
Theoretische Physik in 2 Semestern I
2. Übung

www.thp.uni-koeln.de/~as/thp2sem15.html

Abgabe: Montag, 27. April 2015

3. Doppelt senkrechter Wurf

3+1+1=5 Punkte

Zwei Steine der Massen m_1 und m_2 werden im Abstand Δt von der gleichen Höhe mit gleicher Anfangsgeschwindigkeit v_0 senkrecht nach oben geworfen.

- Stellen Sie die Bewegungsgleichungen auf und lösen Sie diese durch Integration.
- Zu welchem Zeitpunkt t_x haben die Steine die gleiche Höhe?
- Welche Geschwindigkeiten haben die beiden Steine dann?

4. Rakete

1+2+2 = 5 Punkte

Eine Rakete mit Masse $m = m(t)$ stößt Treibstoff mit einer Rate von μ aus, d.h. $\frac{dm}{dt} = -\mu$. Der ausgestoßene Treibstoff hat die konstante Geschwindigkeit u relativ zur Rakete. Abgesehen von der Schwerkraft $F = -mg$ wirken keine äußeren Kräfte.

- In einem Zeitintervall Δt ändern sich Masse m , Geschwindigkeit v und Impuls p der Rakete um Δm , Δv bzw. Δp . Begründen Sie, dass diese Größen die Gleichung

$$p + \Delta p = (m + \Delta m)(v + \Delta v) - \Delta m(v - u) \quad (1)$$

erfüllen müssen.

- Folgern Sie aus Gleichung (1) die Differentialgleichung

$$\frac{dv}{dt} = \mu \frac{u}{m} - g. \quad (2)$$

- Lösen Sie (2) mit der Startbedingung $v(t=0) = 0$ und skizzieren Sie die Lösung.

5. Träge und schwere Masse

3+2=5 Punkte

In der Newtonschen Mechanik gibt es keinen zwingenden Grund für eine strikte Proportionalität zwischen der trägen Masse m_t (mit $\vec{F} = m_t \vec{a}$) und der schweren Masse m_s (mit $\vec{F}_g = m_s \vec{g}$). Wir wollen nun annehmen, dass es diese Proportionalität nicht gibt.

- Stellen Sie die Bewegungsgleichung des freien Falls mit Unterscheidung von träger und schwerer Masse auf und lösen Sie sie. Bestimmen Sie die Dauer eines freien Falls mit Ausgangsgeschwindigkeit 0 aus der Höhe h .

b) Um $m_s = m_t$ über den freien Fall zu testen, berechnen wir die Abweichung

$$\delta t = t_{(m_s=m_t)} - t_{(m_s \neq m_t)} \quad (3)$$

indem wir

$$\frac{m_t}{m_s} = 1 + \epsilon$$

einsetzen und Gleichung (3) bis zur erster Ordnung von ϵ entwickeln. Schätzen Sie die Messgenauigkeit eines solchen Versuchs, wenn man einen Fehler von 0.1s bei der Zeitmessung erwartet. Gehen Sie von einem Versuch aus der Höhe $h = 1$ aus.

6. Stokessche Reibung

3+2=5 Punkte

Ein kleines Stahlkugelchen fällt unter dem Einfluss der Schwerkraft aus der Ruhe in einem mit Öl gefüllten Zylinder. Aufgrund der hohen Viskosität des Öls erfährt das Kugelchen eine Stokessche Reibungskraft $\vec{F}_S = -\gamma\vec{v}$.

- a) Stellen Sie eine geeignete Bewegungsgleichung auf und lösen Sie diese.
- b) Diskutieren Sie das Ergebnis in den Grenzfällen kleiner (*Taylor-Entwicklung bis zur erster Ordnung*) und großer Zeiten ($t \rightarrow \infty$).