



# Aufgabenseminar Thermodynamik

[pankratius.github.io/rolf](https://pankratius.github.io/rolf)

## Schwimmen oder nicht - das ist hier die Frage (Maximilian Marienhagen)

Betrachte eine Flüssigkeit, die bei der Temperatur  $T_0$  die Dichte  $\rho_0$  hat und deren Volumenausdehnungskoeffizient  $\gamma$  ist. Betrachte außerdem einen festen Körper der Masse  $M$ , der einen Längenausdehnungskoeffizient  $\alpha$  und bei der Temperatur  $T_0$  das Volumen  $V_0$  hat.

Welche Bedingungen muss die Temperatur erfüllen, damit der Körper in der Flüssigkeit schwimmen kann?

## Straußenei (4. Runde zur 43. IPhO 2012)

Ein Hühnerei sollte etwa 7 Minuten gekocht werden.

Schätzen Sie ab, wie lange ein Straußenei gekocht werden sollte, wenn es so viel wiegt wie 20 Hühnereier.

## Luftschwingung (3. Runde zur 38. IPhO 2007)

Ein luftgefüllter Behälter mit Volumen  $V$  wird mit einem Rohr vom Radius  $r$  verbunden, sodass ein Ball mit gleichem Radius und Masse  $m$  gerade so hinein passt. Nach Einstellen einer Ruhelage wird der Ball leicht vertikal ausgelenkt.

Wie groß ist die Frequenz  $f$  der als reibungsfrei zu betrachtenden resultierenden Schwingung in Abhängigkeit von den auftretenden Parametern?

## Schicksal der Erde (1. Runde zur 46. IPhO 2015)

Im Laufe ihrer Entwicklung verändert sich die Zusammensetzung der Sonne durch die in ihrem Inneren stattfindenden Fusionsprozesse. Bis zum Ende ihrer Phase als Hauptreihenstern wird der Sonnenradius dadurch auf etwa das 1,6-fache des jetzigen Wertes ansteigen, während ihre Oberflächentemperatur auf etwa 96 % des heutigen Wertes sinkt. Beim jetzigen Entwicklungsstand der Sonne würde sich ohne Berücksichtigung des Treibhauseffektes auf der Erde eine Gleichgewichtstemperatur von etwa 246 K einstellen. Schätze ab, um wie viel sich diese Temperatur durch die Veränderung der Sonne verschieben wird. Erläutere kurz, was dies für das Leben auf der Erde bedeuten könnte. Nimm für die Abschätzung an, dass sich der Bahnradius und andere relevante Parameter der Erde nicht verändern und die Temperatur auf der gesamten Erde die gleiche ist

## Zwei Kugeln (IPhO 1967)

Betrachte zwei Kugeln mit identischer Masse  $m$ , Wärmekapazität  $c$  und Temperatur  $T$ . Eine hängt an einer Schnur, eine liegt auf einer horizontalen Fläche. Beiden wird die Wärme  $Q$  zugeführt.

Wie verhalten sich die Temperaturen der Kugeln? Der Wärmeaustausch mit der Umgebung ist zu vernachlässigen.

## Asteroidentemperatur (Auswahlwettbewerb zur IPhO)

Im inneren eines Asteroiden (Radius  $r$ , Dichte  $\rho$ , Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$ ) wird überall Wärme mit einer Rate  $r$  produziert.

Welche Temperatur stellt sich nach einer langen Zeit ganz innen und welche an der Oberfläche ein?

## Zugefrorener See (3. Runde zur 43. IPhO 2012)

Ein See ist von einer Eisschicht der Dicke  $d$  bedeckt und die Umgebungstemperatur beträgt seit langem  $T$ .

1. Schätze die Rate ab, mit der die Dicke der Eisschicht zunimmt. Drücke das Ergebnis in Abhängigkeit von Schmelzwärmen, Leitfähigkeiten, spezifischen Wärmekapazitäten und Dichten aus.
2. Wie lange dauert es, bis sich die Dicke der Schicht verdreifacht hat?

## Wärmekraftmaschine (4. Runde zur 46. IPhO 2015)

Gegeben seien die Punkte  $A(V_0, p_0)$ ,  $B(\frac{3}{2}V_0, \frac{5}{2}p_0)$ ,  $C(3V_0, p_0)$  im p-V-Diagramm. In einer Wärmekraftmaschine durchläuft eine Stoffmenge  $n$  eines idealen Gases diese Punkte auf Geraden in der Reihenfolge  $A, B, C$ . Dabei wird Wärme aus einem Reservoir der Temperatur  $T_h$  aufgenommen und Wärme in ein Reservoir der Temperatur  $T_k$  abgegeben.

1. Was ist der Wirkungsgrad?
2. Welcher Bedingung müssen  $T_h$  und  $T_k$  genügen, damit dieser Prozess ablaufen kann?