



# Aufgabenserie 2

Abgabe: 19. Juni

Die Aufgaben sollten bis zum **19. Juni** bearbeitet werden. Die Lösungen schickt ihr entweder an [physikrolf@gmail.com](mailto:physikrolf@gmail.com), oder per Post an: Aaron Wild, Zum wilden Graben 26, 99425 Weimar. Jede Aufgabe hat eine bestimmte Anzahl an erreichbaren Punkten. Wie viele das sind, müsst ihr raten. Versucht, die Lösungen so genau wie möglich aufzuschreiben. Für besonders schnelle/gute/witzige Lösungen kann es Bonuspunkte geben.

## Aufgabe 1 (Widerstandswürfel)

Ein  $n$ -dimensionaler Hyperwürfel ist die Verallgemeinerung eines Würfels auf  $n$  Dimensionen. Seine Konstruktion kann man sich so vorstellen, dass ein  $n - 1$ -dimensionaler Hyperwürfel im  $n$ -dimensionalen Raum parallelverschoben wird, und man das daraus entstandene Volumen betrachtet.

Ein solcher  $n$ -dimensionaler Hyperwürfel hat  $2^n$  Eckpunkte und  $n2^{n-1}$  Seitenkanten.

Wir betrachten nun einen  $n$ -dimensionalen Hyperwürfel ( $n \geq 1$ ), bei dem alle Seitenkanten einen Widerstand von  $r$  haben. Zeige, dass der Widerstand zwischen zwei benachbarten Eckpunkten

$$R = \frac{2 - 2^{1-n}}{n} r = \frac{2^n - 1}{n2^{n-1}} r \quad (1.1)$$

beträgt. Überlege dir an einem  $n$  deiner Wahl, dass das Ergebnis dort sinnvoll ist.

## Aufgabe 2 (Wärmetauscher)

Die durch Wärmeleitung übertragene Wärmeleistung zwischen zwei parallelen Wänden kann näherungsweise durch die Gleichung

$$P = \lambda A \frac{T_a - T_b}{d} \quad (2.1)$$

beschrieben werden. Dabei ist  $A$  die Fläche, durch die Wärme strömt,  $d$  der Abstand zwischen den beiden Wänden und  $\lambda$  eine Konstante, die vom Material zwischen den beiden Wänden abhängt (die sog. Wärmeleitfähigkeit).  $T_a$  ist die Temperatur der wärmeren Wandoberfläche und  $T_b$  die der kälteren Wandoberfläche.

Ein Wärmetauscher ist ein Gerät, dass Wärme von einer warmen Flüssigkeit zu einer kälteren Flüssigkeit überträgt (Abb. 2.1). Dabei fließt warme Flüssigkeit (rot) mit einer Geschwindigkeit  $v$  von rechts nach links, und kalte Flüssigkeit (blau) mit einer Geschwindigkeit von  $v$  von links nach rechts. Die Dichte der Flüssigkeiten ist  $\rho$  und die Wärmekapazität  $c$ . Beide befinden sich in Röhren der Höhe  $h$  ( $h$  ist sehr klein). Die beiden Flüssigkeiten sind durch eine Metallwand (grau) der Dicke  $d$  mit der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  getrennt. Die Temperaturdifferenz zwischen der einfließenden warmen Flüssigkeit und der einfließenden kalten Flüssigkeit beträgt  $\Delta T_e$ .

Bestimme die Temperaturdifferenz zwischen der abgekühlten, ausfließenden warmen Flüssigkeit und der aufgewärmten, ausfließenden kalten Flüssigkeit,  $\Delta T_a$ . Nimm dafür an, dass die Temperaturdifferenz  $\Delta T$  zwischen warmer und kalter Flüssigkeit entlang der Wand konstant bleibt.

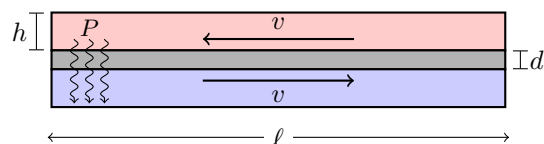


Abbildung 2.1: Ein Wärmetauscher

## Aufgabe 3 (Büchse)

Bestimme die Position des Schwerpunkts  $h_s$  einer gefüllten zylinderförmigen Büchse in Abhängigkeit der Füllhöhe  $h_f$  und der relevanten Parameter. Nimm dafür an, dass die Büchse eine gleichmäßige Massenverteilung hat.

