

Schriftliche Aufnahmeprüfungen **Herbst 2004****PHYSIK** (deutsch)

Die Resultate müssen den **vollständigen Lösungsweg** und **alle Zwischenresultate** enthalten.  
(Beschluss der Aufnahmeprüfungskommission vom 15.9.2000)

**1. Gravitation** (2P./2P./2P.)

Dem deutschen Physiker Philipp von Jolly (1809–1884) gelang es erstmals nachzuweisen, dass zwei identische Massen in verschiedenen Höhen nicht gleich viel wiegen. Er baute eine Balkenwaage im Dachgeschoss seines Hauses, legte zwei 5kg-Massen auf die beiden Waagschalen und brachte die Waage ganz genau ins Gleichgewicht (Situation A). Nun senkte er die eine Masse mit einer Schnur (welche schon zuvor in der Waagschale gelegen hatte) 21 m tiefer in den Keller (Situation B).

- a) Auf welche Waagschale (links oder rechts) musste Jolly nach dem Absenken der einen Masse eine Zusatzmasse legen, um wieder Gleichgewicht zu haben? Begründen Sie ihre Antwort. Wieviele Gramm musste er darauf legen?

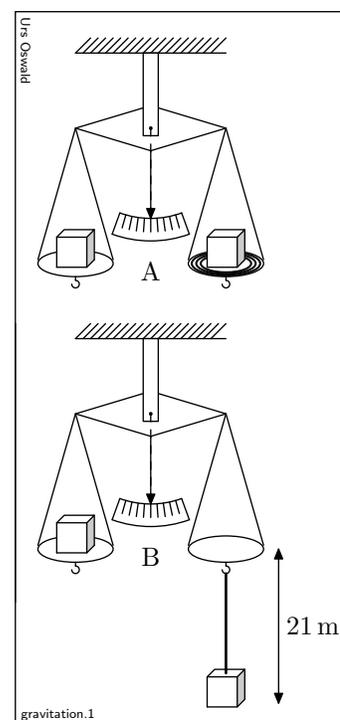
Die folgenden Aufgaben b) und c) sind unabhängig von a)!

- b) Stellen Sie in einer Graphik dar, wie die Gewichtskraft einer Masse von 1 kg vom Abstand  $r$  zwischen Masse und Erdmittelpunkt abhängt.

(Wählen Sie  $r = R, 2R, 3R$ , wo  $R$  den Erdradius bezeichnet.)

Deuten Sie in der Graphik klar ersichtlich an, wie die potentielle Energie der Masse 1 kg in der Höhe  $3R$  in Bezug auf die Erdoberfläche graphisch abgelesen werden kann.

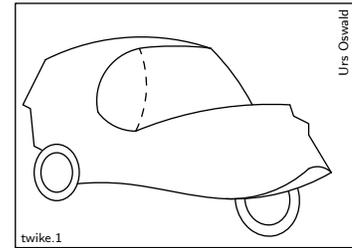
- c) Bestimmen Sie durch eine einfache numerische Approximation oder exakt diese potentielle Energie und die Geschwindigkeit, mit der (im luftleeren Raum) der Körper auf die Erdoberfläche prallt, wenn er in  $r = 3R$  losgelassen wird.



## 2. Das „Twike“ (2P./2P./2P.)

Sie sind mit dem Elektrofahrzeug „Twike“ unterwegs. Man kennt vom Fahrzeug einige Daten:

Spitzenleistung	5 kW
Batteriespannung	336 Volt
Kapazität der Batterien	9,0 Ah (D.h. Sie können z.B. 9 h lang die Stromstärke 1 A fließen lassen.)
Höchstgeschwindigkeit	85 km/h
Masse (total)	300 kg
Reibkoeff. Asphalt/Gummi	0,025
Luftreibungskraft bei 85 km/h	120 N



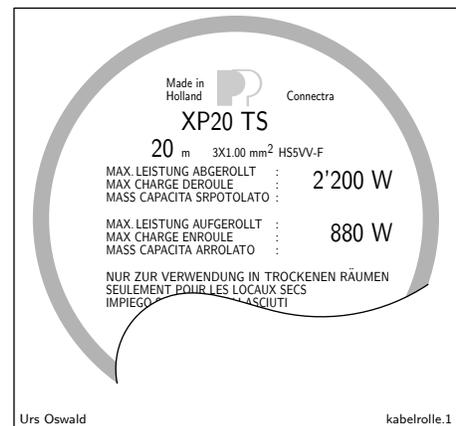
- Wieviel Energie ist in den Batterien gespeichert? Drücken Sie diese Energie in J, kWh und in einer äquivalenten Menge Benzin (in kg) aus.
- Berechnen Sie aus den angegebenen Daten, in welcher kürzester Zeit das Twike aus dem Stand auf die Höchstgeschwindigkeit beschleunigen kann.  
(Reibungseffekte können hier vernachlässigt werden.)
- Berechnen Sie die Strecke, die das Twike mit einer Batterieladung auf ebener Strasse und Höchstgeschwindigkeit maximal zurücklegen kann. (Nun sollen Sie die Reibung der Gummireifen und die Luftreibung berücksichtigen.)

## 3. Kabelrolle (2P./1P./3P.)

Das Bild zeigt den Aufdruck einer Kabelrolle. Man sieht, dass der leitende Draht 1 mm<sup>2</sup> Querschnittsfläche hat – er besteht natürlich aus Kupfer. Die Spannung in der Steckdose beträgt 230 V.

- Berechne den elektrischen Widerstand dieses Verlängerungskabels aus den Angaben des Datenschildes. Wieviel Wärmeleistung wird im Kabel freigesetzt, wenn eine Stromstärke von 10 A fließt?
- Warum darf der angeschlossene Verbraucher bei aufgerolltem Kabel weniger Leistung brauchen? Das Kabel hat doch immer denselben Widerstand.
- Wieviel Spannung steht einem Rasenmäher (der bei 230 V eine Leistung von 1550 W hat) tatsächlich zur Verfügung, wenn er mit diesem Kabel angeschlossen wird? Wieviel Leistung hat er nun?

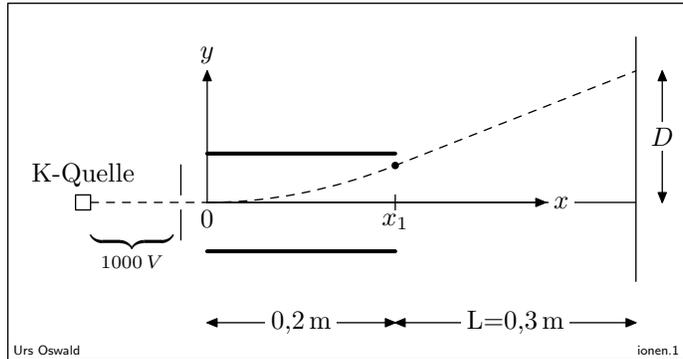
Wenn Sie a) nicht lösen können, nehmen Sie als Kabelwiderstand 1,1 Ω.



**4. Ablenkung von Ionen** (2P./2,5P./1,5P.)

Einfach positiv geladene Kaliumionen des Isotops  $^{39}\text{K}$  werden mit einer Spannung von 1000 V beschleunigt und in einen Plattenkondensator eingeleitet, an dessen Platten mit 5 cm Abstand die Spannung 125 V angelegt ist.

Nach dem Passieren des Kondensators laufen die Teilchen ohne Feld weiter und treffen schliesslich auf eine Detektorebene auf.



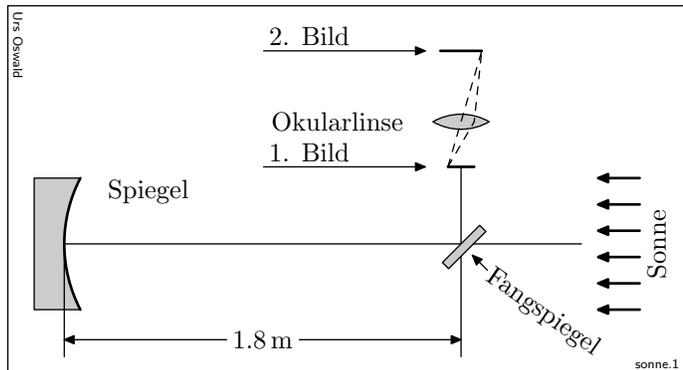
Das Gravitationsfeld spielt keine messbare Rolle. Das Feld des Kondensators hört genau am Plattenende auf, d.h. das Randfeld wird nicht berücksichtigt. Weitere Daten finden Sie in der Skizze.

- Berechnen Sie die Geschwindigkeit der Ionen beim Eintritt in den Kondensator, die elektrische Feldstärke im Kondensator und die Beschleunigung der Ionen im elektrischen Feld.
- Bestimmen Sie die Funktion der Bahnkurve  $y(x)$ , welche die Ionen zwischen den Kondensatorplatten durchlaufen. Berechnen Sie numerisch  $y(x_1)$ , d.h. die Ablenkung am Ende der Kondensatorplatten.  
Wenn Sie die Geschwindigkeit in a) nicht berechnen konnten, so nehmen Sie  $v = 50 \text{ km/s}$  an.
- Bestimmen Sie die Gesamtablenkung  $D$  der Ionen beim Auftreten auf die Detektorebene.

**5. Das Bild der Sonne in Okularprojektion** (1,5P./2,5P./2P.)

Sie haben einen sphärischen Hohlspiegel mit einer Brennweite von 2 m und ein Okular mit der Brennweite 22 mm. Mit einem kleinen Planspiegel „fangen“ Sie die zum 1. Bild zusammenlaufenden Strahlen und lenken sie um  $90^\circ$  ab.

Die Aufgaben b) und c) sind unabhängig von a)!



- Zeigen Sie zuerst, dass ein sphärischer Spiegel mit dem Krümmungsradius  $r$  eine Brennweite von näherungsweise  $r/2$  hat. (Für kleine Winkel dürfen Sie  $\sin \alpha = \tan \alpha = \alpha$  setzen und annehmen, dass der Spiegel im Vergleich zum Krümmungsradius klein ist.)
- Wieviel beträgt der Durchmesser des reellen Bildes der Sonne, welches man allein mit dem Spiegel erhält? An welcher Stelle entsteht es?
- Die Okularlinse wird nun in einer Distanz von 28 mm vom ersten Bild platziert. Wo entsteht das zweite Bild der Sonne, und welchen Durchmesser hat es?