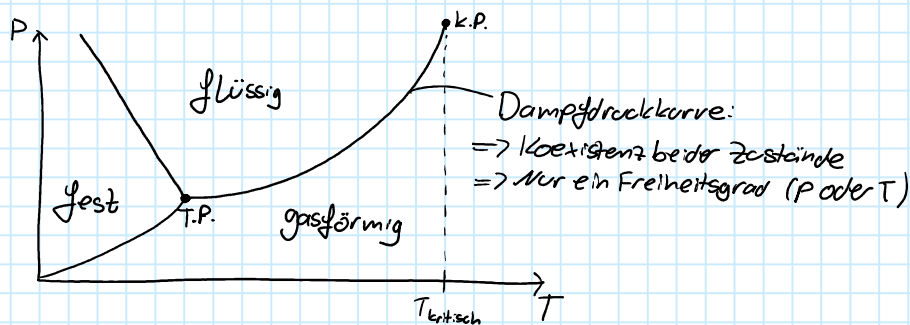


Die Dampfdruckkurve:

Am Tripelpunkt: Koexistenz aller Zustände

Am kritischen Punkt:

Molare Verdampfungswärme  $L$  ist die Energiemenge, ein Mol des Stoffes von flüssig zu gasförmig zu bringen.

$p < 1 \text{ bar}$ :  $L \approx \text{const.}$

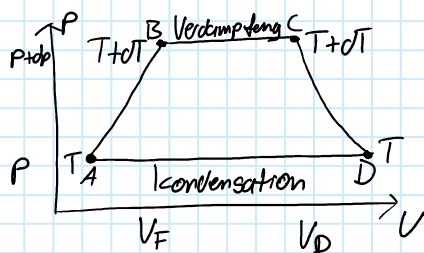
Für einen Phasenübergang wird größere kinetische Energie benötigt. (Mehr Stöße/zeit). Benötigte Energie:  $L$

Phasenübergang bewirkt auch Anstieg des Drucks oberhalb.

Bei Gleichgewicht aus kondensierenden und verdampfenden Teilchen:

$p(\text{Dampf}) = \text{Sättigungsdampfdruck (unabhängig von } V_D)$

Änderung Druck  $\Rightarrow$  Änderung Gleichgewicht ( $pV \neq RT$ )



1. Energiezufuhr  $T \rightarrow T+\Delta T$  ( $dQ_{AB}$ )  
 $\Rightarrow$  Damit Druckerhöhung um  $dP$
2. Komplette Verdampfung durch erhöhtes  $T$  bis zu  $V_D$  ( $V_F \rightarrow 0$ )
3. Energieentzug  $T+\Delta T \rightarrow T$  ( $dQ_{CD}$ )  $p+\Delta p \rightarrow p$
4. Dadurch Kondensation  $V_D \rightarrow V_F$

Clairius-Clayperonsche Gleichung:  $(V_D - V_F) dp = \frac{L}{T} dT$   
gesamt geleistete Arbeit

Clausius-Maxwell-Gleichung:  $\int_{V_F}^{V_D} p \, dV = T \int_{V_F}^{V_D} \frac{1}{V^2} dV$   
 gesamt geleistete Arbeit

Hier:  $T \ll T_{kr}$ ,  $V_D, V_F, L = \text{const.}$

Annahmen:

1.  $V_F \ll V_D \Rightarrow V_F \approx 0$
2. allg. Gasgl.:  $V_D(p, T) = R \cdot \frac{T}{p}$
3.  $L$  unabh. von  $p$  oder  $T$  (siehe oben:  $L \approx \text{const.}$  für  $p \ll 1 \text{ bar}$ )

$$\Rightarrow \text{Lsg.: } p = p_0 \cdot \exp\left(-\frac{1}{T} \cdot \frac{L}{R}\right)$$

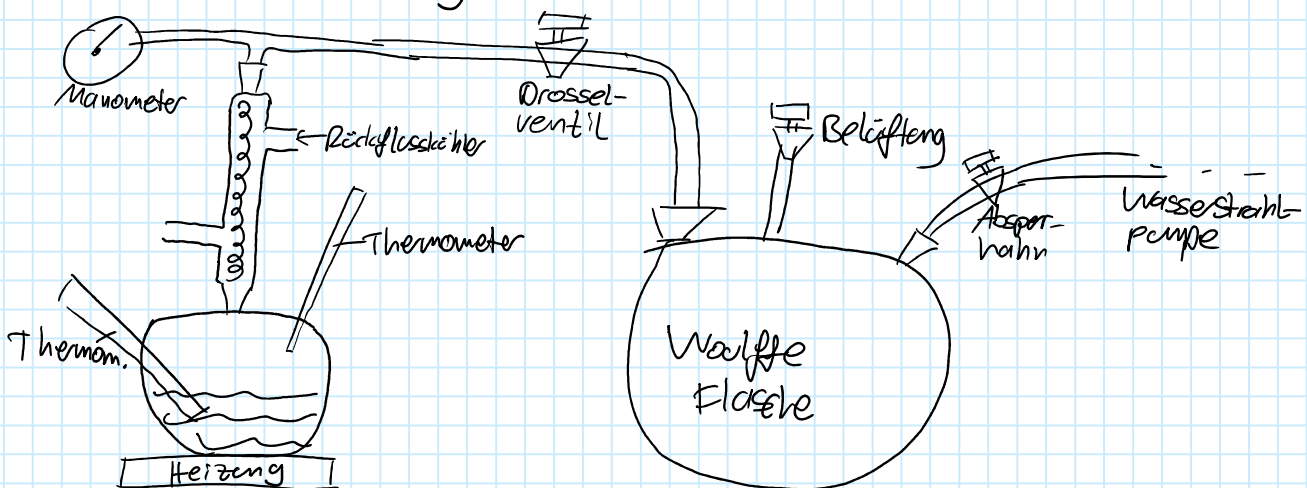
Anteil Moleküle, die in Dampfphase übergehen können:

$$\exp\left(-\frac{U_k}{kT}\right) \Rightarrow p \propto \exp\left(-\frac{U_k}{kT}\right)$$

### Durchführung:

Wasserstrahlpumpe zum Vakuumieren

Manometer zur Druckmessung im Mehrhalskolben

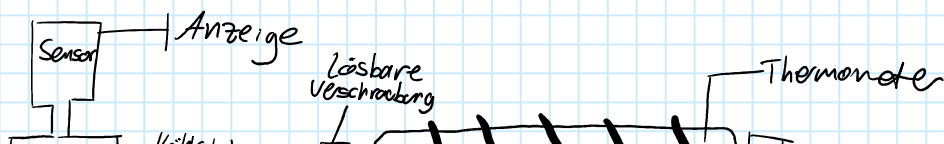


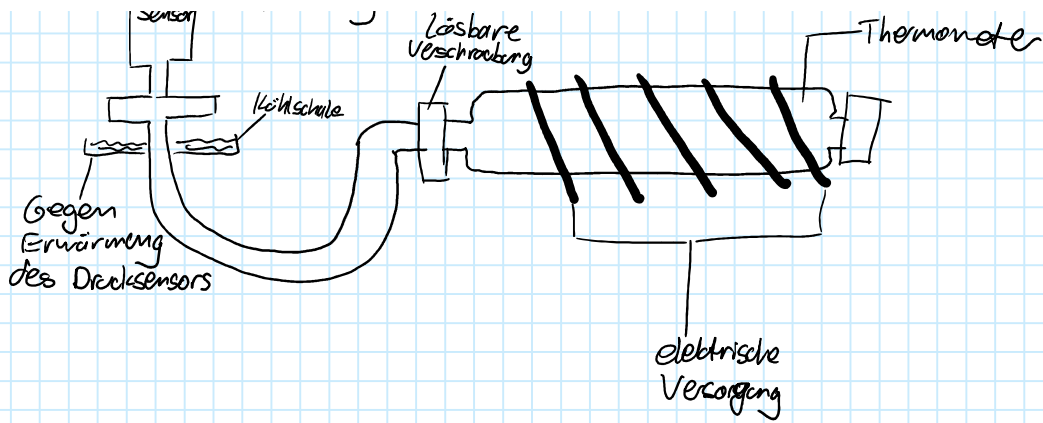
Rückflusskühler kondensiert aufsteigende Dämpfe, damit diese nicht in Manometer oder Pumpe gelangen; durchgängig leichter Durchfluss

Woulff-Flasche: verhindert Eindringen von kaltem Wasser in erhitzte Apparatur bei Abdrehen der Wasserzufuhr

Nach Evakuieren (30 min) Absperrhahn und Drosselventil schließen  
 Dann erhitzen bis maximalem Druck des Manometers (1,1 bar)

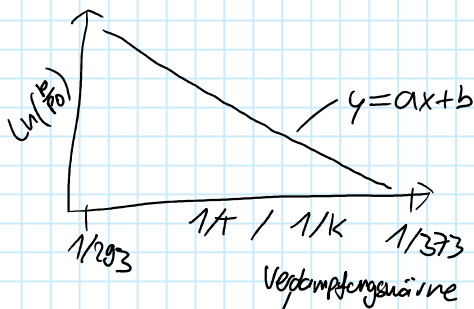
1-15 bar





Erhitzung bis 15 bar.

Auswertung: bis 1 bar



$$p = \exp\left(-\frac{L}{R} \cdot \frac{1}{T}\right) \Leftrightarrow \ln(p) = -\frac{L}{R} \cdot \frac{1}{T}$$

Gasconst.  $L = -a \cdot R$   $[L] = \frac{J}{mol}$

Verdampfungswärme

Äußere Verdampfungswärme:  $J/mol$  um Volumen bei konstantem Druck zu ändern

Gasgl.:  $pV = RT = L_a$

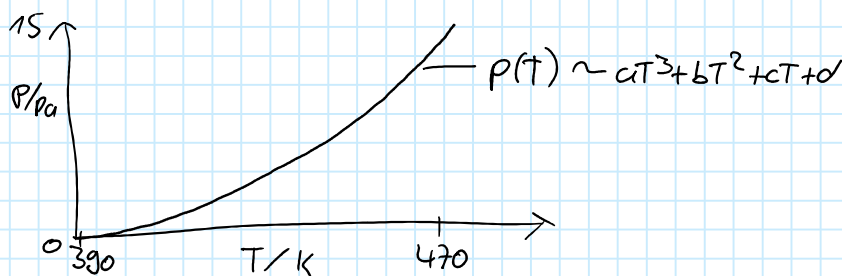
Arbeit zur Überwindung molekularer Anziehungskraft bei Verdampfung  $L_i := L - L_a$

$$\frac{L_i}{\text{Molekül}} = \frac{U}{N_A} \quad [L_i] = eV$$

Über 1 bar:

Aus Clausius-Clapeyronschen GL  $L = (V_b - V_f) \frac{dp}{dT} T$

Fit: Polynom dritten Grades:



390

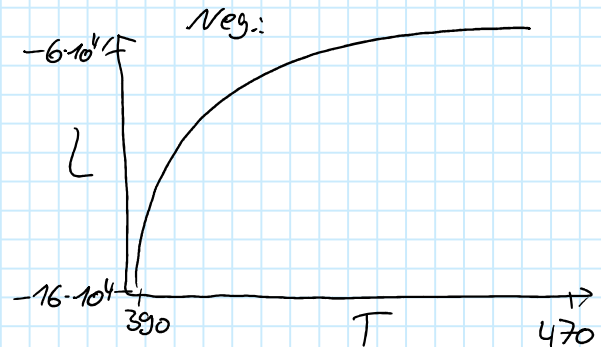
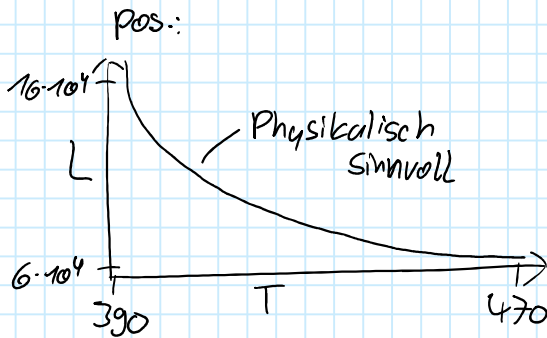
T/K

470

Temperaturabhängige Verdampfungswärme:

$$L(T) \sim \frac{1}{P} (T \pm \sqrt{T^2 - aP})$$

$\frac{0,9 \text{ J m}^3}{\text{mol}^2}$



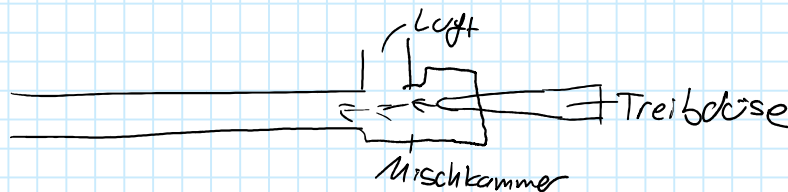
Mögliche Fragen:

Funktionsweise einer Wasserstrahlpumpe?

Wasser tritt aus Treibdüse aus.

Durch Bernoulli-Effekt, Turbulenzen und innere Reibung wird die Luft

"Saugmedium" mitgezogen. Dadurch entsteht wieder ein Unterdruck  $\Rightarrow$  Ansaugung von Luft



Reihenfolge Ventile?

Erst alle Ventile bis auf Belüftung öffnen.

Evaluieren  $\rightarrow$  Erst Absperrhahn (Woolf'sche Flasche)  
dann Drosselventil geschlossen.

Immer erst Absperrhahn schließen vor abstellen von Wasserstrahlpumpe um evtl. eindringen von kaltem Wasser in die heiße Apparatur zu verhindern

Wieso einmal  $L \approx \text{const.}$  und einmal  $L(T)$ ?

$L \approx \text{const.}$  an kritischem Punkt.