

Übungen zur Vorlesung Experimentalphysik 1 – WS 2009/10

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

Blatt 4

Abgabetermin: Dienstag, 17.11.2009, vor der Vorlesung

Aufgabe 1 - (5 Punkte): *Freier Fall mit Reibung*

Aus einem horizontal fliegenden Helikopter wird eine Fracht der Masse m mit einem Fallschirm abgeworfen. Der Fallschirm ist so gebaut, dass bei einer Geschwindigkeit von 300 km/h die Bremsbeschleunigung $2.4g$ ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$) beträgt. Der Fallschirm öffnet sich, nachdem die Fracht für 5 s ungebremst gefallen ist. Die Fracht ist ohne geöffneten Fallschirm als reibungsfrei fallender Körper anzunehmen, der geöffnete Schirm hingegen verursacht eine geschwindigkeitsproportionale Reibungskraft, d.h. $|\vec{F}_R| \sim |\vec{v}|$. Der Auftrieb sei zu vernachlässigen.

a) Welche Endgeschwindigkeit kann die fallende Fracht mit geöffnetem Fallschirm erreichen? Stellen Sie hierzu eine Bilanzgleichung der wirkenden Kräfte, die sog. Bewegungsgleichung, auf, wobei Sie dann berücksichtigen, dass im “Endzustand” der Bewegung keine Kräfte mehr wirken.

b) Nach welcher Zeit hat sich die Fallgeschwindigkeit der Endgeschwindigkeit bis auf eine Abweichung von 1 % angenähert?

Benutzen Sie hierfür die Geschwindigkeitsfunktion $v(t) = Ae^{-\frac{\gamma}{m}t} + B$, die die Bewegungsgleichung erfüllt (verifizieren!) und deren (Integrations-)Konstanten A und B aus den Anfangsbedingungen zu bestimmen sind. γ sei der Reibungskoeffizient. Zusatzpunkt, wenn man obige Gleichung für $v(t)$ analytisch herleitet!

Aufgabe 2 - (5 Punkte): *Kurvenfahrt und Haftreibung*

Ein Student arbeitet als Werkstudent bei einem Automobilhersteller, wobei er Autoreifen testen soll. Dabei soll er einen neuen Reifentyp prüfen, um zu entscheiden, ob der Haftreibungskoeffizient zwischen den Reifen und dem Betonbelag mit den Herstellerangaben übereinstimmt ($\mu = 0.80$). Bei einem Rutschtest kann das getestete Automodell mit konstantem Geschwindigkeitsbetrag einen Vollkreis mit einem Radius von 70 m in 20 s zurücklegen, ohne dass es ins Rutschen kommt. Bei solch einem Rutschtest fährt der Fahrer mit höchstmöglicher Geschwindigkeit, bei der das Auto noch nicht rutscht, auf einer ebenen, horizontalen Fläche im Kreis. Nehmen Sie bei Ihren Überlegungen an, dass der Luftwiderstand und die Rollreibung vernachlässigbar sind und dass die Straßenoberfläche horizontal ist.

a) Wie hoch waren bei diesem Test die Geschwindigkeit und die Beschleunigung des Fahrzeugs?

b) Wie groß war in diesem Fall der Haftreibungskoeffizient zwischen Reifen und Straße mindestens?

c) Rennautos fahren mit deutlich höheren Geschwindigkeiten durch Kurven mit sogar kleinerem Kurvenradius, wobei jedoch die Fahrbahn am Kurvenaußenrand überhöht ist. Um welchen Neigungswinkel α muss man also solche eine Kurve bei gegebener Bahngeschwindigkeit v anschrägen, damit man an die Grenze der Haftreibung kommt?

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

Allgemein bekannt ist die Einsteinsche Gleichung $E = mc^2$. Hierbei ist m die Masse des Körpers. Der Zusammenhang zwischen “bewegter” Masse m und Ruhemasse m_0 lautet $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$, also ergibt sich für die obige Gleichung $E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$.

a) Berechnen Sie das Taylorpolynom 3. Ordnung der Funktion $f(x) = \frac{1}{\sqrt{1+x}}$.

b) Vereinfachen Sie die Einsteinsche Gleichung durch Verwendung des Taylorpolynoms aus Aufgabenteil a) und deuten Sie die einzelnen Summanden des entstandenen Terms physikalisch. Wie vereinfacht sich der Term, wenn $v \ll c$?