

Übungen zur Vorlesung Experimentalphysik 1 – WS 2009/10

für LA- und Meteorologie-Studierende – Dozent: C. Frischkorn

Blatt 5

Abgabetermin: Dienstag, 24.11.2009, vor der Vorlesung

Aufgabe 1 - (5 Punkte): *Satellitenbahn*

Ein Satellit umkreist die Erde auf einer Kreisbahn, wenn Fliehkraft und Gravitationskraft im Gleichgewicht sind.

a) Berechnen Sie für eine erdnahe Bahn (450 km über der Erdoberfläche) Bahngeschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit und Umlaufzeit eines solchen Satelliten.

Was ergibt sich für diese drei Größen für einen doppelt so schweren Satelliten, der den Mars umkreisen soll. Ohne die exakten Planetendaten für den Mars zu kennen, nehmen Sie für dessen Radius den halben Erdradius und für seine Masse ein Zehntel der Erdmasse an. (Erdradius 6389 km, Erdfallbeschleunigung 9.81 m/s^2).

b) Ein anderer Satellit soll auf eine geostationäre Umlaufbahn geschossen werden, d. h. der Satellit bleibt bei seiner Erdumrundung stationär über einem bestimmten Ort auf der Erde. In welcher Entfernung über der Erdoberfläche befindet sich solch ein Satellit? (Hinweis: Benutzen Sie zur Berechnung nur Erdradius, Fallbeschleunigung und Tageslänge).

c) Wie genau muss der Abstand eines geostationären Satelliten vom Erdmittelpunkt eingehalten werden, damit sich seine Lage relativ zu einem Punkt P auf der Erdoberfläche um weniger als 50 m pro Tag ändert?

Aufgabe 2 - (4 Punkte): *Pendelbewegung*

a) Sie wollen zuhause auf dem Küchentisch mit einem Fadenpendel (Fadenlänge $L = 1.5 \text{ m}$) die Fallbeschleunigung g bestimmen. Ihre Messgenauigkeit bei Längen beträgt 0.5 mm, die für Zeiten inklusive Ihrer Reaktionszeit 50 ms. Wie genau ist Ihr Ergebnis für g absolut bestimmt, wenn Sie 10 Schwingungsperioden messen? Wie groß ist der relative Fehler für g ?

b) Nun heben Sie den Pendelkörper um $h = 40 \text{ cm}$ an und lassen ihn dann los. Wird eine volle und ungestörte Schwingungsperiode zu beobachten sein, wenn sich auf der gegenüberliegenden Seite des Pendelausschlags eine Wand im Abstand von 1.02 m bzgl. der Symmetrieebene der Pendelbewegung befindet? Was passiert, wenn Sie dem Pendelkörper eine kleine Anfangsgeschwindigkeit von 0.5 m/s erteilen?

c) Schließlich hängen Sie am tiefsten Punkt der Pendelbewegung einen ruhenden, doppelt so schweren zweiten Pendelkörper mit separatem Faden von 20 cm Länge auf. Mit welcher Geschwindigkeit trifft der als Punktmasse anzunehmende erste Pendelkörper ohne Anfangsgeschwindigkeit auf den zweiten Pendelkörper? Unter der Annahme eines vollkommen elastischen Stosses und vernachlässigbarer Reibung: Welchen Auslenkwinkel erfährt der zweite Pendelkörper?

Aufgabe 3 (nur für Lehramtsstudierende!) - (4 Punkte): *Näherungen*

a) Berechnen Sie das Integral

$$\int_0^1 e^x \cos x \, dx$$

näherungsweise, indem Sie den Integranden durch sein Taylorpolynom dritten Grades (um die Entwicklungsstelle $x_0 = 0$) ersetzen. Anm.: Das Taylorpolynom soll selbst berechnet werden, nicht einfach nur nachschlagen!

b) Bestimmen Sie dann den exakten Wert des Integrals. (Für diese Integration darf eine Formelsammlung zu Hilfe genommen werden.) Runden Sie die Ergebnisse der Näherungslösung und der exakten Lösung auf zwei Nachkommastellen und bestimmen Sie schließlich den absoluten und den relativen Fehler (gerundet auf einen ganzzahligen Prozentwert) der Näherungslösung.