

Übungen zu Physik I, Hausübung 4

Dozenten: Prof. Dr. Herbert Pfnür, Prof. Dr. Luis Santos

Übungsleiter: Tammo Block, Markus Otto, Jochen Zahn

Abgabe: Dienstag, 3.11.2009 vor der Vorlesung

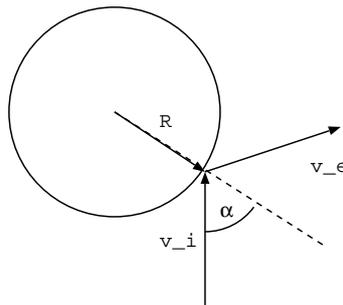
[H14] Luftwiderstand (0,5 + 0,5 + 1 + 0,5 + 0,5 = 3 Punkte)

- Bestimmen Sie über eine Dimensionsanalyse die Einheiten der Konstanten b in der Gleichung $F_R = b|v|^n$ mit $n = 1$ und $n = 2$.
- Newton zeigte, dass der Luftwiderstand eines fallenden Körpers mit kreisförmiger Querschnittsfläche (Fläche quer zur Bewegungsrichtung) näherungsweise durch $F_R = \frac{1}{2}\rho\pi r^2 v^2$ gegeben ist (ρ ist die Dichte des Mediums). Zeigen Sie, dass dies mit Teilaufgabe a) in Einklang steht.
- Leiten Sie daraus die stationäre Endgeschwindigkeit ($\dot{v} = 0$) her.
- Ein Fallschirmspringer (bzw. sein Fallschirm) kann als Kreisfläche mit einem Radius von ca. 0,30 m (bzw. 5 m) angenommen werden. Wenn die Luftdichte in der Nähe der Erdoberfläche $1,20 \text{ kg/m}^3$ und die Masse des Springers (incl. Schirm) $80,0 \text{ kg}$ ist, welche Geschwindigkeiten werden dann jeweils mit und ohne Schirm erreicht?
- Einem Sprung aus welcher Höhe (ohne Reibung) entsprechen jeweils diese beiden Geschwindigkeiten?

[H15] Elastischer Stoß (0,5 + 0,5 + 1 = 2 Punkte)

Ein kugelförmiges Teilchen bewege sich mit konstanter Geschwindigkeit \vec{v}_i in einer Ebene, auf der ein Zylinder mit Radius R senkrecht steht. Das Teilchen wird am Zylinder elastisch reflektiert, so dass es Geschwindigkeit \vec{v}_e mit $|\vec{v}_e| = |\vec{v}_i|$ hat.

- Zeige, dass $\vec{v}_e = \vec{v}_i + c\vec{R}$ gilt (mit einer Konstanten c). (Hinweis: In welche Richtung wirkt die beim Stoß übertragene Kraft? Welche Komponente von \vec{v}_i wird reflektiert?) Bestimme c in Abhängigkeit von $|\vec{v}_i|$, R und α .
- Beweise daraus das Stoßgesetz (Einfallswinkel = Ausfallswinkel).
- Vergleiche den Drehimpuls $\vec{L} = m\vec{r} \times \vec{v}$ für die Flugbahn zum und vom Zylinder.



[H16] Bungee-Sprung (1 + 1 + 1 = 3 Punkte)

Von dem Aussichtsturm aus H10 wollen wir einen Bungee-Sprung machen. Kurz vor dem Sprung bekommen wir kalte Füße und wollen sichergehen, dass das Seil korrekt gewählt wurde. Wir springen aus $h = 140\text{m}$, wiegen $m = 75\text{kg}$; das Seil habe eine Federkonstante von $\kappa = 100\text{N/m}$ und ist im ungedehnten Zustand $l = 80\text{m}$ lang (für Ausdehnungen $l' > l$ gilt dann die potentielle Energie $P(l') = \frac{\kappa}{2}(l' - l)^2$).

- Wie nah würden wir dem Boden kommen? (Tipp: Wenn der Fall nicht durch einen Aufprall unterbrochen wird, so ist die Geschwindigkeit am tiefsten Punkt genau Null. Warum?)
- Wie groß wäre die maximale Kraft, die das Seil auf uns ausübt (als Vielfaches von g)?
- Wie groß wäre unsere maximale Geschwindigkeit?

Bitte wenden!

[H17] Potenzial**(1 + 0,5 + 0,5 = 2 Punkte)**

- (a) Ein Testteilchen in unserem Labor bewege sich in folgendem Potenzial:

$$V(\vec{r}) = y^2 e^{-ax^4 + y^2 \sin(\gamma z)}$$

Gebe die Kraft $\vec{F}(\vec{r})$ an, die auf unser Teilchen am Ort \vec{r} wirkt. Bestimme die Divergenz dieses Feldes.

- (b) Wir bewegen das Teilchen auf der Raumkurve

$$\vec{r}(t) = (e^{-bt^2}, \sin(\omega t), c + c't^2)$$

durch das Potenzial. Gebe den Geschwindigkeitsvektor $\vec{v}(t)$ an.

- (c) Wie schnell ändert sich das Potenzial entlang der Bahnkurve? (Berechne $\frac{d}{dt} V(\vec{r}(t))$.)

Bitte geben Sie auf dem Lösungsblatt Ihre Studienrichtung an!