

Physik I

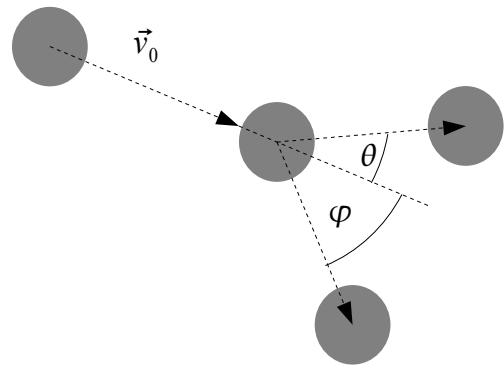
Übungsaufgaben, Blatt 4

20. In einem kräftefreien Raum befinde sich ein kleines Teilchen der Masse m innerhalb einer homogenen flüssigen Kugel mit Radius R und Masse M , im Abstand r vom Zentrum der Kugel.

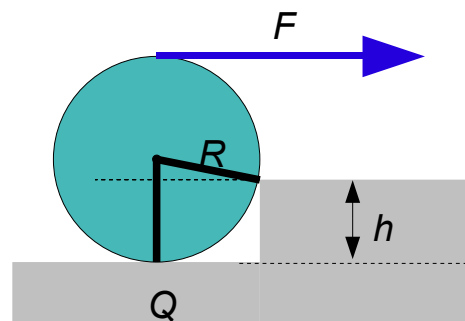
Erinnerung: Das Gravitationsgesetz hat die Form $\vec{F}(\vec{r}) = -\gamma \frac{mM}{r^2} \vec{e}_r$ mit $r = |\vec{r}|$, $\vec{e}_r = \frac{\vec{r}}{r}$.

- (a) Zeigen Sie, daß die potentielle Energie die Form $E_{pot} = \gamma \frac{mM}{2R^3} r^2 - 3\gamma \frac{mM}{2R}$ hat (Herleitung!).
- (b) Wieviel Arbeit muß aufgebracht werden, um ein Teilchen von der Oberfläche der flüssigen Kugel zu ihrem Zentrum zu bringen?

21. Ein Proton stößt elastisch mit einem zweiten Proton zusammen, das sich ursprünglich nicht bewegt hat. Das erste Proton hat eine Anfangsgeschwindigkeit von $v_0 = 3.5 \cdot 10^5 \text{ m/s}$. Es ist ein schiefer zentrischer Stoß, denn nach dem Stoß fliegt ein Proton unter dem Winkel von $\theta = 37^\circ$ bzgl. der Anfangsgeschwindigkeit davon, während dessen das andere Proton unter dem Winkel φ davonfliegt. Bestimmen Sie die jeweilige Endgeschwindigkeit der Protonen, sowie den Winkel φ .



22. Ein Zylinder mit dem Gewicht w und dem Radius R soll eine Stufe der Höhe h hochgezogen werden. Um den Zylinder ist ein Seil gewickelt, es wird horizontal an dem Zylinder gezogen (parallel zur Erdoberfläche). Welche Zwangskraft übt die momentane Drehachse (Auflagepunkt der Stufe) auf den Zylinder aus?



23. Ein 55,0 kg schweres Mädchen steht auf einem Holzbrett mit der Masse von 150 kg. Das Holzbrett liegt auf einem gefrorenen See, der eine flache, reibungsfreie Oberfläche darstellt. Das Mädchen beginnt mit einer Geschwindigkeit von 1.5 m/s (relativ zum Holzbrett!) auf dem Holzbrett zu gehen.
- (a) Wie schnell bewegt sich das Mädchens relativ zur Eisoberfläche?
- (b) Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich das Holzbrett auf der Eisoberfläche.

24. Eine Leiter lehnt unter dem Winkel φ an einer glatten, senkrechten Wand (reibungsfrei, Wandhöhe $b=10\text{m}$, Abstand Wand/Leiter-Auflagepunkt am Boden a , $a/b=\tan\varphi$). Die Haftreibungszahl am Boden ist $\mu_0=0.4$. Die Leiter sei 5kg schwer. Wie groß darf der Winkel φ höchstens sein, damit die Leiter nicht anfängt zu rutschen, und flach liegt?
25. Sie sitzen in ihrem Raumschiff (Inertialsystem) und betrachten einen Kometen, der sich mit der Geschwindigkeit v_1 entlang ihrer x-Achse bewegt. Aufgrund ihrer hochentwickelten Technologie sind Sie in der Lage die Physik kurzzeitig zu überlisten und ihr Raumschiff instantan auf die konstante Geschwindigkeit v zu bringen, ohne beschleunigen zu müssen (diese Bewegung verläuft ebenfalls entlang der x-Achse!). Rechnen Sie relativistisch und zeigen Sie, dass Sie als Geschwindigkeit des Kometen nun

$$v' = \frac{v_1 - v}{1 - \frac{v \cdot v_1}{c^2}}$$

messen. Welche Geschwindigkeit messen Sie im Grenzfall $v \ll c$?

Hinweis: Es ist sinnvoll, zunächst die Bewegungsgleichung des Kometen im ruhenden System aufzuschreiben, dann dessen Koordinaten im bewegten Bezugssystem (Lorentz-Transformation) zu ermitteln und abschließend die Definition für die Geschwindigkeit zu benutzen (selbstverständlich nebst Kettenregel!).