Klassische Experimentalphysik I (Mechanik) (WS 16/17)

http://ekpwww.physik.uni-karlsruhe.de/~rwolf/teaching/ws16-17-mechanik.html

Übungsblatt 1

Name des Übungsgruppenleiters und Gruppenbuchstabe:

Namen der bearbeitenden Gruppe:

Ausgabe: Di, 25.10.2016 (09:45) Abgabe: Mo, 31.10.2016 (13:30) Briefkasten Geb. 30.23

Aufgabe 1: Fehlerfortpflanzung **(2 Punkte)**

Sie wollen die Dichte $\rho = m/V$ einer Kugel klassisch durch eine einfache Messung der Masse, m, und des Volumens, V, bestimmen. In dem Modell, das Sie Ihrer Messung zugrunde legen, gehen Sie von einer perfekten Kugelform aus und bestimmen V aus einer Messung des Durchmessers, d. Welche der beiden Größen lohnt es sich genauer zu bestimmen? Berechnen Sie die relative Unsicherheit auf Ihre Messung von ρ, wenn der Durchmesser d der Kugel mit einer relativen Genauigkeit $\delta d/d = 1\%$ und die Masse mit einer relativen Genauigkeit von $\delta m/m = 2\%$ gemessen wurde.

Aufgabe 2: Bestimmung der Erdbeschleunigung **(6 Punkte)**

Für diese und die folgende Aufgabe können Sie die Normalfallbeschleunigung mit einem Wert von $g_N = 9.81 \pm 0.05$ m/s^2 annehmen. Wir wollen den Versuch unternehmen die Erdbeschleunigung g lokal nachzumessen, indem wir einen Stein eine Strecke L fallen lassen und die Fallzeit t stoppen. Wir bestimmen L als 1 m mit einem Maßstab mit Teilstrichen von einem Zentimeter. Wir wiederholen die Messung der Fallzeit, t, 10 mal mit den folgenden Ergebnissen:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.45 s	0.44 s	0.45 s	0.46 s	0.44 s	0.45 s	0.44 s	0.44 s	0.45 s	0.44 s

a)
Berechnen Sie die mittlere Fallzeit $\langle t \rangle$ und ihre Standardabweichung $\sigma(t)$ aus den Einzelwerten. Geben Sie nur die signifikanten Stellen von $\langle t \rangle$ an.

b)
Was ist das Ergebnis der Messung von g, berechnet aus der gemessenen Länge L und der mittleren Fallzeit $\langle t \rangle$? Geben Sie nur die signifikanten Stellen von g an. Was ist die Unsicherheit auf das Ergebnis? Bestimmen Sie dazu die systematische Unsicherheit auf L (unter Annahme eines geeigneten Modells) und die statistische Unsicherheit auf $\langle t \rangle$. Kombinieren Sie diese beiden Unsicherheiten zur totalen Unsicherheit auf g, indem Sie sie als unkorreliert annehmen. Stimmt das Ergebnis innerhalb der Unsicherheiten mit dem Wert der Normalfallbeschleunigung überein?

c)
Wie oft muss die Messung wiederholt werden, bevor es sich lohnt einen genaueren Maßstab anzuschaffen?

Aufgabe 3: Bestimmung der Tiefe eines Brunnens **(4 Punkte)**

Nachdem Sie die Normalfallbeschleunigung mehr oder weniger gut lokal bestätigt haben, wollen wir sie für diese Aufgabe als die genauer bekannte Größe voraussetzen und zur Bestimmung der Tiefe eines Brunnens verwenden: hierzu kehren wir die Messmethodik um und lassen einen Stein mit einer Anfangsgeschwindigkeit $v_0(y) = 0$ m/s in den Brunnen fallen. Nach einer Zeit $\Delta t = 2$ s hört man den Stein ins Wasser eintauchen. Sie können die Zeit als perfekt gemessen voraussetzen. (Warum ist das so?).

a)
Wie tief ist der Brunnen? Berechnen Sie die relative Unsicherheit dieser Messung der Brunnentiefe. Wie groß ist die relative Unsicherheit für einen Brunnen, der 100 m tief ist?

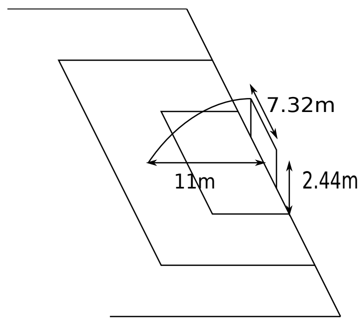
b)
In der vorangegangenen Teilaufgabe haben wir den Fehler begangen die endliche Geschwindigkeit zu vernachlässigen, die das Schallsignal benötigt, um uns nach dem Eintauchen des Steins ins Wasser zu erreichen. Nehmen Sie an, die Schallgeschwindikeit betrage 330 ± 30 m/s. Vergleichen Sie die Größe dieser Korrektur, die wir nachträglich vornehmen müssen, um diesem Effekt Rechnung zu tragen, mit der zuvor bestimmten Unsicherheit. Wie groß ist die relative Unsicherheit, wenn wir die Unsicherheit auf die Abschätzung der Schallgeschwindigkeit mit in die Betrachtungen aufnehmen? Ist es ein Widerspruch, dass wir augenscheinlich das bessere Modell aber gleichzeitig eine größere relative Unsicherheit der Messung haben?

Aufgabe 4: Australische Verhältnisse **(2 Punkte)**

Ein Känguru bewegt sich in einer Reihe von Sprüngen fort, die jeweils $y = 1,5$ m hoch und $x = 9$ m weit sind. Aus einem Abstand von $s = 400$ m nimmt ein australischer Windhund, ein Dingo, die Jagd auf. Nehmen Sie an, dass er mit einer Geschwindigkeit von $v_D = 50$ km/h hinter dem Känguru her hetzt. Diese Geschwindigkeit kann er in der Hitze Australiens für eine Minute aufrecht erhalten, bevor er die Jagd abbrechen muß. Wie stehen die Chancen des Kängurus?

Aufgabe 5: Elfmeter **(6 Punkte)**

Die Fußballspielerin Andrea Abseits ist im Strafraum gefoult worden und darf einen Elfmeter schießen. Sie möchte den Ball genau ins linke obere Eck platzieren. Die Abmessungen des Tors können sie aus der unten stehenden Skizze entnehmen. Unter der Annahme, dass der Ball den höchsten Punkt seiner Bahn genau an der Ecke des Tors erreicht:



a)
Wie lang hat die Torfrau Zeit zu reagieren?

b)
Mit welcher absoluten Geschwindigkeit muss der Ball gespielt werden?

c)
Unter welchen Winkeln (horizontal und vertikal) muss der Ball gespielt werden?