

## Übungen zur Klassischen Theoretischen Physik I WS 19/20

Prof. Dr. A. Shnirman  
PD Dr. B. NarozhnyBlatt 12  
Besprechung 24.01.2020**1. Gravitation I:** (15 Punkte)

Zwei Satelliten bewegen sich um die Erde in einer gemeinsamen Ebene auf kreisförmigen Bahnen. Der Radius der Umlaufbahn des einen Satelliten beträgt  $r = 7000$  km, während der Radius des anderen Satelliten um  $\delta r = 70$  km kleiner ist. Der Abstand der beiden Satelliten ist eine periodische Funktion der Zeit. Bestimmen Sie die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden minimalen Abständen.

**2. Gravitation II:** (15 Punkte)

Auf dem Pol der Erde wird einem Körper die Geschwindigkeit  $v_0$  in vertikaler Richtung nach oben vermittelt. Unter der Annahme, dass der Radius der Erde und die Freifallbeschleunigung auf ihrer Oberfläche bekannt sind, finden Sie die Höhe, bis zu der der Körper aufsteigen wird.

Der Luftwiderstand ist dabei zu vernachlässigen.

**3. Runge-Lenz-Vektor:** (20 Punkte)

Der Vektor

$$\mathbf{A} = \dot{\mathbf{r}} \times \mathbf{L} + V(r)\mathbf{r},$$

wird als zum Zentralpotential  $V(r)$  gehörigen Runge-Lenz-Vektor bezeichnet (hier  $\mathbf{L}$  Drehimpuls sei).

(a) Zeigen Sie, dass für das Potential

$$V(r) = -\frac{\alpha}{r}, \quad \alpha > 0,$$

der Runge-Lenz-Vektor eine Erhaltungsgröße ist.

(b) Berechnen Sie den Betrag von  $\mathbf{A}$ .

(c) Stellen Sie mit Hilfe des Runge-Lenz-Vektors die Bahngleichung in der Form

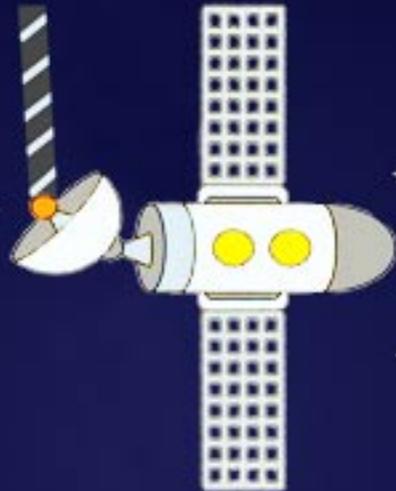
$$\frac{1}{r} = \frac{1}{k} (1 + \epsilon \cos \varphi),$$

auf, wobei  $\varphi$  der Winkel zwischen  $\mathbf{A}$  und  $\mathbf{r}$  ist. Drücken Sie die Parameter  $k$  und  $\epsilon$  durch die Masse  $m$ , die Konstante  $\alpha$ , die Gesamtenergie  $E$  und den Drehimpuls  $L$  aus.

*Hinweis:* Diskutieren Sie den Skalar  $\mathbf{A} \cdot \mathbf{r}$ .



# KEEP CALM



IT'S NOT  
**ROCKET SCIENCE**

**WAS?** Just a quantum bit of Rocket Science - ein Vortrag von Prof. Shnirman für jedermann.

**WANN?** Mittwoch, 15.01.  
17:30 Uhr

**WO?** Gaede Hörsaal  
im Flachbau

eine Veranstaltung des  
Mentorenprogramms