

## Übungsblatt 6

### Besprechung am 05.12.2017 / 07.12.2017

#### Aufgabe 1

**Gemini VIII.** Nach dem Flug des Sputnik-Satelliten entwickelte sich schnell ein Wettlauf ins Weltall. John F. Kennedy verkündete 1962, die USA werden noch vor 1970 einen Menschen auf den Mond bringen. Dazu waren Technologien notwendig, die im Gemini-Programm erprobt werden sollten. Das Aneinanderkoppeln von Raumfahrzeugen übernahm Neil Armstrong. Er war damit nicht nur der erste Mensch, der seinen Fuß auf den Mond setzte, sondern war auch zusammen mit David Scott der erste, dem es gelang, an Bord von Gemini VIII im Orbit um die Erde zwei Raumfahrzeuge zu docken. (Nützliche Größen:  $m_{\text{Gemini}} = 3,8 \text{ t}$ ,  $m_{\text{GATV}} = 1,9 \text{ t}$ )

- Gemini VIII dockte am 16. März 1966 an das Gemini-Agena Target Vehicle (GATV) an. Dabei näherte sich Gemini VIII mit  $0,3 \text{ m/s}$ . Wir wählen unsere Koordinaten so, dass vor dem Docken  $v_{\text{GATV}} = 0$  gilt. Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Gespanns nach dem Docken, unter der Annahme, dass sich das Gespann nach dem Docken als eine Einheit weiterbewegt (d.h. vollständig inelastischer Stoß).
- Berechnen Sie die kinetischen Energien der Raumkapseln vor dem Docken und des Gespanns nach dem Docken. Sie kennen die Energieerhaltung als fundamentales Prinzip in der Physik. Wie erklären Sie Ihre Ergebnisse?
- Stellen wir uns vor, Gemini VIII hätte sich mit  $1 \text{ m/s}$  genähert, so dass die Verriegelung versagt hätte. Gehen Sie von einem elastischen Stoß aus und berechnen Sie die Geschwindigkeiten.

#### Aufgabe 2

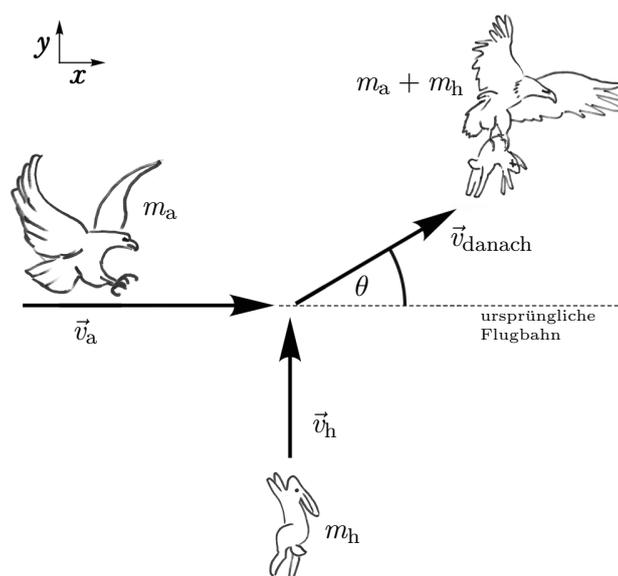


Abbildung 1: Skizze des Beutefangs, Draufsicht. Tierbilder symbolisch.

**Steinadler und Schneehase.** In freier Wildbahn war es möglich, einen Steinadler bei der Jagd auf einen Schneehasen aus mehreren Blickwinkeln zu filmen. Der Adler packte den genau senkrecht

zur Flugbahn laufenden Hasen und flog mit diesem zunächst annähernd waagrecht weiter. Aus den Videoaufnahmen ließen sich die Geschwindigkeit des Adlers  $\vec{v}_a$  und des Hasen  $\vec{v}_h$  vor, und die Richtung der Geschwindigkeit des Adlers mit dem Hasen  $\vec{v}_{\text{danach}}$  nach dem Jagderfolg bestimmen. Der Adler wurde dabei um den Winkel  $\theta$  von seiner Flugbahn abgelenkt. Die Masse des Beutetieres  $m_h$  war vorher bekannt. Wir wollen damit die Masse des Adlers bestimmen, indem wir beide als Punktmassen annähern und eventuelle weitere Flugmanöver des Adlers vernachlässigen.

- Stellen sie eine Vektorgleichung für die Impulse dieser Situation auf. Orientieren Sie sich an der Skizze in Abbildung 1.
- Finden Sie einen Ausdruck für die Masse des Steinadlers  $m_a$ , wenn der Betrag  $|\vec{v}_{\text{danach}}|$  zunächst unbekannt, aber  $\theta$  bekannt ist.  
*Tipp:* Stellen Sie Gleichungen für die Impulserhaltung in  $x$  und  $y$  auf, die den Betrag  $|\vec{v}_{\text{danach}}|$  und den Winkel  $\theta$  (in geeigneten trigonometrischen Funktionen) beinhalten. Eliminieren Sie  $|\vec{v}_{\text{danach}}|$  mit den Gleichungen der  $x$ - und  $y$ -Komponenten.
- Berechnen Sie  $m_a$  für  $m_h = 3,0$  kg,  $v_h = 30$  km/h,  $v_a = 80$  km/h und  $\theta = 11^\circ$

### Aufgabe 3

**Die Geminiden.** In der Zeit zwischen dem 4. Dezember und dem 17. Dezember können (gutes Wetter vorausgesetzt!) in den Nächten ungewöhnlich viele Sternschnuppen gesehen werden, die meisten dabei im Zeitraum um den 14. Dezember. Unter dunklem Himmel, fern ab der Großstadt, können Sie bis zu 120 Sternschnuppen pro Stunde sehen. Ursprung dieser Staubteilchen, die in unsere Atmosphäre eintreten und dabei beeindruckende Leuchterscheinungen am Himmel hervorrufen, ist ein Asteroid, welcher wie die Planeten die Sonne umkreist und vermutlich durch eine Kollision dieses Material verloren hat. Die Staubteilchen befinden sich auf einer ähnlichen Umlaufbahn wie der Asteroid.

Betrachten wir den Asteroiden und die Sonne als isoliertes System, können wir die Gesamtenergie in diesem System schreiben als

$$E_{\text{ges}} = E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{r} = \text{const.}$$

- Berechnen Sie die Größe  $E_{\text{ges}}/m$  für den Asteroiden, wenn er in seiner maximalen Entfernung zur Sonne von 2,40 AE eine Geschwindigkeit von 6,44 km/s besitzt. *Hinweis:*  $M_{\text{Sonne}} = 1,989 \cdot 10^{30}$  kg;  $G = 6,67408 \cdot 10^{-11}$  m<sup>3</sup> kg<sup>-1</sup> s<sup>-2</sup> ; 1 AE = 1,495979 · 10<sup>11</sup> m (AE = Astronomische Einheit, Abstand Erde-Sonne)
- Leiten Sie einen Ausdruck für  $v$  her. Benutzen Sie  $\frac{GMm}{2E_{\text{ges}}} = -a$  um Ihren gefundenen Ausdruck umzuschreiben;  $a$  ist hier die große Halbachse der Umlaufbahn. Wie groß ist  $a$  für diesen Asteroiden?  
*Hinweis:*  $a$  ist in diesem Fall keine Beschleunigung. Machen Sie den Einheitencheck.  
*Tipp:* Stellen sie die gegebene Gleichung nach  $v$  um und versuchen sie durch geschicktes Umformen unter der Wurzel, einen Ausdruck für  $1/a$  zu erreichen.
- Wie schnell ist er, wenn er im Abstand von 0,14 AE der Sonne am nächsten ist? Vergleichen Sie die Geschwindigkeit mit der Geschwindigkeit in 2,4 AE Entfernung: Welches Keplersche Gesetz finden sie hier wieder?
- Die Staubteilchen, welche Sternschnuppen verursachen, haben typischerweise eine Masse zwischen 2 mg und 2 g. Die der Geminiden treten mit etwa 35 km/s in die Atmosphäre der Erde ein. Berechnen Sie die kinetische Energie, welche ein 1 g schweres Teilchen mit 35 km/s besitzt. Finden Sie einen Alltagsvergleich (bspw. ein Auto) mit derselben kinetischen Energie.