

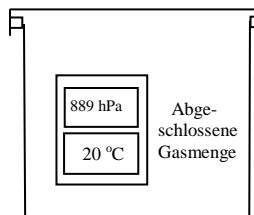
# Physik \* Jahrgangsstufe 8 \* Bestimmung des absoluten Temperaturnullpunkts

## Auswertung des Versuchs

Zwischen Temperatur und Druck in einem abgeschlossenen Gasvolumen besteht ein einfacher Zusammenhang.

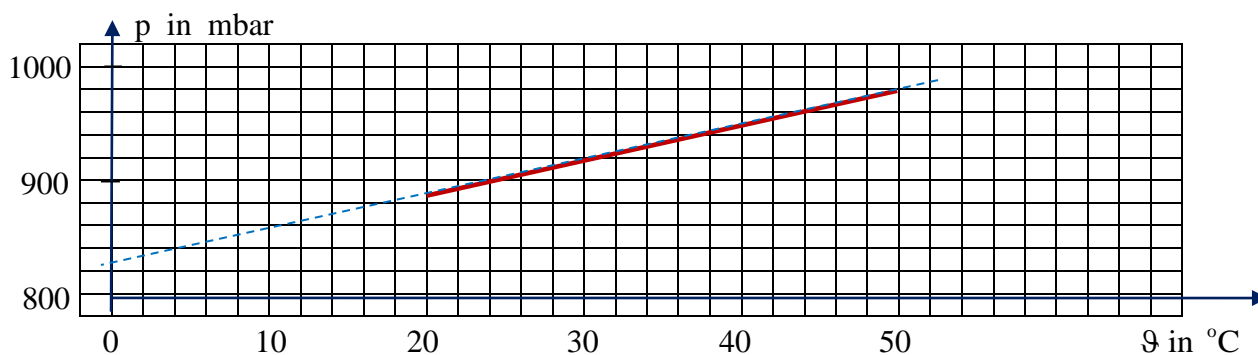


Infrarotlampe

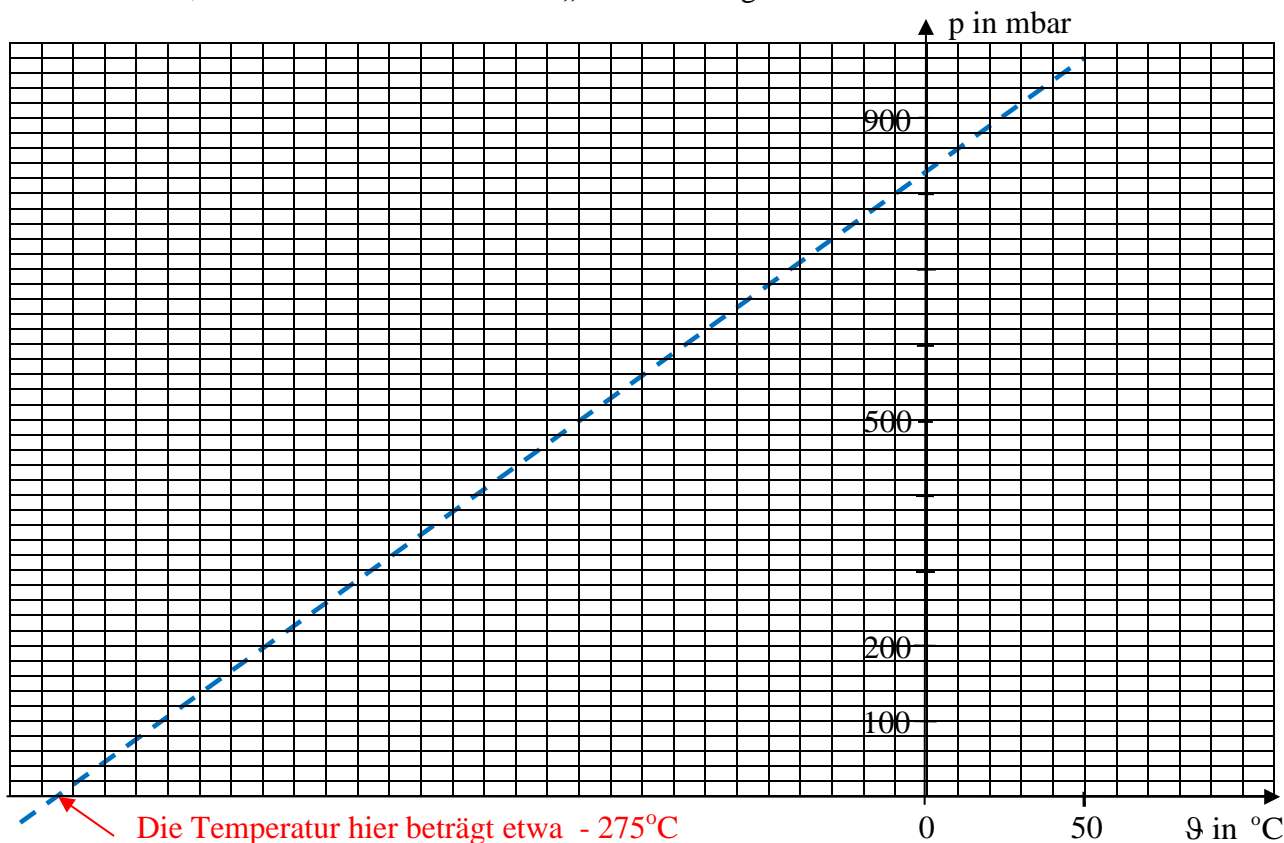


Temperatur in °C	20	25	30	35	40	45	50
Druck in mbar	889	904	919	934	950	965	980

Trägt man die Messwerte in das Temperatur-Druck-Diagramm ein, so erkennt man einen linearen Zusammenhang zwischen Druck und Temperatur.



Wenn man die Temperatur weiter senkt, dann nimmt der Druck offensichtlich weiter linear ab. Was fällt auf, wenn man die Gerade nach „links“ verlängert?



Das erste Diagramm zeigt, dass die Messpunkte auf einer Geraden liegen.  
Verlängert man diese Gerade, dann sollte bei  $0^{\circ}\text{C}$  der Druck etwa 830 mbar betragen.

Zeichnet man dieses Geradenstück im zweiten Diagramm ein, so erkennt man, dass der Druck des Gases bei einer Temperatur von ca.  $-275^{\circ}\text{C}$  Null bar wird.

0 bar Druck bedeutet aber, dass die Teilchen keinerlei Bewegungsenergie haben können. Da sich aber Teilchen nicht weniger als gar nicht bewegen können, sollte eine tiefere Temperatur als  $-275^{\circ}\text{C}$  daher nicht möglich sein.

Genauere Messungen liefern für die tiefste erreichbare Temperatur den Wert

$$\vartheta_{\text{minimal}} \approx -273^{\circ}\text{C}$$

Wir führen eine neue Temperaturskala, die so genannte absolute Temperatur  $T$  mit der Einheit Kelvin ein und wählen für die tiefste Temperatur von  $-273^{\circ}\text{C}$  den Wert  $0\text{ Kelvin} = 0\text{ K}$ .  
Wenn wir zudem einen Temperaturunterschied von  $1^{\circ}\text{C}$  mit einem Temperaturunterschied von 1 Kelvin gleichsetzen, erhalten wir folgende Skala.

$$0\text{ K} \hat{=} -273^{\circ}\text{C} ; 1\text{ K} \hat{=} -272^{\circ}\text{C} ; 10\text{ K} \hat{=} -263^{\circ}\text{C} ; 273\text{ K} \hat{=} 0^{\circ}\text{C} ; 283\text{ K} \hat{=} 10^{\circ}\text{C} \text{ usw.}$$

(Addiert man zur „Kelvintemperatur“ 273, so erhält man die „Grad Celsius-Temperatur“, subtrahiert man von der „Grad Celsius-Temperatur“ 273, so erhält man die „Kelvintemperatur“.)

$$\text{Beispiel: } 320\text{ K} \hat{=} (320 - 273)^{\circ}\text{C} = 47^{\circ}\text{C} \quad \text{und} \quad 100^{\circ}\text{C} \hat{=} (100 + 273)\text{ K} = 373\text{ K}$$

Beachte: Die in Kelvin angegebene „absolute Temperatur“ wird immer mit  $T$  bezeichnet.  
Die in  $^{\circ}\text{C}$  angegebene Temperatur wird immer mit  $\vartheta$  bezeichnet.

Die absolute Temperatur  $T$  erweist sich für physikalische Berechnungen als sehr praktisch, denn für eine abgeschlossene Gasmenge gilt: Der Druck  $p$  und die absolute Temperatur sind zueinander direkt

proportional, d.h.  $\frac{p}{T} = \text{konstant}$ , also  $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ .

Beispiel: In einer leeren, abgeschlossenen Flasche befindet sich Luft der Temperatur  $20^{\circ}\text{C}$  mit einem Druck von 980 mbar (also  $p_1 = 980\text{ mbar}$  ;  $T_1 = (20 + 273)\text{ K} = 293\text{ K}$ ).  
Liegt diese Flasche nun in der Sonne und erwärmt sich die Luft in ihr auf  $50^{\circ}\text{C}$  ( $T_2 = (50 + 273)\text{ K} = 323\text{ K}$ ), so kann man den sich dabei einstellenden neuen Druck  $p_2$  einfach berechnen.

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{980\text{ mbar} \cdot 323\text{ K}}{293\text{ K}} = 1080\text{ mbar}$$

Aber es kommt sogar noch besser.

Für eine feste Gasmenge gilt nämlich zusätzlich:

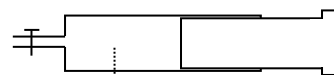
Das Volumen  $V$  ist (bei konstantem Druck) proportional zur absoluten Temperatur  $T$ .

$$\text{D.h. } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (\text{falls } p_1 = p_2 \text{ gilt})$$

Befindet sich z.B. in einer „Gasspritze“ bei einer Temperatur von  $20^{\circ}\text{C}$  ein Luft-Volumen  $V_1 = 120\text{ cm}^3$  und erhöht man nun die Temperatur um  $20^{\circ}\text{C}$  auf  $40^{\circ}\text{C}$ , so vergrößert sich dabei das Luftvolumen auf  $V_2$  und es gilt:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow$$

$$V_2 = \frac{V_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{120\text{ cm}^3 \cdot (273 + 40)\text{ K}}{(273 + 20)\text{ K}} = 128\text{ cm}^3$$



Luft in der Gasspritze

