
Theoretische Physik I (Lehramt) – Blatt 4

Wintersemester 2022/23

Webpage: http://www.thp.uni-koeln.de/~rk/tp1_22.html/

Abgabe: bis **Mittwoch, 9.11.22, 10:00** in elektronischer Form per ILIAS unter https://www.ilias.uni-koeln.de/ilias/goto_uk_crs_4872329.html

15. Zur Diskussion: Zweikörperproblem

0 Punkte

- Was versteht man unter der *reduzierten Masse* μ ? Wozu dient sie?
- Wie lauten die Bewegungsgleichungen von Schwerpunkt- und Relativkoordinaten?
- Weshalb bewegt sich der Relativvektor $\vec{r}(t)$ in einer Ebene?
- Wie lautet die Azimutalgleichung?
- Was besagt der Flächensatz?
- Wie kann die Energie der Relativbewegung mittels $r(t)$ und $\dot{r}(t)$ dargestellt werden?

16. Potenzialstufe

1+2+4+3=10 Punkte

Ein Teilchen der Masse m bewegt sich in der xy -Ebene unter einer konservativen Kraft mit Potenzial

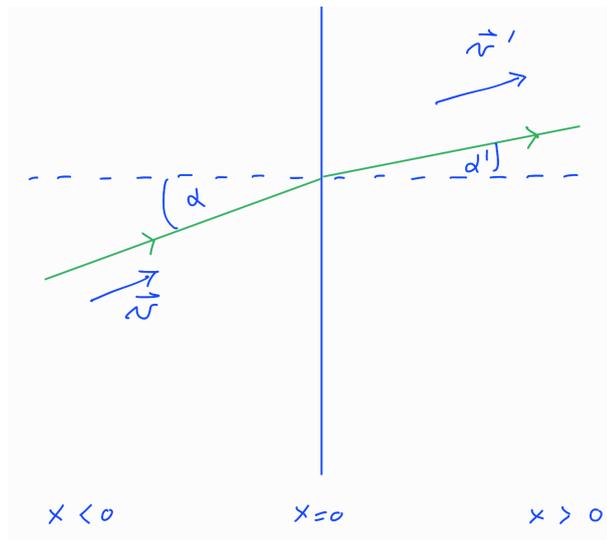
$$U_\varepsilon(x, y) = \begin{cases} 0 & : x < 0 \\ -\frac{mu}{\varepsilon}x & : 0 \leq x \leq \varepsilon \\ -mu & : \varepsilon < x \end{cases} .$$

Hierbei sind ε und u positive Konstanten geeigneter Dimension.

- Beschreiben Sie in Worten die auf das Teilchen wirkende Kraft.
- Begründen Sie, dass neben der Energie auch die y -Komponente des Impulses eine Erhaltungsgröße ist.
- Wir betrachten ab jetzt die Potenzialstufe $U_\varepsilon(x, y)$ im Grenzfall $\varepsilon \rightarrow 0$. Das Teilchen, aus dem Bereich $x < 0$ kommend, trifft auf die Stufe (bei $x = 0$) unter einem Einfallswinkel α und mit einer Geschwindigkeit vom Betrag v . Es verlässt die Stufe unter einem Ausfallswinkel α' mit einer Geschwindigkeit vom Betrag v' (vgl. Skizze). Zeigen Sie, dass

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \alpha'} = \frac{v'}{v} = \sqrt{1 + \frac{2u}{v^2}} .$$

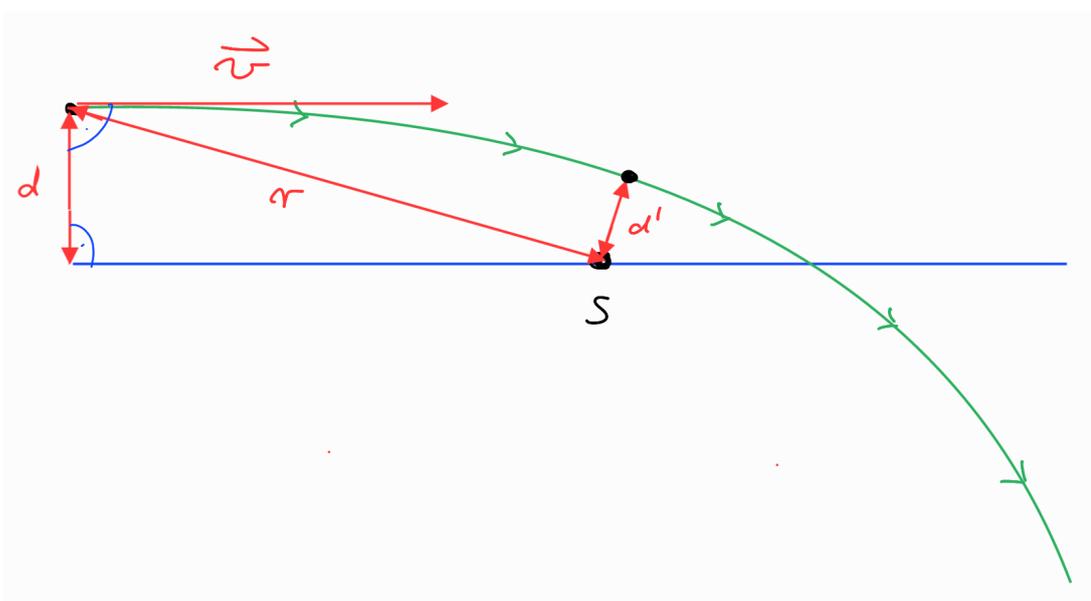
- Analysieren Sie nun den Fall eines aus dem Bereich $x > 0$ kommenden und auf die Stufe treffendes Teilchens. Kann das Teilchen immer die Stufe passieren oder kann es auch zu einer Reflexion kommen? Wie verhalten sich dabei jeweils Einfalls- und Ausfallswinkel?



17. Minimaler Abstand

10 Punkte

Ein Himmelskörper geringer Masse $m \ll m_E$ nähert sich der Sonne (Masse m_E) auf der skizzierten Bahn. Geschwindigkeitsbetrag v , Abstand r und der Parameter d seien gegeben. In welchem Abstand d' wird er die Sonne passieren?



18. Gravitation

10 Punkte

Angenommen, die Gravitationskraft der Sonne (ortsfest in O) auf die Erde wäre umgekehrt proportional zur vierten Potenz des Abstandes, d.h. $\vec{F}(\vec{r}) = -\frac{\beta}{r^4} \hat{r}$. Skizzieren Sie das effektive Potential zu dieser Kraft und diskutieren Sie qualitativ mögliche Bahnen der Erde. Sind die Bahnen eben? Gilt der Flächensatz? Ist eine Kreisbahn möglich? Wenn ja, wäre sie stabil gegen Störungen?