

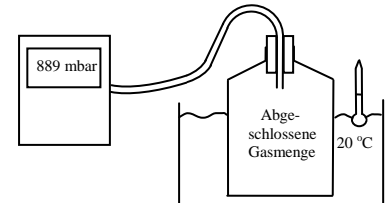
Physik * Jahrgangsstufe 8 * Bestimmung des absoluten Temperaturnullpunkts

Beobachtung:

Der Druck in einem Reifen hängt von der Temperatur ab. Steigt die Temperatur, dann nimmt der Druck zu.

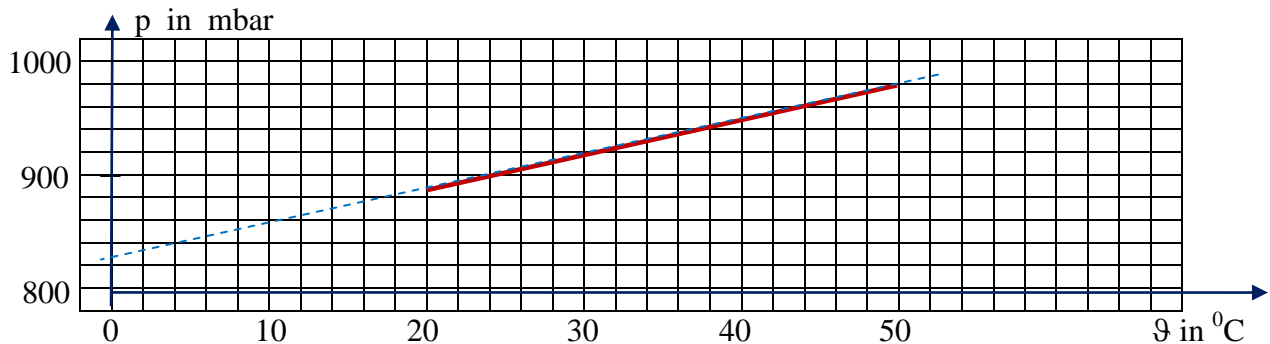
Man sollte deshalb wegen der Vergleichbarkeit den Reifendruck bei einem PKW immer im gleichen (kalten) Zustand überprüfen.

Der Zusammenhang zwischen Temperatur und Druck wird an einem abgeschlossenen Gasvolumen untersucht. Der Luftdruck in einer dicht verschlossenen Flasche wird mit einem Druckmessgerät (Manometer) gemessen. Mit dem Wasserbad wird die Luft in der Flasche erwärmt. Mit steigender Temperatur beobachtet man eine Zunahme des Drucks. In der Tabelle sind gemessene Daten festgehalten.



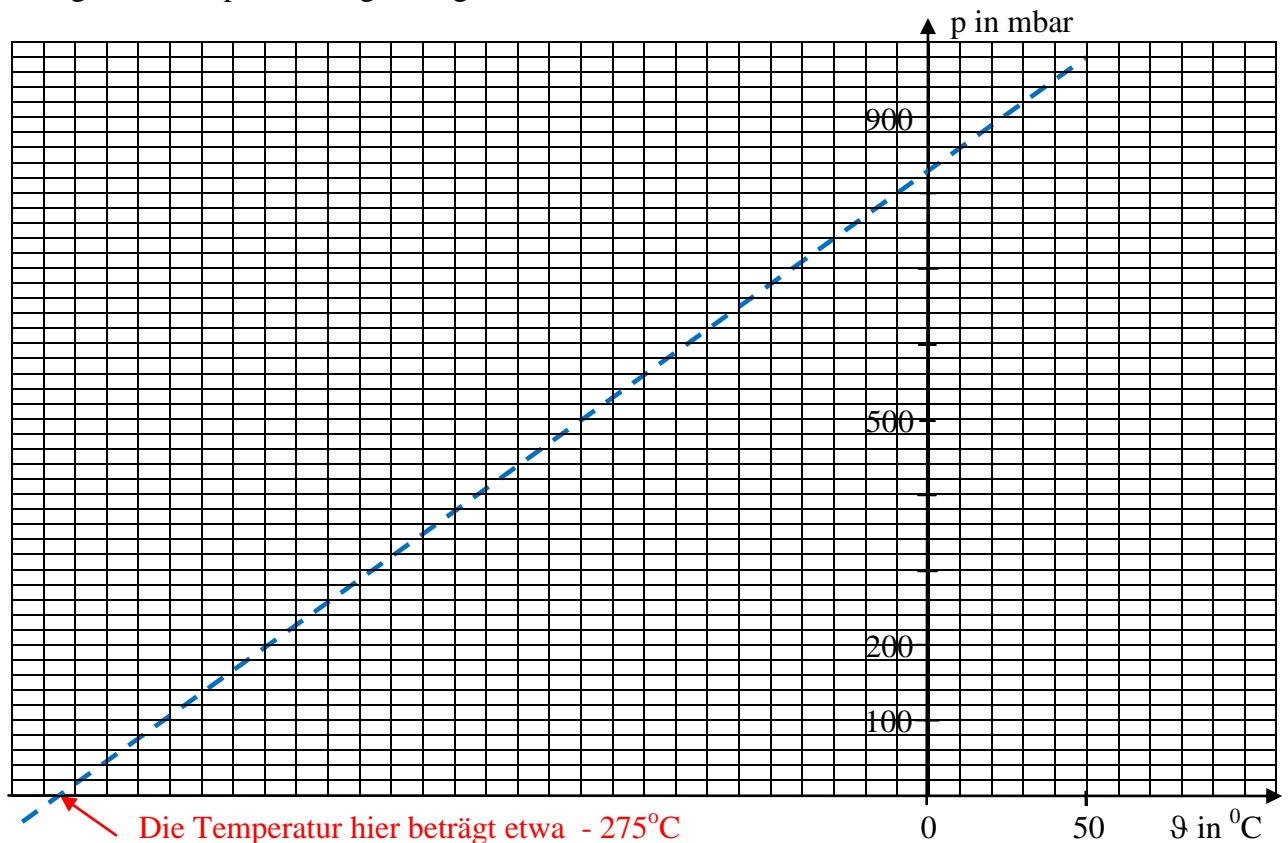
Temperatur in °C	20	25	30	35	40	45	50
Druck in mbar	889	904	919	934	950	965	980

Trage die Messwerte in das Temperatur-Druck-Diagramm ein:



Wenn man die Temperatur senkt, dann nimmt der Druck entsprechend ab.

Trage die Messpunkte möglichst genau auch hier ein! Was fällt auf ?



Das erste Diagramm zeigt, dass die Messpunkte auf einer Geraden liegen.
Verlängert man diese Gerade, dann sollte bei 0°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°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°C 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°C den Wert $0\text{ Kelvin} = 0\text{ K}$.
Wenn wir zudem einen Temperaturunterschied von 1°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 ϑ 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°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°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.

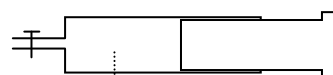
Für eine feste Gasmenge gilt nämlich zusätzlich:

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°C ein Luft-Volumen $V_1 = 120\text{ cm}^3$ und erhöht man nun die Temperatur um 20°C auf 40°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

