



# 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). 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. Die aktuellen Aufgaben sowie alle alten Aufgabenserien mit Lösungen findet ihr auch auf [pankratius.github.io/rolf](https://github.com/pankratius.github.io/rolf)

## 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.

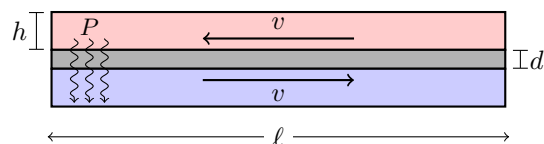


Abbildung 2.1: Ein Wärmetauscher

## 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.

