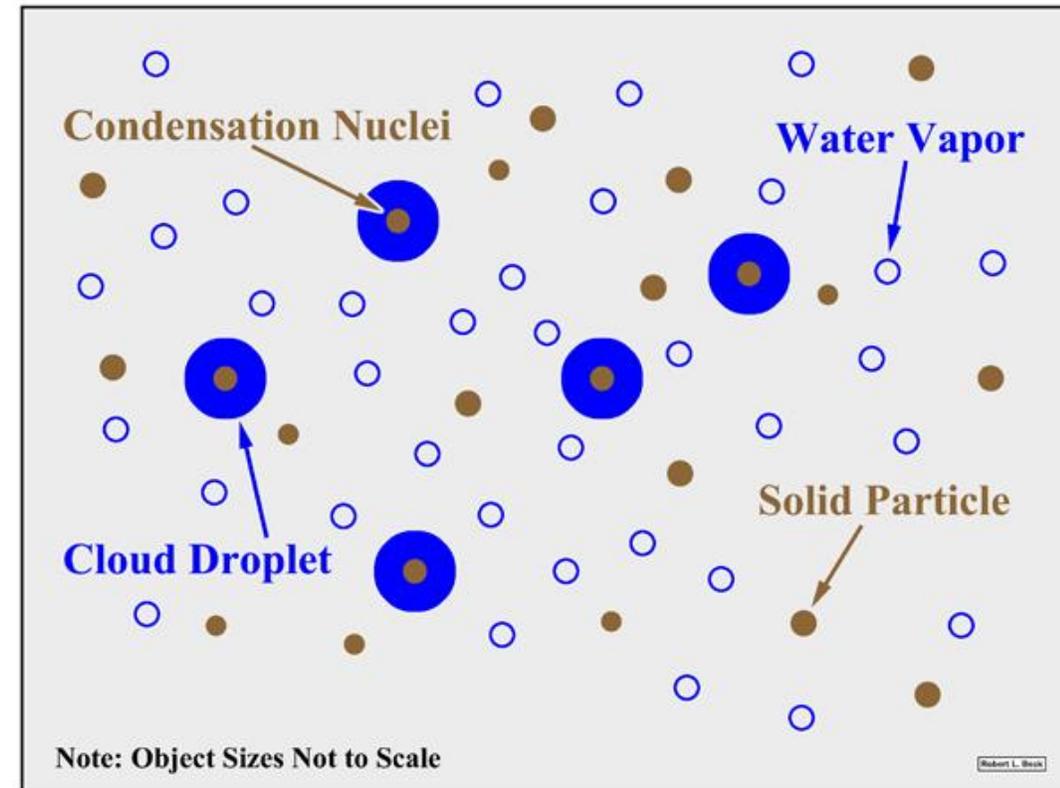


# La formazione delle NUBI

**PROF. Claudio CASSARDO**

# Sovrassaturazione e CCN

- I nuclei di condensazione delle nubi (CCN) igroscopici iniziano a funzionare come centri di condensazione per il vapore acqueo quando l'umidità relativa dell'aria, che salendo si raffredda adiabaticamente, si avvicina al 100%
- Se il raffreddamento continua, si forma sovrassaturazione quando l'umidità relativa eccede il 100%
  - Quando l'umidità relativa dell'aria è del 101.5% si ha una sovrassaturazione del 1.5%.
- In atmosfera ci sono sempre dei nuclei di condensazione, per cui raramente l'umidità relativa supera il 100%
- La densità dei CCN è di  $10^{12} - 10^{13} \text{ m}^{-3}$  mentre la densità di goccioline d'acqua nelle nuvole è di  $10^9 \text{ m}^{-3}$



# La forma delle gocce di nube e di pioggia

---

Come le vediamo nei fumetti



È la goccia che  
cade dai rubinetti



Come sono in realtà: sferiche



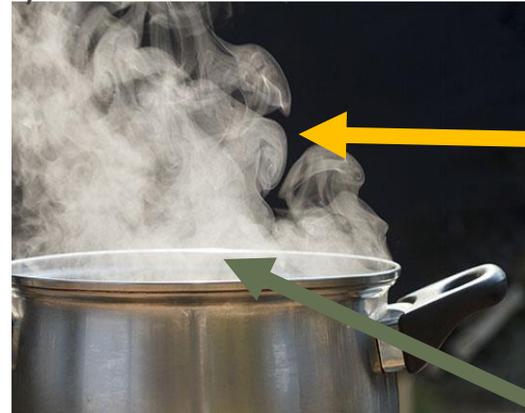
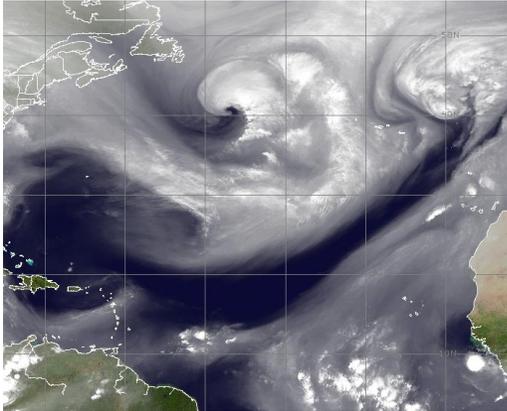
# Il fenomeno della formazione della nuvola

---



# Ingredienti necessari per formare una nuvola

## 1. Vapore acqueo (condensazione o sublimazione)



Il vapore acqueo può essere presente qui, o in mezzo alle goccioline d'acqua

Questa è acqua, NON vapore acqueo

## 2. Nuclei di condensazione (particelle o aerosol)



Di solito ci sono oltre  $10^9$  particelle per litro nell'atmosfera. Anche di più nelle aree inquinate.

## 3. Raffreddamento



# La preparazione della bottiglia

## 1. Vapore acqueo

- C'è (è presente nell'aria, dappertutto)

## 2. Nuclei di condensazione

- Ci sono, ma **DOBBIAMO AUMENTARNE IL NUMERO**, altrimenti non si può **VEDERE la NUVOLA NELLA BOTTIGLIA!!!!**)
- Si può anche usare il fumo prodotto da un fiammifero, o dell'alcol (che evapora facilmente, creando molte molecole)



## 3. Raffreddamento

- Lo creiamo usando **LA FISICA**: diminuiamo la pressione!
- Prima, aumentiamo la pressione e ci portiamo alla saturazione. Quindi la facciamo diminuire improvvisamente
  - Si può schiacciare la bottiglia, o usare una pompa per le bici

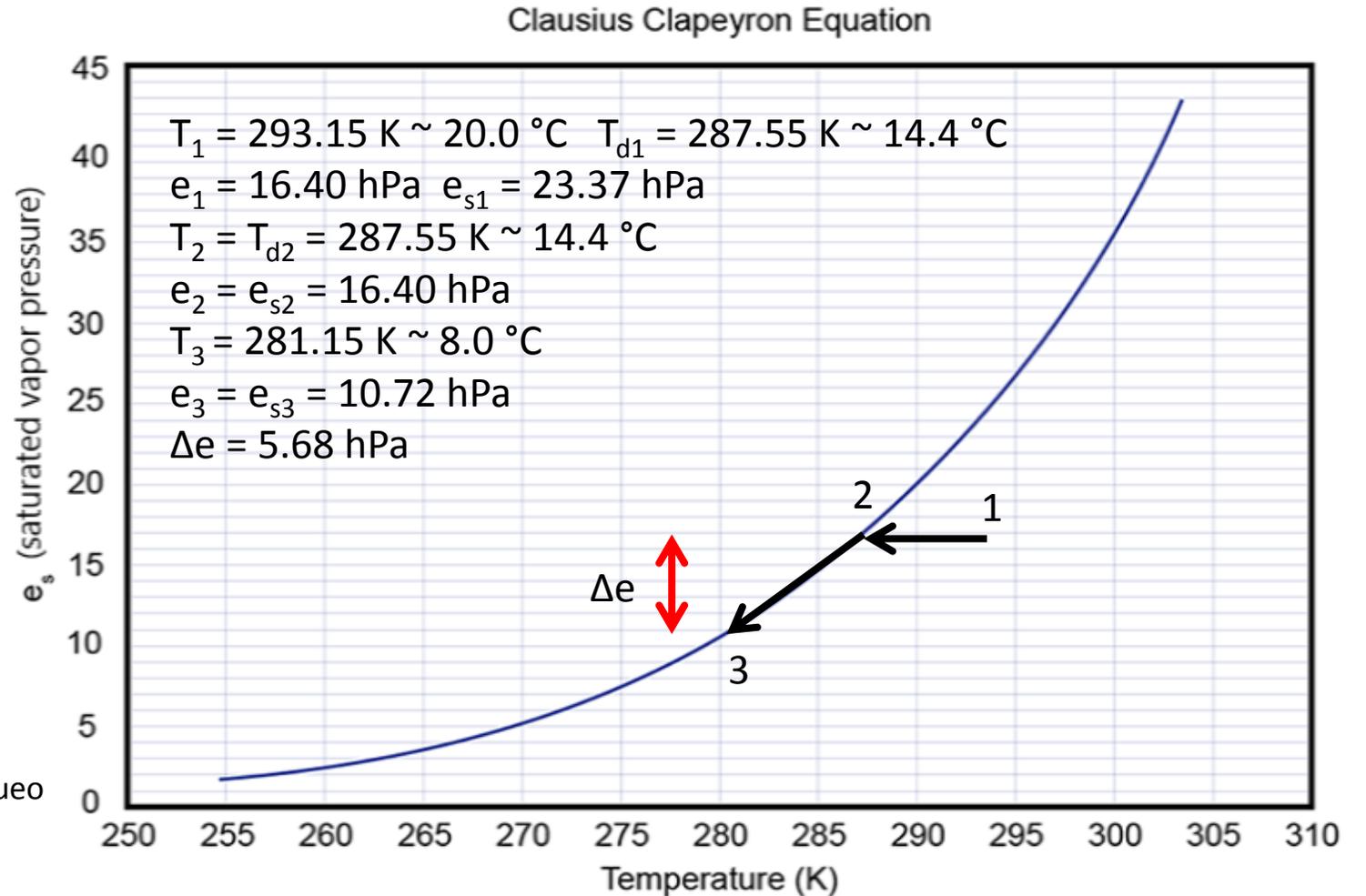
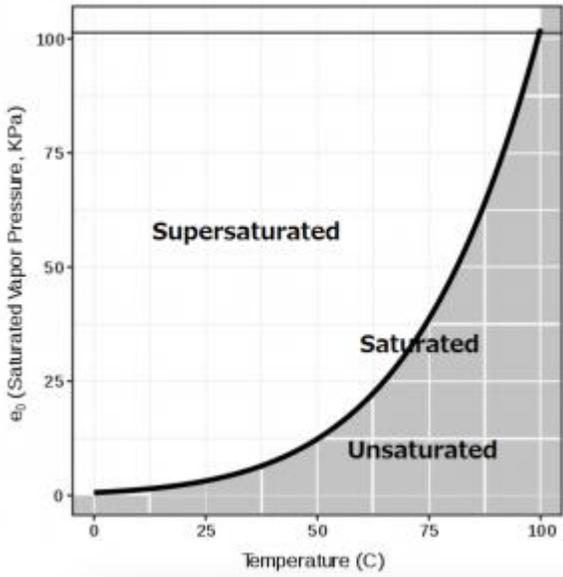


## Ricetta 1

Ingredienti:

- Una bottiglia trasparente
- Una valvola di camera d'aria
- Alcol (1.b.)
- Pompa di bicicletta
- (Acqua)

# Che cosa accade nella bottiglia? Esperimento 1



- 1 → 2: raffreddamento fino a raggiungere la saturazione (non varia la massa di vapore acqueo)
- 2 → 3: raffreddamento con condensazione del vapore acqueo in eccesso (varia la massa di vapore acqueo)

## Ricetta 2

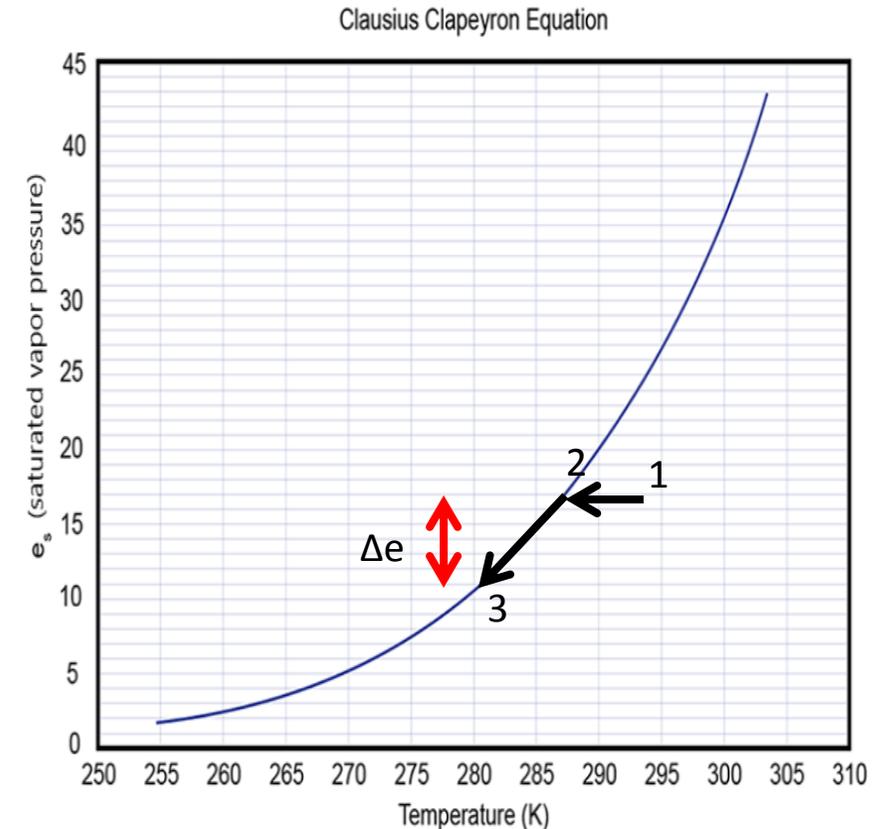
### Ingredienti:

- Una bottiglia trasparente
- Un foglietto di carta
- Fiammiferi
- Acqua

Video da YouTube:  
<https://www.youtube.com/watch?v=E8AvfXar9zs>

# Che cosa accade nella bottiglia? Esperimento 2

- Il percorso sul diagramma termodinamico è simile:
  - Ci sono molti più nuclei di condensazione (il particolato del fumo)
  - L'aumento di pressione indotto dallo schiacciamento è inferiore all'esperimento precedente
  - L'effetto combinato è analogo (il maggior numero di CCN induce la formazione di un maggior numero di goccioline, ma il minor raffreddamento dovuto alla minore differenza di pressione provoca un minor quantitativo di massa di acqua condensata)
- Ogni volta che schiaccio e rilascio la bottiglia passo dal punto 2 al punto 3 e ritorno indietro
- In assenza di precipitazione, il percorso è reversibile (le goccioline si formano e poi evaporano)



# Note finali

---

- Questi esperimenti si possono realizzare anche a casa e funzionano, perché simulano i processi naturali
- La nuvola si forma immediatamente: il processo di condensazione dura meno di un secondo!
- I nuclei di condensazione della nuvola sono essenziali: senza nuclei, la nuvola non si forma! Se nessun tipo di particelle fosse assente dall'atmosfera, la Terra non avrebbe nuvole
- Anche il vapore acqueo è essenziale: nei deserti c'è troppo poco vapore acqueo e le nuvole sono molto rare
- Nella natura, il raffreddamento si verifica quando l'aria sale a livelli più alti o durante la notte vicino alla superficie del suolo (nebbia e rugiada o, se freddo, brina)