



## 6. Übung

1. *Direktflug Erde-Uranus*

- Der Start eines Raumschiffes zu einem äusseren Planeten sollte *in Richtung* des Erdumlaufs um die Sonne erfolgen. - Warum?
- Die Flugbahn sei eine KEPLERellipse um die Sonne, in deren Perihel die Erde und in deren Aphel der Uranus liege. Stellen Sie die Bahngleichung auf.
- Bestimmen Sie die notwendige Einschussgeschwindigkeit  $v_p$  ins Perihel der Ellipsenbahn sowie die Flugdauer  $\tau$  zum Uranus.

*Hinweise:* Radius der Erdbahn:  $R_E = 1.5 \cdot 10^8 \text{ km} \equiv 1 \text{ AU}$  (Astronomic Unit)

Radius der Uranusbahn:  $R_U = 19.2 \text{ AU}$ .

## 2. Eine Rakete befinde sich in der Startphase und bewege sich senkrecht nach oben im (als konstant angenommenen) Schwerfeld der Erde. Es seien:

$m(t)$	momentane Masse der Rakete
$\mu = -\frac{dm(t)}{dt} > 0$	Massenabnahme pro Zeit
$v(t)$	Geschwindigkeit der Rakete
$v_g$	(Betrag der) Austrittsgeschwindigkeit der Verbrennungsgase
$\rho_g$	Dichte der austretenden Verbrennungsgase
$A$	Düsenfläche

- Wie lautet die Bewegungsgleichung der Rakete?  
Welcher Zusammenhang besteht zwischen  $\mu$  und  $v_g$ ?
- Finden Sie  $v(t)$  unter der Annahme, dass  $v_g$  und  $\mu$  konstant sind ( $v(0) = 0$ ).  
Unter welcher Bedingung ist  $v(t) > 0$  in der Startphase?

3. Es werde (in Erweiterung der Vorlesung) eine Potentialkraft betrachtet, die *explizit zeitabhängig* ist gemäss  $\vec{F}(\vec{r}, t) = -\frac{\partial V(\vec{r}, t)}{\partial \vec{r}}$ . Ein Teilchen (Masse  $m = \text{const}$ ) bewegt sich in diesem Kraftfeld.

Was kann über die Gültigkeit des Energiesatzes ausgesagt werden?

**Hausaufgabe (Abgabe in Vorlesung am 14.5.)**

Eine Punktmasse bewegt sich unter dem Einfluss einer konservativen Zentralkraft auf der Bahn:  $r(\varphi) = ae^{-\varphi/\alpha}$ , ( $a, \alpha = \text{const.}$ ). Skizzieren Sie die Bahnkurve. Wie lautet das Kraftgesetz  $\vec{F}(\vec{r})$ ? Bestimmen Sie  $\varphi(t)$  ( $\varphi(0) = 0$ ) und  $r(t)$ .

*Hinweis:* Nutzen Sie die Erhaltungssätze.