

Übungsblatt 1 Abgabe: 30.10.02	Theoretische Physik (für Physiker): Mechanik	Prof. Dr. H.-J. Kull Theoretische Physik A Laserphysik
--------------------------------------	--	--

- (G1) Beim Abwurf eines Tennisballs sei dessen Geschwindigkeit  $v_0 = 25$  m/s. Welche maximale Höhe bzw. Weite kann der Ball erreichen? Die Schwerebeschleunigung sei  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>, der Luftwiderstand sei vernachlässigbar.
- (G2) Ein Wasserstoffatom werde durch ein zeitabhängiges elektrisches Feld,  $E(t) = E_0 e^{-\gamma t} \sin(\omega t)$  zum Zeitpunkt  $t = t_0$  ionisiert. Bestimmen Sie die kinetische Energie des Elektrons nach dem Abklingen des Feldes ( $t \rightarrow \infty$ ) unter der Annahme, daß das Elektron mit der Anfangsgeschwindigkeit  $v(t_0) = 0$  freigesetzt wird und danach im elektrischen Feld beschleunigt wird. Für welche Ionisationszeitpunkte  $t_0$  wird im Grenzfall  $\gamma \ll \omega$  die maximale Energie aufgenommen? Welche Bedingung muß das elektrische Feld einer Lichtwelle erfüllen, damit der Einsteinsche Photoeffekt ( $mv^2/2 = \hbar\omega - E_0$ ,  $E_0$ : Ionisierungsenergie) beobachtbar ist?
- (G3) Ist es möglich, daß die Bahnkurve einer Bewegung in der Ebene mit einer differenzierbaren Abbildung  $t \rightarrow \mathbf{r}(t)$  die gezeigte Form besitzt? Ist es möglich, daß die Beschleunigung wie gezeigt gerichtet ist?

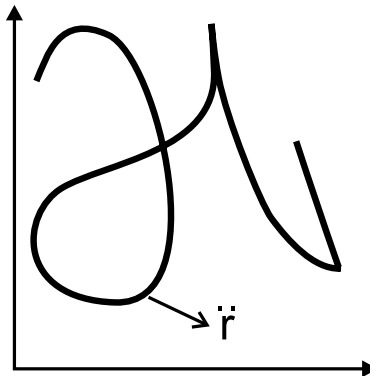


Abbildung 1: Ebene Bahnkurve

- (H1) Ein Stein werde zur Zeit  $t = 0$  aus seiner Ruhelage losgelassen und falle danach im konstanten Schwerfeld,  $\mathbf{g} = -g\mathbf{e}_z$ , nach unten. Der Luftwiderstand werde durch eine Kraft,

$$\mathbf{R} = -mv\mathbf{v}/l, \quad m: \text{Masse}, l: \text{Konstante}$$

dargestellt, die zur kinetischen Energie proportional und entgegengesetzt zur Geschwindigkeit gerichtet ist. Bestimmen Sie die Fallgeschwindigkeit als Funktion der Zeit.

- (H2) Ein Stein mit der Masse  $m$  fällt aufgrund der Schwerkraft

$$G = -mg\frac{a^2}{r^2}$$

( $g$ : Schwerebeschleunigung an der Erdoberfläche,  $a$ : Erdradius,  $r$ : Abstand vom Erdmittelpunkt) aus einer Höhe  $h$  herab. Welche Geschwindigkeit hat er beim Aufprall auf die Erdoberfläche bei Vernachlässigung des Luftwiderstandes? Geben Sie für den Grenzfall  $h \ll a$  eine Näherungsformel an, indem Sie bis zur linearen Ordnung in dem kleinen Parameter  $h/a$  entwickeln.

- (H3) Nach dem Hubble-Gesetz entfernen sich Galaxien von der Erde mit einer Geschwindigkeit, die proportional zu ihrem Abstand ist,  $v = H(t)r$ , wobei  $H$  heute den Wert  $H_0 \approx 2,4 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$  besitzt.
- Bei welchem Abstand erreicht die Fluchtgeschwindigkeit die Lichtgeschwindigkeit ( $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ )?
  - Bestimmen Sie  $H(t)$  so, daß eine sich von uns entfernende Galaxie unbeschleunigt ist und zu allen Zeiten dem Hubble Gesetz genügt.
  - Wann befand sich die Galaxie bei  $r = 0$ ?