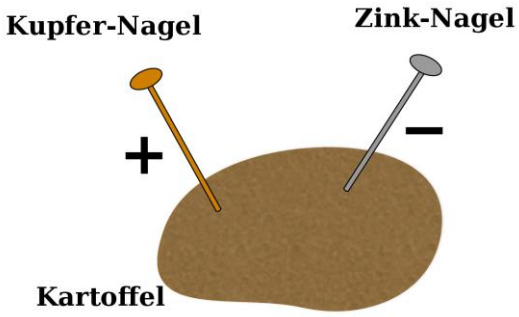
Beispiel 3: Elektrizität

In diesem Beispiel soll die elektrische Energie von Kartoffeln genutzt werden. Unsere Kartoffelbatterie kann einen Strom von *100 µA* bei einer Spannung von *0,8 V* liefern, wenn sie mit zwei unterschiedlichen Metallen als Elektroden kontaktiert wird (siehe Abbildung).



1. **[1 P]** Wie viele Kartoffeln müssen kombiniert werden, um eine Spannung von *12 V* zu erreichen?
2. **[1 P]** Auf welche Art müssen die Kartoffeln verbunden werden? Fertige eine Skizze an, wie die Pole der Batterien verbunden werden müssen, um die Gesamtspannung zu erhöhen.
3. **[1 P]** Wie viele Kartoffeln braucht man mindestens, wenn eine *12 V* Glühbirne mit einer Leistung von *2 W* betrieben werden soll? Achte darauf, dass die Glühbirne keinen höheren Spannungen als *12 V* ausgesetzt wird.

Für die nächste Aufgabe haben wir sehr viele Kartoffeln zu einer großen Batterie zusammengeschlossen, die einen sehr hohen Strom liefern kann.

4. **[1 P]** Mit dieser Batterie wird eine *10 cm* lange Spule mit *200* Windungen, mit *20 A* gespeist. Bestimme das Magnetfeld in der Luftspule (eine Spule ohne Kern).
5. **[1 P]** Im Betrieb erwärmt sich die Spule. Wie groß ist der Innenwiderstand der Spule, wenn eine Wärmeleistung von *20 W* entsteht? Wobei wieder *I = 20 A.*
6. **[1 P]** Wir verbinden nun unsere große Batterie (Spannung *U*) mit einem Transformator. Dieser hat eingangsseitig *400* Windungen und ausgangsseitig *900* Windungen. Welche Leerlauf-Spannung wird im Dauerbetrieb ausgangsseitig anliegen?

Nun soll ein Elektron ($m = m_e$; $Q = -e$), das aktuell eine Geschwindigkeit von $v_x = 2\text{x}10^6$ m/s (Geschwindigkeit in x-Richtung) hat, in einem Magnetfeld abgelenkt werden. Dazu nehmen wir ein homogenes Magnetfeld $B_z = 0{,}05\ T$ (Magnetfeld in z-Richtung) an.

7. **[1 P]** Berechne die Stärke und Richtung der Kraft, die im ersten Moment auf das Elektron wirkt. Gib die Kraft als Vektor an.
8. **[2 P]** Nimm an, dass sich die Kraft innerhalb einer sehr kurzen Zeit kaum ändert und bestimme daraus den zeitabhängigen Winkel α(t), um den das Elektron in dieser Zeit von seiner ursprünglichen Bahn abgelenkt wird. Wie groß ist daher die Winkelgeschwindigkeit des Elektrons im Magnetfeld in Abhängigkeit von der Magnetfeldstärke ω(B)?
   Hinweis 1: Für kleine Winkel α gilt tan(α) = sin(α) = α und cos(α) = 1.
   Hinweis 2: Es gibt mehrere Lösungs-Ansätze. Vergleiche z.B. die Geschwindigkeitskomponenten in der ursprünglichen Bewegungsrichtung und in der Kraftrichtung.
9. **[1 P]** Gib an, ob sich der Impuls und die kinetische Energie des Elektrons bei der kreisförmigen Bewegung im Magnetfeld ändern. Falls es eine Änderung gibt, beschreibe auch die Art der Änderung!

Gernot Schaffernak, Daniel R. Reiterer , M. Lippitsch, H. Krenn
Karl-Franzens-Universität Graz