

**Bestimme zunächst den Auslenkwinkel der linken Kugel (der ist definiert als Winkel zwischen dem Faden und der vertikalen Achse). Das ist ein Fall für die Trigonometrie im rechtwinkligen Dreieck.**

**Die Stabilität der dargestellten Situation ergibt sich aus dem Gleichgewicht zweier Kräfte, die hier gegeneinander arbeiten. Zeichne diese beiden Kräfte als 1,5 cm lange Vektoren an der linken Kugel ein (Angriffspunkt Kugelmittle).**

**Woher rührt die Kraft, die die Kugeln auseinander treibt, woher die Kraft, die sie zusammenzieht?**

**Ergänze die rücktreibende Kraft zu einem Vektorparallelogramm, das die Gewichtskraft und die Kraft im Seil enthält.**

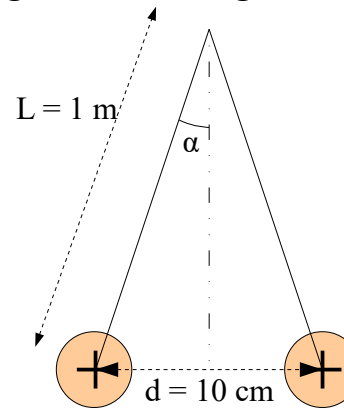
**Betrachte die Winkel im Kräfteparallelogramm und vergleiche sie mit der Geometrie der Aufhängung. Jetzt kannst Du die rücktreibende Kraft mit Hilfe der Gewichtskraft berechnen (da braucht's wieder Trigonometrie).**

**Nun kannst Du auch noch die Ladungen der Kugeln berechnen.**

→ **Lösung**

## **1.6 Training und Vertiefung**

### **Musteraufgabe: Auslenkung von Kugeln**



Kugeln isoliert an Fäden aufgehängt und geladen  
 $m_1 = m_2 = 1,0 \text{ g}$

Die ..... Kraft ..... treibt die

Kugeln auseinander. Die ..... sorgt im Zusammenspiel mit der Aufhängung für eine rücktreibende Kraft, die die Kugeln zusammenzieht.

Die rücktreibende Kraft ergibt sich durch Vektorzerlegung aus der Gewichtskraft. Im Umkehrschluss können wir durch ein Vektorparallelogramm aus der rücktreibenden Kraft die Gewichtskraft gewinnen.

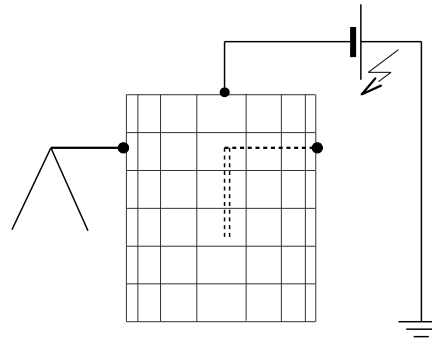
Im Kräfteparallelogramm findet sich der bereits berechnete Auslenkwinkel  $\alpha$  wieder. Damit können wir nun die rücktreibende Kraft  $F_{\text{rück}}$  berechnen, die der elektrischen Kraft entspricht.

Die Ladungen liefert dann Herr Coulomb:

Mit Elektroskopen können wir Ladungen nachweisen. Auf der Außenseite eines geladenen Metallkäfigs zeigt das Elektroskop einen Ausschlag, auf der Innenseite nicht.

**Formuliere in einem Satz, was die Beobachtung für die Lokalisation von Ladungen am Käfig bedeutet.**

### Elektrische Abschirmung – Faradaykäfig



Dadurch existiert im Inneren eines metallischen Körpers kein elektrisches Feld. (**Faradaykäfig**)

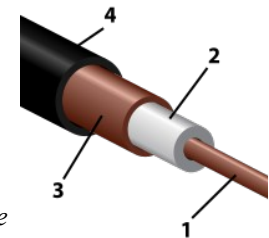
Der Schutz gegen Blitze, den ein Pkw als Faradaykäfig dem Insassen bietet, ist wohlbekannt. Nur sind Blitze ja nicht gerade häufig. Wesentlich wichtiger in unserem Zeitalter der elektronischen Kommunikation ist die Abschirmung von Datenleitungen gegenüber Störung durch elektrische Felder von außen.

### Elektrische Abschirmung – technische Anwendung

Leitungen, die dem Datentransport dienen (LAN-Leitungen, Antennenleitungen) werden durch einen metallischen Mantel, der in die Isolation eingearbeitet ist, geschützt.

1 = Antennenleitung, 2 = Isolation, 3 = Metallmantel, 4 = Außenhülle

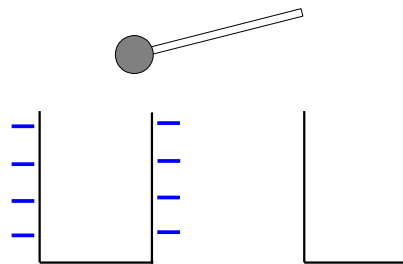
Abb. aus wikipedia.de



Das Prinzip der Ladungsanordnung an der Außenseite wird beim Faradaybecher zu verblüffenden physikalischen Spielchen genutzt.

**Wie muss man vorgehen, um mit Hilfe einer kleinen Kugel besonders gut Ladung vom geladenen zum ungeladenen Faradaybecher zu transportieren (mehrfacher Transport!)?**

### Faradaybecher – eine physikalische Spielerei



### **Selbst-Check:**

- Auslenkung von Kugeln, Kräfteparallelogramm
- Faradaykäfig, Faradaybecher, Abschirmung

Eine etwas einfachere Aufgabe zur Auslenkung einer Kugel gibt's in S.46/22. Alle Aufgaben, die Leifiphysik zum Themenfeld aus dem 1. Kapitel bietet, findest Du unter Teilgebiet Elektrizitätslehre – Ladungen und elektrisches Feld – Aufgabenübersicht.