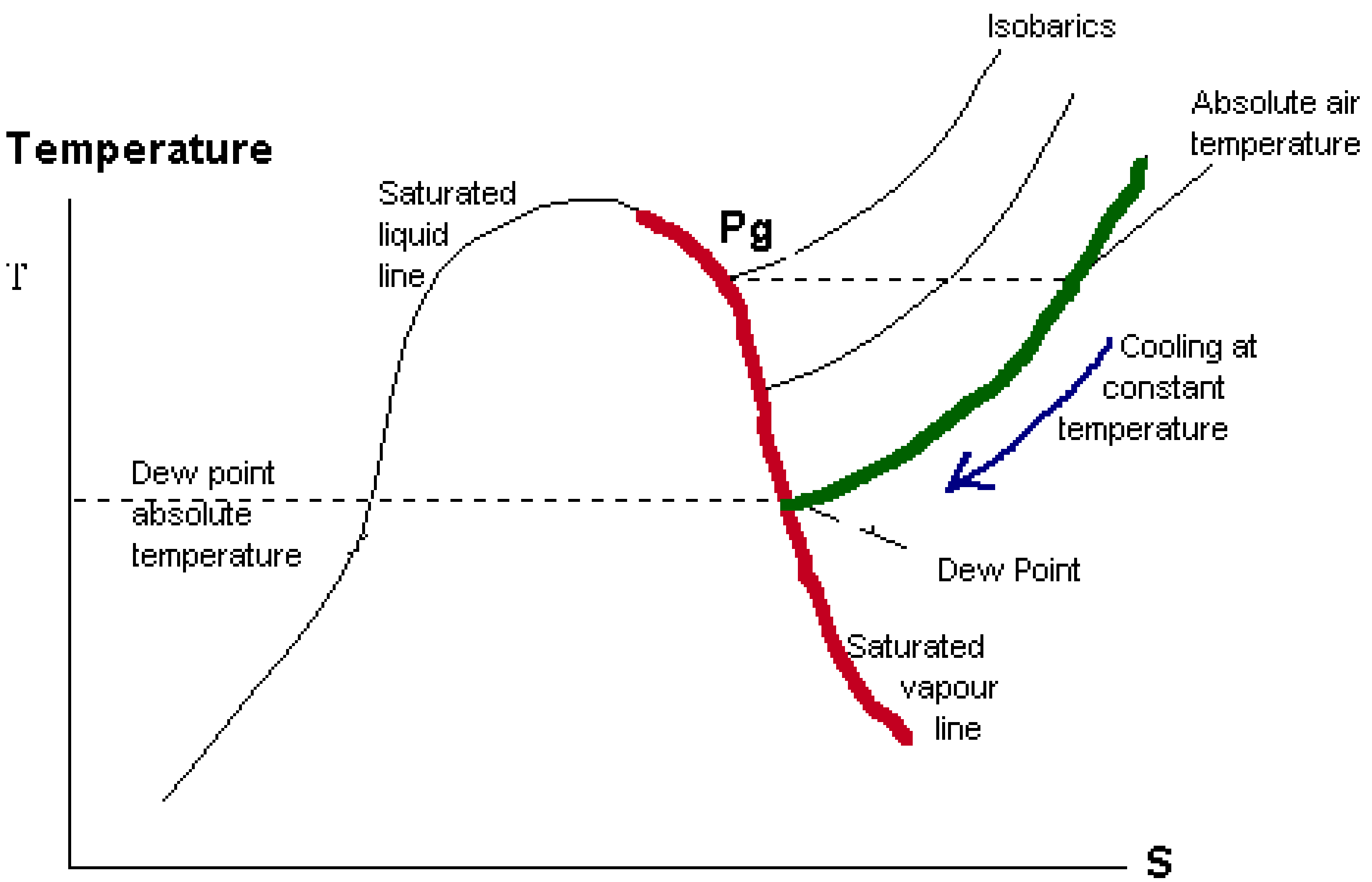
Psychrometric chart



Dew Point Temperature (DP)

လေထဲမှာရှိတဲ့ ရေငွေ့တွေဟာ Constant Pressure မှာ ရေအဖြစ် စတင်ပြောင်းတဲ့ အပူချိန်ကို Dew Point Temperature လို့ခေါ်ပါတယ်။ တစ်နည်းအားဖြင့် Condensation ဖြစ်တဲ့ အပူချိန်ပါ။

အထက်ပါ အပူချိန်တွေကို ကိုယ်သုံးတဲ့ Psychometric Chart အပေါ် မူတည်ပြီး Celsius or Fahrenheit စသည့် Unit တွေနဲ့ ဖော်ပြပါတယ်။



နောက်ထပ် သိသင့်တဲ့ Psychometric Chart ပေါ်က အချို့ အခေါ်အဝေါ်တွေကတော့

Relative Humidity (RH%)

Relative Humidity ဆိုတာကတော့ လေထုထဲမှာ ရေငွေ့ပါဝင်တဲ့ နှုန်းကို ပြောတာပါ။ Psychometric Chart ပေါ်မှာ ရာခိုင်နှုန်းနဲ့ ဖော်ပြထားပါတယ်။

Humidity Ratio

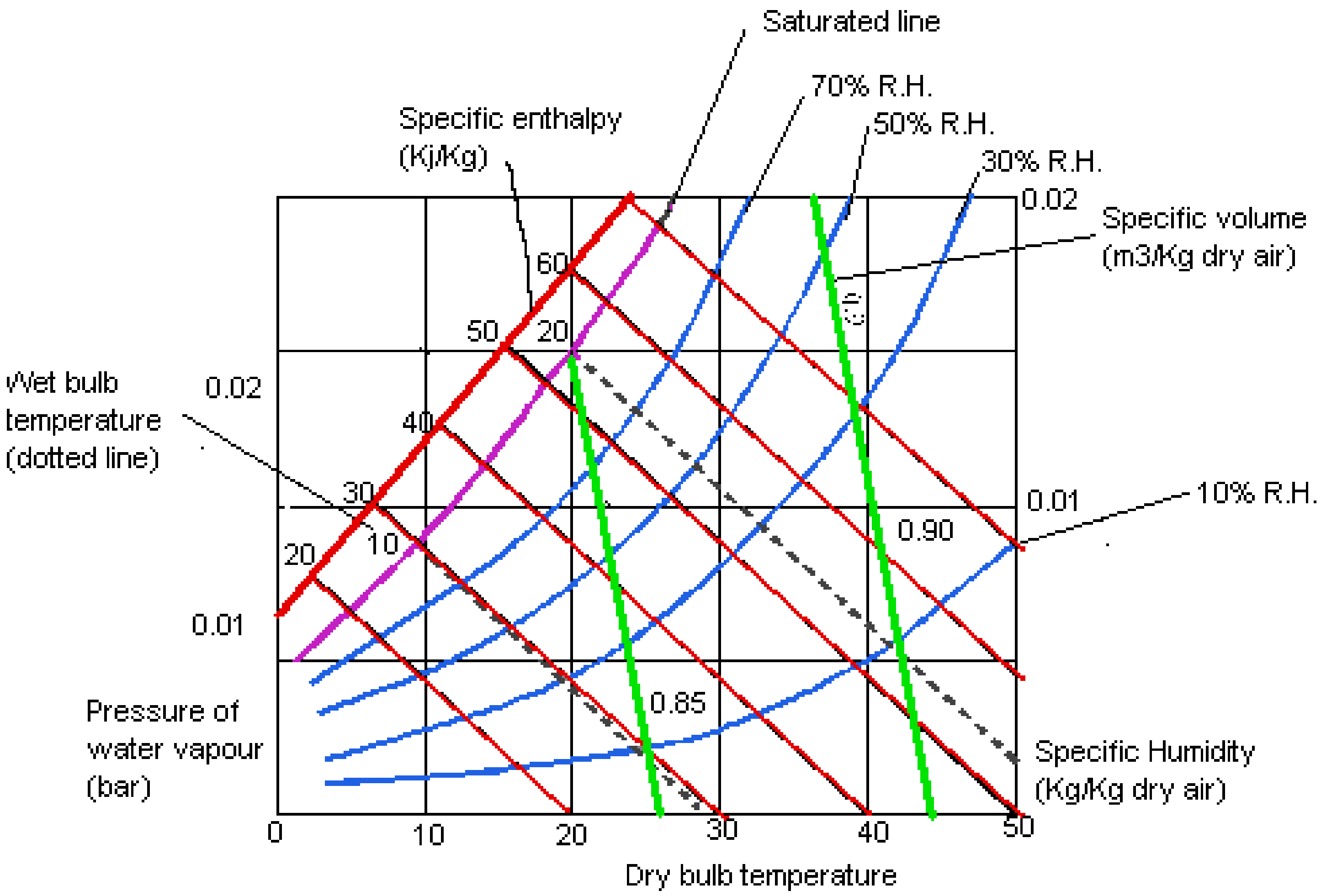
Humidity Ratio ဆိုတာက လေထုထဲမှာ ရှိတဲ့ ရေငွေ့တွေရဲ့ အလေးချိန်(kg or Lb of water vapour) နဲ့ ရေငွေ့တွေ မပါတဲ့ Dry air ရဲ့ အလေးချိန် (kg or lb of Dry air) တို့ရဲ့ အချိုးဖြစ်ပါတယ်။ ကိုယ်အသုံးပြုတဲ့ Psychometric Chart အပေါ်မူတည်ပြီး (lb of water vapour/lb of dry air) ဒါမှမဟုတ် SI Unit Chart မှာဆို (kg of water vapour / kg of dry air) ဆိုပြီး မြင်နိုင်မှာပါ။ နောက်တနည်း Moisture Content လို့လည်း ခေါ်ဆိုနိုင်ပြီး dry air 1 kg ကို water vapour ဘလောက် သယ်ဆောင်ထားတယ်ဆိုတာကို သိနိုင်မှာပါ။

Specific Enthalpy (kJ/kg) နဲ့
Specific Volume (m3 /kg) အကြောင်း နောက်မှ ဆက်ရေးသွားပါ့မယ်။

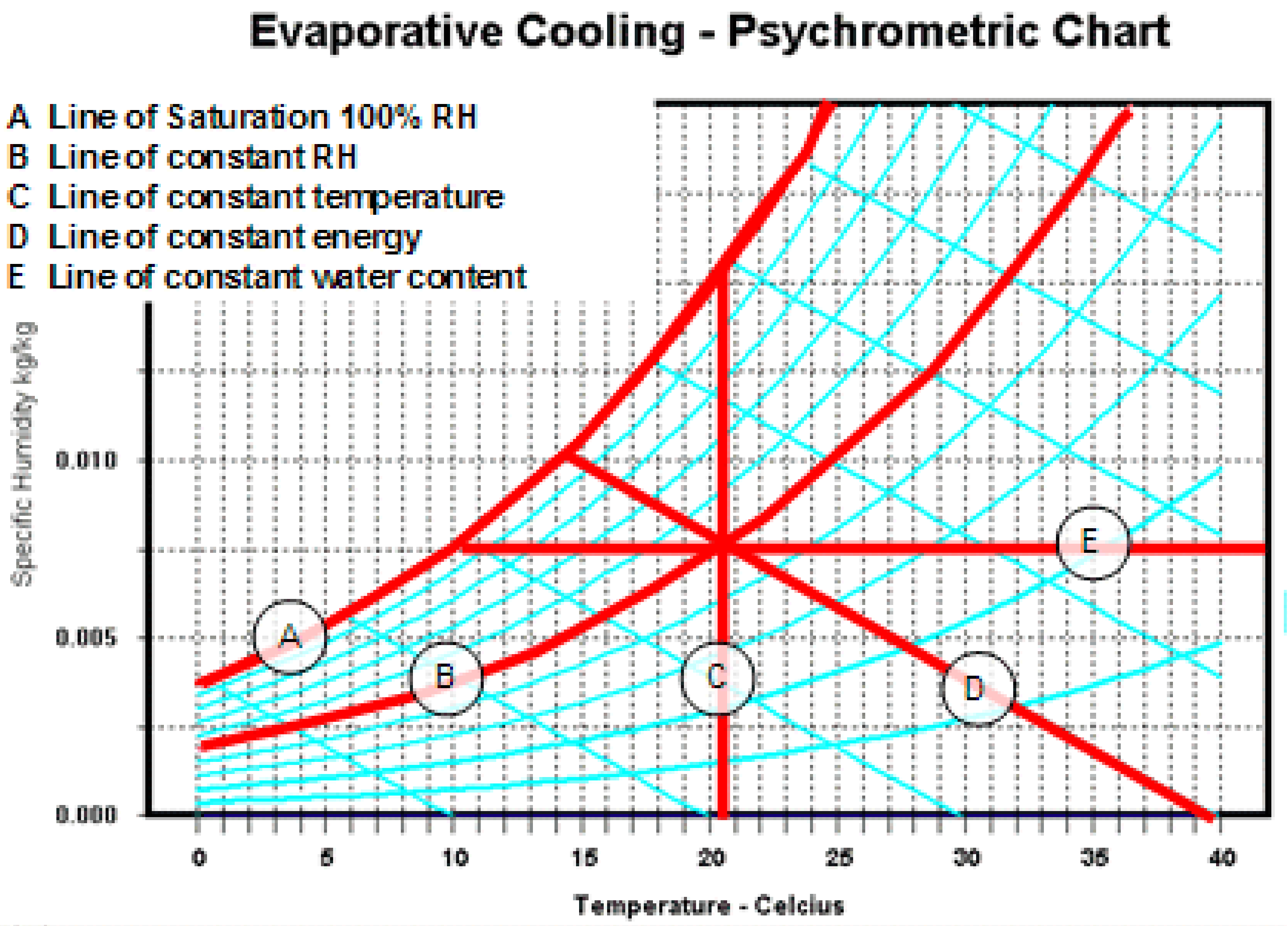
Psychometric Chart ပေါ်က လေရဲ့ ဂုဏ်သတ္တိတွေကို နားလည်လွယ်အောင် ပုံအချို့နဲ့ တွဲပြီး ဖော်ပြလိုက်ပါတယ်

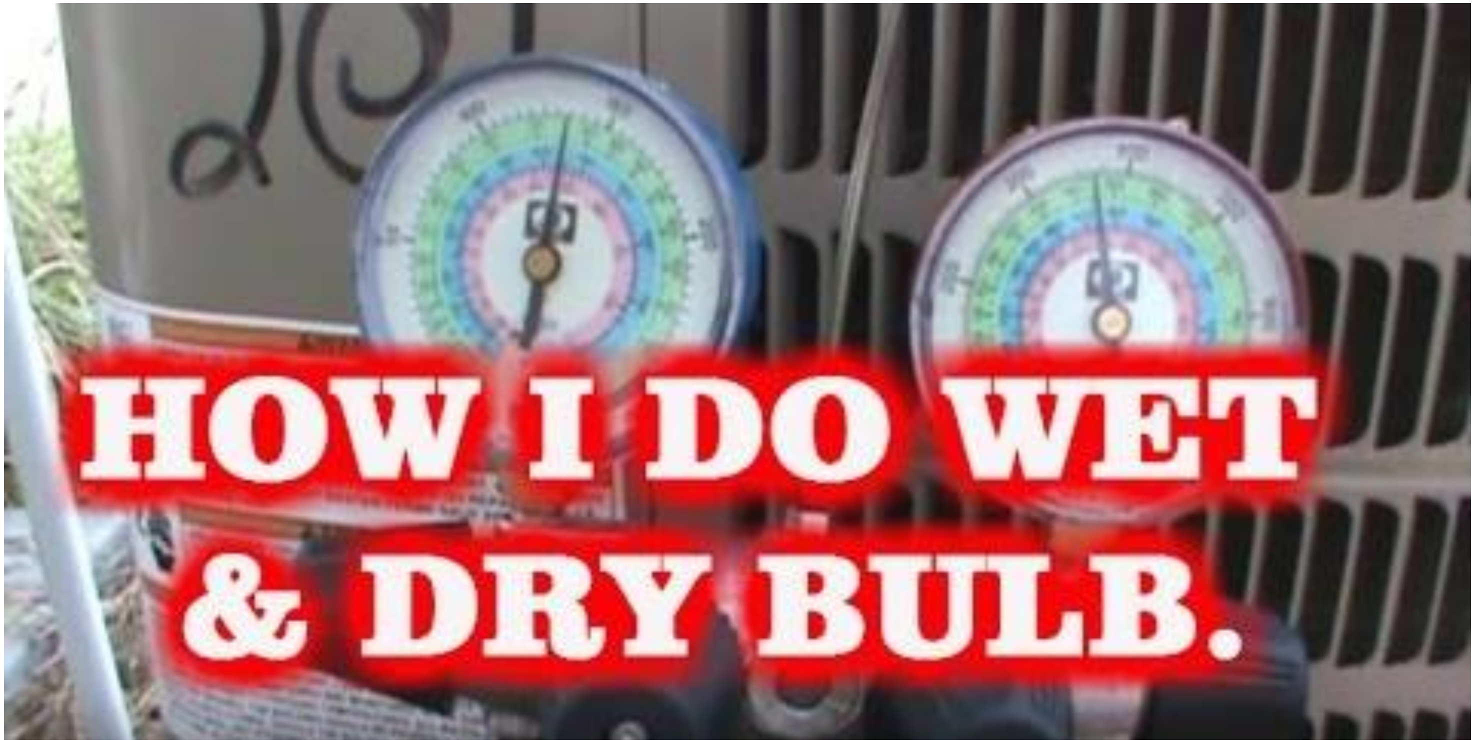
PSYCHROMETRIC CHART

This chart is used for finding the relative humidity of air which has been measured using a 'wet and dry bulb' thermometer. This is a pair of thermometers, one of which has its bulb wrapped in a damp cloth. The drier the air,the greater the evaporation of water off the cloth and therefore the lower the reading on the 'wet bulb' thermometer.



Psychrometric chart





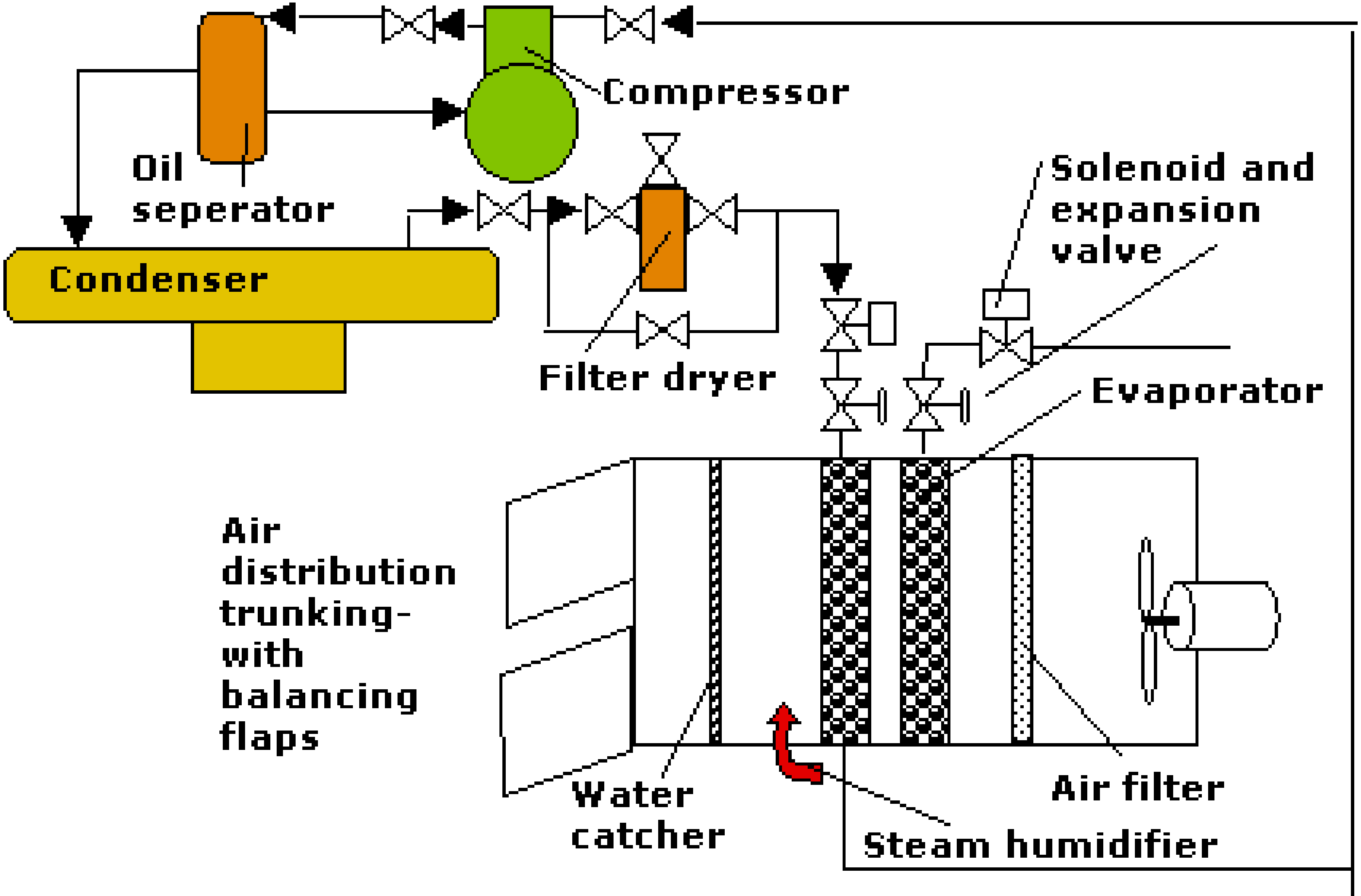
It can be seen that cooling a superheated vapour at constant pressure will bring it to the saturated vapour line, or Dew point. It can also be seen that cooling at constant temperature raises the partial pressure until the dew point is reached.
Therefore from the above equation for determining the relative humidity,

%R.H. = m/m_g x 100 = p/p_g x 100
= p_{dew}/p_g point x 100

where g refers to the sat condition. This means dry air contains the maximum moisture content (100% R.H.) at the saturation conditions.

Typical system

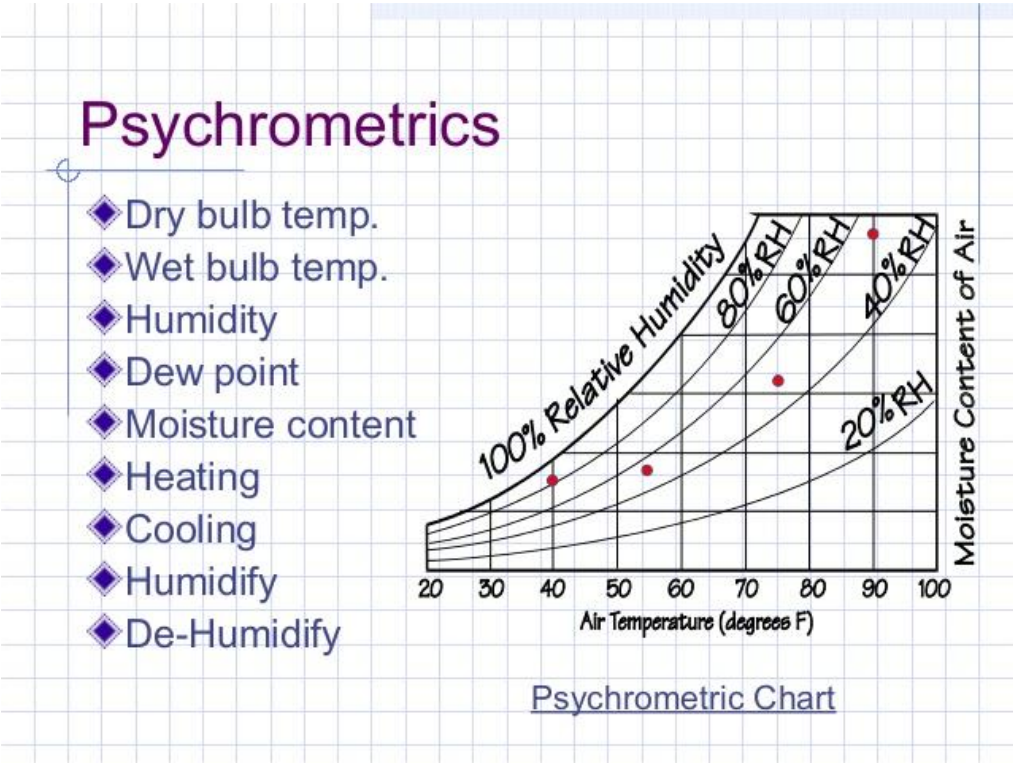
The core components of the system such as the oil seperator, filter drier and condenser are dealt with on the Fridge system page, instead described are those components which are generally unique to air conditioning plant.

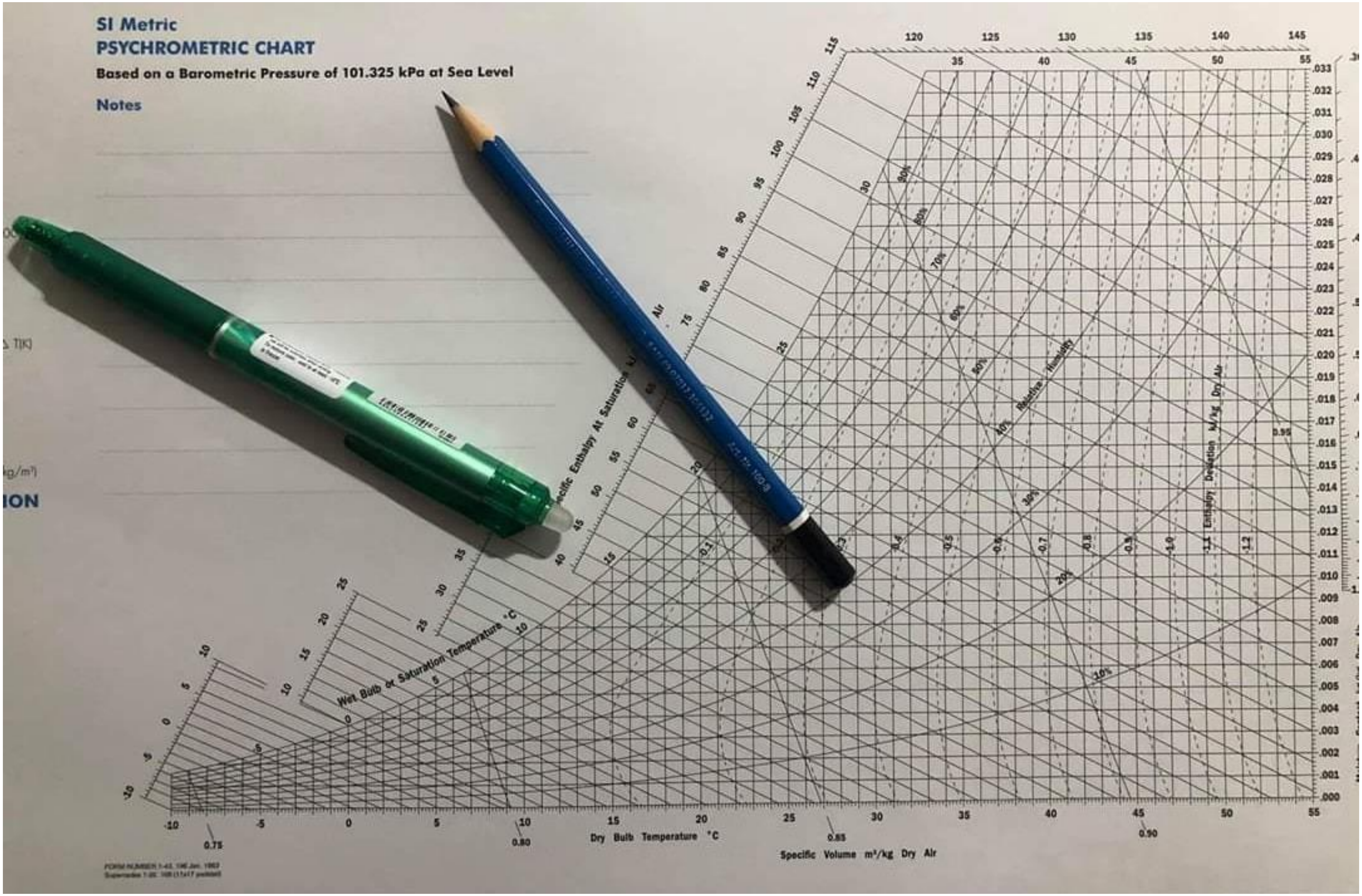


ဒါဆို Psychrometric Chart ပေါ်က

- Dry Bulb Temperature
- Wet Bulb Temperature
- Dew Point Temperature
- Relative Humidity
- Moisture Content
- Specific Enthalpy
- Specific Volume

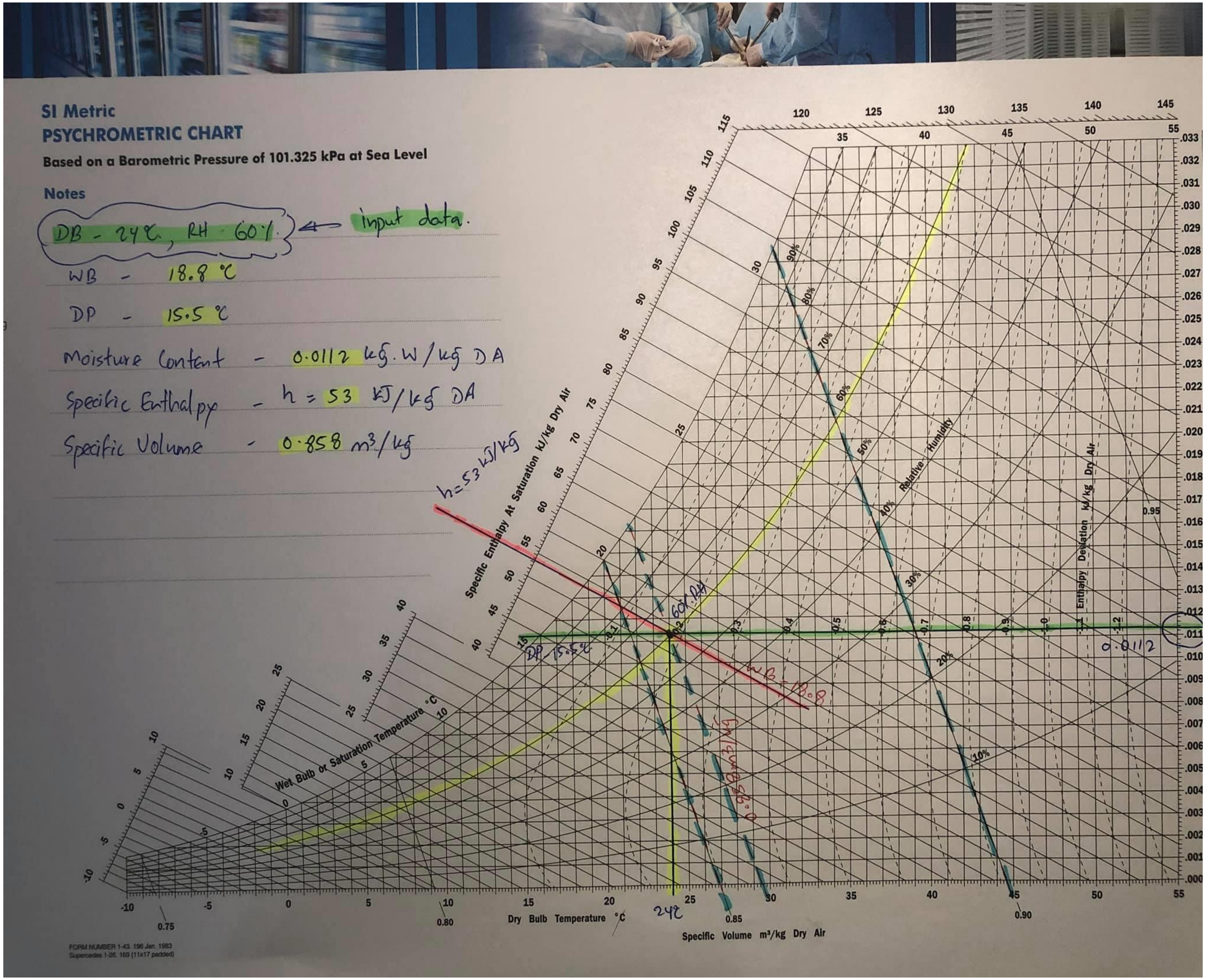
စတဲ့ အရေးကြီးတဲ့ အချက်တွေကို သိလောက်ပြီလို့ ထင်ပါတယ်။




SI Metric
PSYCHROMETRIC CHART
Based on a Barometric Pressure of 101.325 kPa at Sea Level
Notes
Specific Enthalpy At Saturation kJ
Wet Bulb or Saturation Temperature °C
Relative Humidity
Enthalpy Deviation kJ/kg Dry Air
Dry Bulb Temperature °C
Specific Volume m³/kg Dry Air

ကျွန်တော်တို့ ဥပမာလေး တစ်ခု စမ်းကြည့်ရအောင်။

အပူချိန် 24 Degree C ရှိပြီး RH 60% ရှိတဲ့ အခန်းတစ်ခုက အခြား Condition တွေကို Psychrometric Chart ပေါ်မှာ ရှာကြည့်ရအောင်။



Dry Bulb 24 Degree C မျဉ်းတစ်ကြောင်းဆွဲပါ။ ပုံမှာဆို ကျွန်တော် အဝါရောင် ခြယ်ပြထားတဲ့ Vertical Line က Dry Bulb Temperature line ဖြစ်ပြီး နောက် အဝါရောင် မျဉ်းတစ်ကြောင်းကတော့ Relative Humidity (RH %) ပါ။ အဲ့တော့ ကျွန်တော်တို့ DB Temperature နဲ့ RH 60% ဆုံတဲ့ Point ကနေ အခန်းထဲက လေရဲ့ ဂုဏ်သတ္တိတွေကို ဖတ်လို့ရပါပြီ။

ပထမဦးဆုံး အနီရောင်လိုင်းကို ကြည့်ရင် Wet Bulb Temperature ကိုဖတ်လို့ရမှာပါ။ အနီရောင်လိုင်းနဲ့ အပြိုင် မျဉ်းတွေက Wet Bulb Temperature ကို ကိုယ်စားပြုပါတယ်။ အဲ့ကနေ ကျွန်တော်တို့ Wet Bulb Temperature 18.8 Degree C ခန့်ရှိတယ်ဆိုတာ သိရပါတယ်။ အနီလိုင်းကို အပေါ်အထိ ဆက်ကြည့်ရင် Specific Enthalpy တန်ဖိုးကို 53 kJ/kg ခန့် တွေ့ရမှာပါ။ ကျွန်တော် အဖြေလည်း ရေးပြထားပါတယ်။

အစိမ်းရောင်လိုင်းကို တစ်ချက်ကြည့်ပါ။ Horizontal Line ပါ။ အဲ့ဒီ လိုင်းကတော့ Dew Point Temperature ကို ကိုယ်စားပြုပါတယ်။ သူနဲ့ အပြိုင်မျဉ်းတွေက Dew Point Temperature ပါ။ အခု ကျွန်တော်တို့ ကြည့်နေတဲ့ ဆုံမှတ်ကနေတစ်ဆင့် အစိမ်းရောင် လိုင်းရဲ့ဘယ်ဘက် အခြမ်းကို ဆက်ပြီးကြည့်မယ်ဆိုရင် DP Temperature 15.5 Degree C ခန့်ရှိမှာပါ။ အစိမ်းရောင် လိုင်း ညာဘက်ကို ဆက်သွားမယ်ဆိုရင် Moisture Content တန်ဖိုးကို ဖတ်လို့ရပါတယ်။ အခု အခြေအနေမှာတော့ 0.0113 kg/kg of Dry Air ရှိနေပါတယ်။ moisture content တန်ဖိုး ဂဏန်းတွေဟာ condensate drain flow တွက်တဲ့နေရာမှာ သိဖို့ လိုအပ်ပါတယ်။

အပြာရောင် မျဉ်းတွေကိုတော့ Specific Volume တန်ဖိုးတွေပါ။ ကျွန်တော် အပြာရောင် dotted line နဲ့ ဆွဲပြထားပါတယ်။ Room Condition DB 24 Degree C နဲ့ RH 60% မှာ ကျွန်တော်တို့ Specific Volume 0.858 m3/ kg of Dry Air ကို ဖတ်ယူရရှိမှာ ဖြစ်ပါတယ်။

ဒီလောက်ဆို Psychrometric Chart ကို ဘလိုဖတ်ရမလဲဆိုတာ အကြမ်းဖျဉ်း နားလည်ပြီလို့ ထင်ပါတယ်။

SI Metric
PSYCHROMETRIC CHART

Based on a Barometric Pressure of 101.325 kPa at Sea Level

Notes

DB - 24°C, RH 60% ← input data.

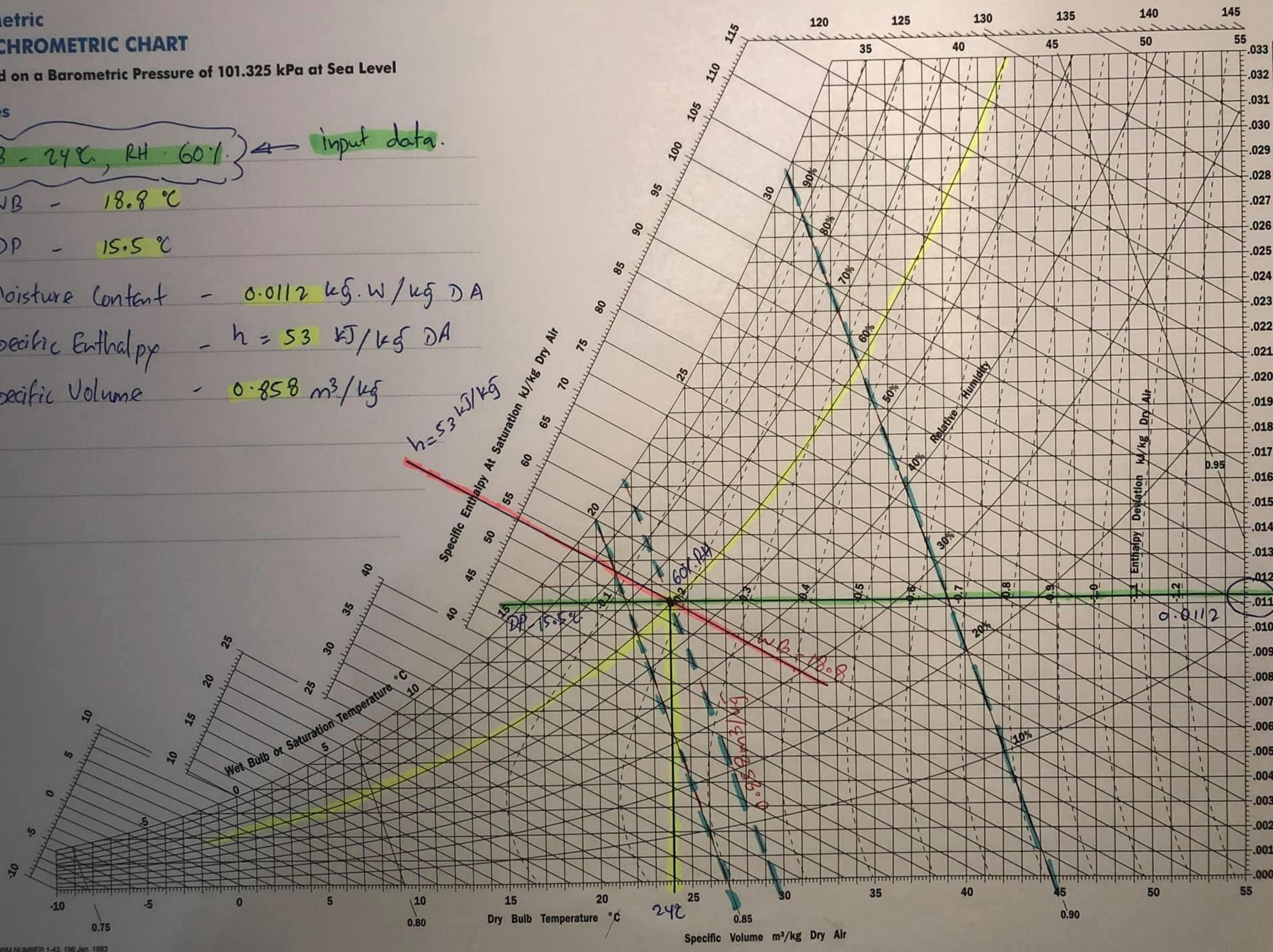
WB - 18.8 °C

DP - 15.5 °C

Moisture Content - 0.0112 kg.W/kg DA

Specific Enthalpy - h = 53 kJ/kg DA

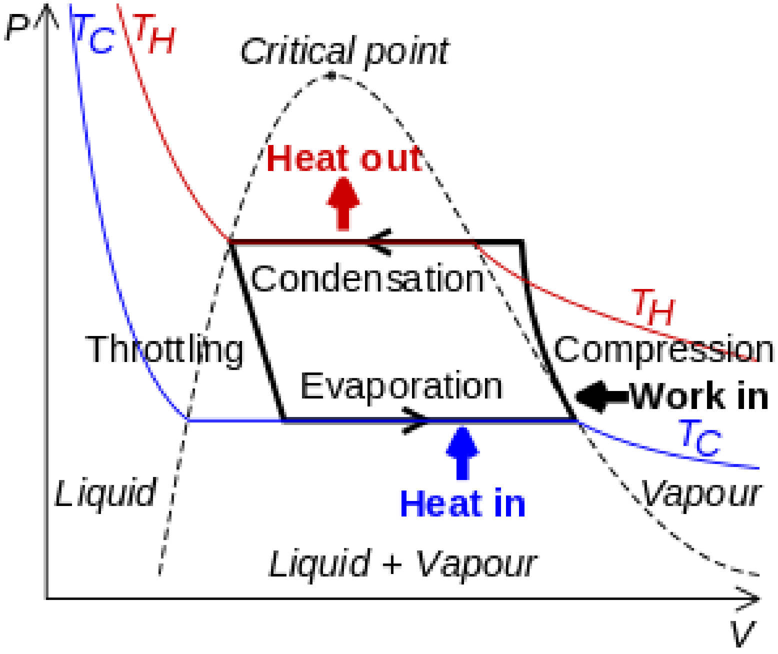
Specific Volume - 0.858 m³/kg



FORM NUMBER 1-43, 196 Jan. 1983
Supersedes 1-26, 169 (11x17 padded)

COMPRESSOR

May be reciprocating or rotary. In nearly all cases a method of varying the quantity of delivery is incorporated. For reciprocating compressors this may take the form of an unloader and for rotary variab



PROTECTION

The compressors have protection systems similar to their fridge counterparts with High Pressure and Low Pressure cut outs that require manual resets. In addition to this an interlock is fitted so that the compressor cannot be started if the air handling unit fan is not running. Should the fan be stopped the compressor will cut out.

An alternative to this is to fit solenoid valves before the compressor, as in the diagram above, which open only when the fan is running. The compressor will trip on Low suction pressure.

The purpose of both these systems is to prevent liquid returning to the compressor

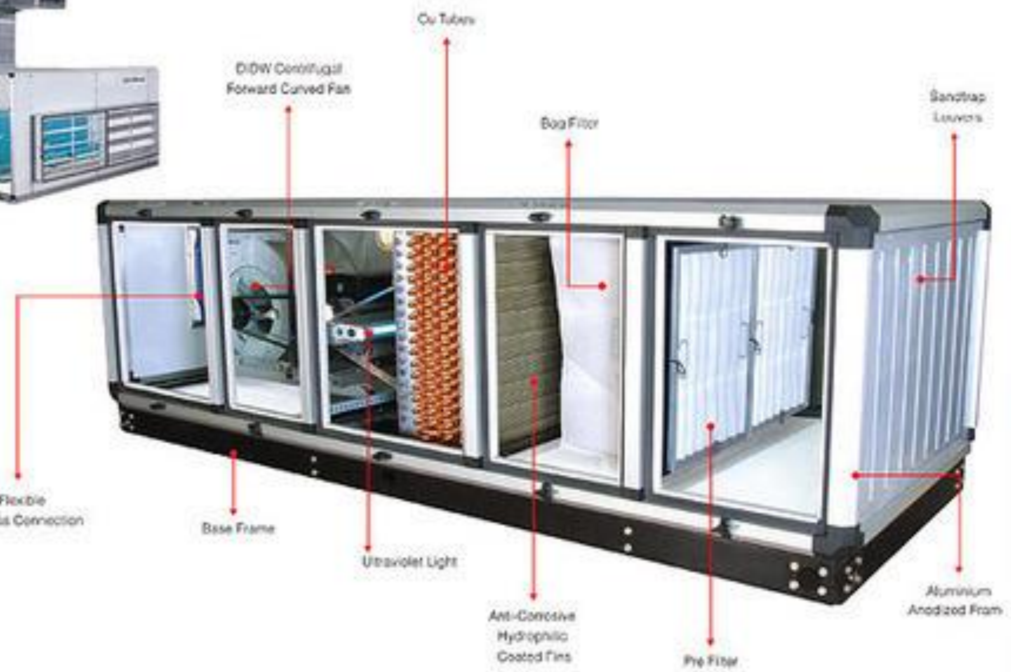
Air Handling Unit

One or more is fitted. In the diagram above a single unit contains two individual evaporators which are independently supplied by a compressor. A belt driven fan delivers air to the evaporators via a fine mesh air filter. This filter is removed on a regular basis and washed in a soapy solution containing disinfectant.

The air passes over the evaporator where it is cooled and releases water vapour. The water condenses and is fed away via a drip tray and pipework, the water is quite clean and can be used for domestic purposes after treatment although this practice is not common. On the above design a catcher has been fitted to remove water droplets entrained in the air, these are not always fitted.

A perforated pipe is fitted after the evaporator allowing low quality steam to be fed into the air improving its humidity when too dry.

AIR HANDLING UNIT



Contamination of ships air conditioning systems by legionnella bacteria

Legionnaires disease is caused by bacteria which flourishes in stagnant water or sludge . It can also be found in wet matrix filters, which may be found in the ships filtration system for the air conditioning plant.

Main danger areas

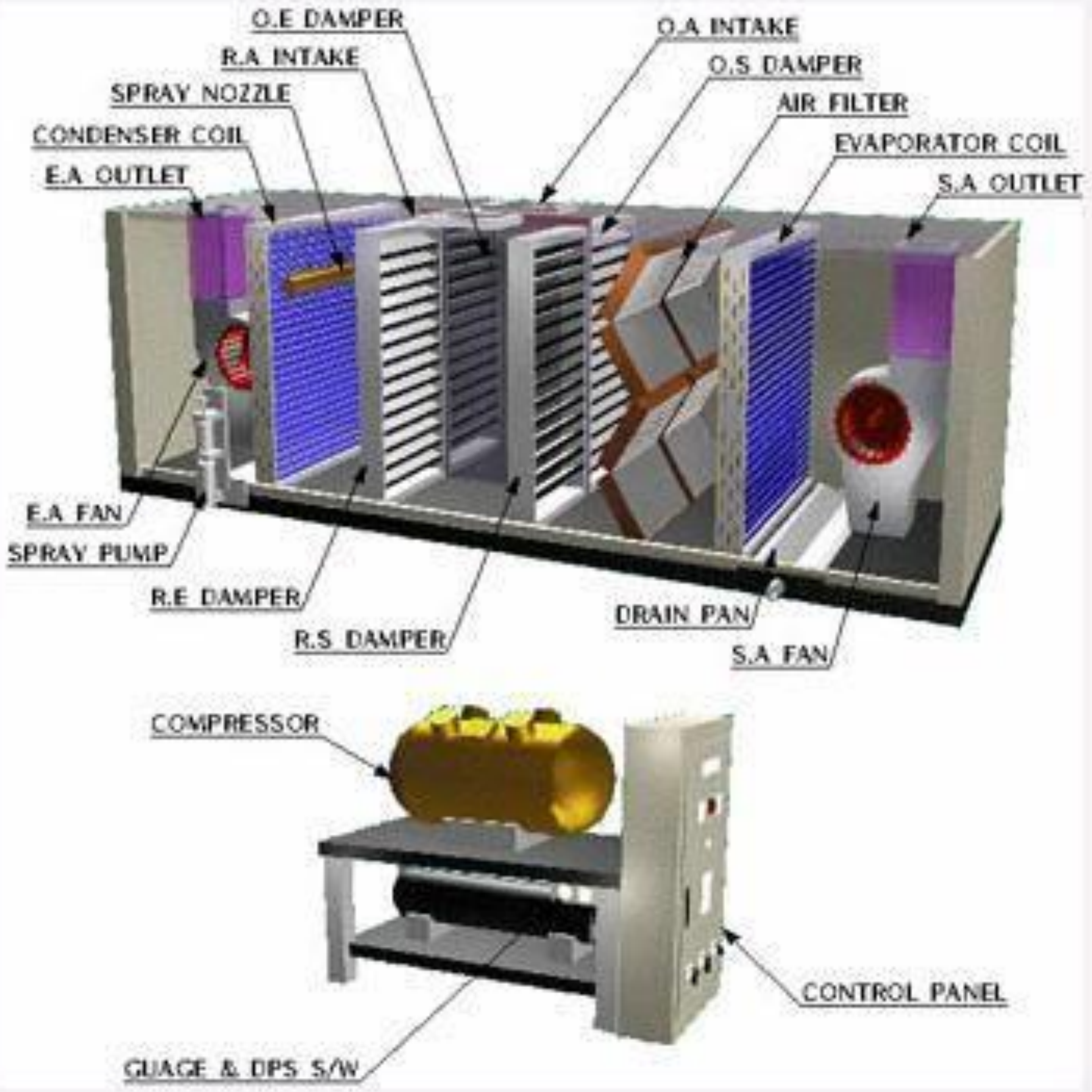
Air inlet arrangements-This may be direct or indirect from the air conditioning room via jalousies, which, when incorrectly designed may lead rain water onto the filters. It may also be allowed to accumulate in the space where drainage is not efficient

Filters-These filters made of a 25mm thick synthetic material can trap water as well as insects and soot and provide a rapid growth area for the bacteria. Regular washing is essential

Cooler unit (dehumidifier)-Ineffective drainage can allow water to stagnate in the catchment sumps. Also, where air velocities are high over the block, air can become entrained and carry moisture into the air stream. An efficient moisture eliminator is required.

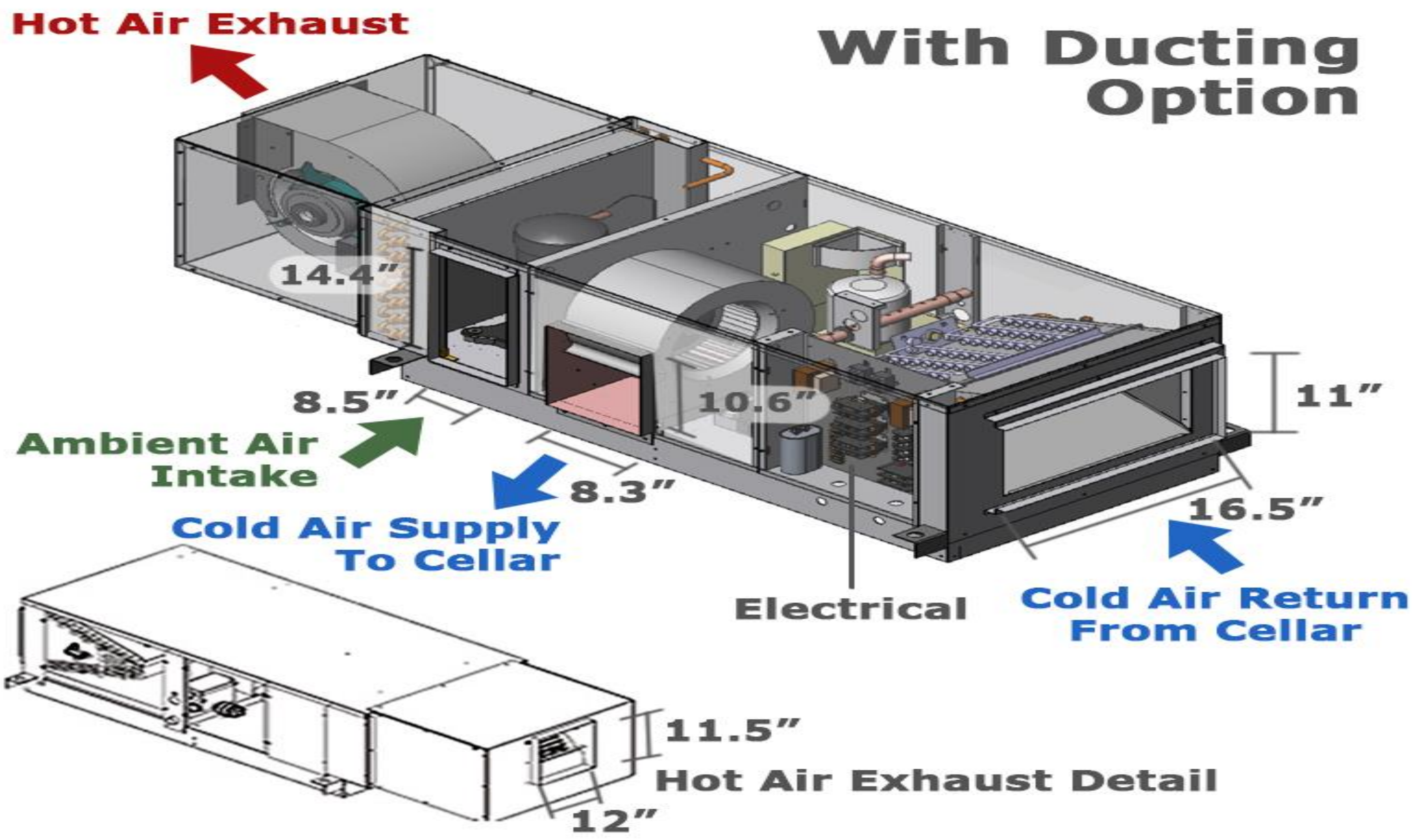
Humidifier-Steam humidifiers, where fitted, do not appear to be a problem. However, adiabatic humidifiers of which the water spray type appears to offer a special hazard. The enclosed tank and matrix elements provide an ideal breeding ground for the bacteria which may then be carried into the air stream when sprayed.

Plenum Insualtion-Where the PVC GRP facing of the rock wool insulation and sound deadening breaks down the considerable levels of water may be present.


O.E DAMPER
O.A INTAKE
R.A INTAKE
O.S DAMPER
SPRAY NOZZLE
AIR FILTER
CONDENSER COIL
EVAPORATOR COIL
E.A OUTLET
S.A OUTLET
E.A FAN
SPRAY PUMP
R.E DAMPER
DRAIN PAN
R.S DAMPER
S.A FAN
COMPRESSOR
CONTROL PANEL
GUAGE & DPS S/W

Recommended countermeasures

Filters-Should be washed in 50ppm solution on a regular basis

Coolers-Special attention to drainage arrangements as well as superchlorinating the condensate sump every 3months.

Plenum insulation-Insulation to be examined at refit and damaged areas resealed.