

Einführung in die Physik I (für Nicht-PhysikerInnen)

Präsenzübungen Woche 11

17. - 21. Dezember 2018

1. Berechne die Änderung der Entropie (insgesamt; d.h. von Maschine und der Umgebung zusammen) für einen Carnot-Kreisprozess und begründe das Ergebnis.

Lösung: Da ein Carnot-Kreisprozess definitionsgemäß reversibel ist, muss die Gesamtänderung der Entropie null sein. Aus dieser Aussage können wir verallgemeinern, dass die Wärmeänderung der Maschine selbst null sein muss (und damit die Änderung der Entropie). Für die Entropieänderungen des warmen und kalten Reservoirs benutzen wir die Formel für den Wirkungsgrad einer Carnot-Maschine, bzw. $\epsilon_{\max} = 1 - T_k/T_w$ der der allgemeinen Definition des Wirkungsgrads entsprechen sollte: $\epsilon = 1 - |Q_k|/Q_w$. Hieraus folgt: $T_k/T_w = |Q_k|/Q_w$. Die Änderung der Entropie ergibt sich zu :

$$\Delta S = -\frac{Q_w}{T_w} + \frac{Q_k}{T_k} = -\frac{Q_w}{T_w} + \frac{Q_w}{T_w} = 0.$$

2. (a) Ein Ring mit Radius R und mit der Gleichung $y^2 = R^2 - x^2$ besitzt eine Ladungsverteilung $q_{\text{Ring}} = q_0 \sin \theta$ mit $q_0 > 0$. In welche Richtung zeigt das elektrische Feld im Ringmittelpunkt?

Lösung: Elektrische Felder zeigen die Kraft die eine *positive* Probeladung in einem gegebenem Punkt erfahren würde. Eine positive Ladung im Ringmittelpunkt wird von dem oberen Teil des Ring abgestoßen (weil die Ladung im oberen Teil positiv ist) und von dem unteren Teil angezogen (weil die Ladung da negativ ist). Das elektrische Feld wird also in negative Y-Richtung zeigen. Außerdem gibt es eine Symmetrie um die vertikale Achse des Rings, deshalb wird das elektrische Feld in der Horizontalen nicht von der vertikalen Achse abweichen, bzw. das elektrische Feld zeigt in die negative Y-Richtung, *entlang* der Symmetrieachse.

- (b) Wie würde das elektrische Feld im Koordinatenursprung aussehen, falls es zwei Platten mit Gleichungen $x = R$ und $x = -R$ und mit der Ladungsverteilung $q = x$ gäbe?

Lösung: Die Platten haben entgegengesetzte Ladungen (R und $-R$) und stehen vertikal. Das elektrische Feld entsteht also horizontal und zeigt von der positiven Platte weg, d.h. das elektrische Feld zeigt in negative X-Richtung, entlang der negativen X-Achse. Weil das Feld um die X-Achse symmetrisch ist (die Platten sind unendlich lang), hat das elektrische Feld keine Komponente in Y-Richtung.