

ÜBUNGEN ZUR  
PHYSIK I UND EINFÜHRUNG IN DIE THEORETISCHE PHYSIK<sup>1</sup>  
SOMMERSEMESTER 2007

– BLATT 9 –

*Shaukat Khan, Bernd Kniehl, Robert Klanner, Jörg Roßbach*  
*Besprechung am 25.06.2007*  
*Abgabe am 28.06.2007*

*Maximal drei Teilnehmer/innen können eine gemeinsame Lösung einreichen.*

**Aufgabe 1: BOJE (3 Punkte)**

Eine zylindrische Boje, Höhe  $h = 1$  m, Radius  $r = 0,1$  m, taucht zur Hälfte in Wasser ein. Der Schwerpunkt ist in der Nähe des Bodens.

- a) Welche Arbeit muss aufgebracht werden, um die Boje aus dem Wasser zu heben?
- b) Mit welcher Frequenz schwingt die Boje im Wasser?

**Aufgabe 2: WASSERFONTÄNE (3 Punkte)**

Ein Wahrzeichen der Stadt Genf ist der Jet d'Eau, ein Wasserstrahl, der von einer Mole im Genfer See aus 130 m hoch über den Seespiegel aufsteigt.

- a) Wie lange benötigt das Wasser vom Austritt aus der Düse bis zum Auftreffen auf der Seeoberfläche?  
(Geben Sie einen unteren Grenzwert an, indem Sie die Reibung des Wasserstrahls und der Tropfen in der Luft vernachlässigen.)
- b) Mit welcher Geschwindigkeit verlässt das Wasser die Düse? (unter den vereinfachenden Annahmen wie in a))
- c) Benutzen Sie die BERNOULLI-Gleichung, um den Druck zu berechnen, mit dem das Wasser durch die Düse gedrückt werden muss.
- d) Der Wasserstrahl hat eine "Stromstärke" von 500 l/s. Wie viel Wasser "sieht" man auf einem Momentbild der gesamten Fontäne? Welchen Durchmesser hat der Strahl an der kreisförmigen Düsenmündung?
- e) Welche Leistung (in kJ/s d.h. kW) muss der Motor der Druck erzeugenden Pumpe (mindestens) aufbringen?
- f) Zum Vergleich: Die Alsterfontäne spritzt  $\approx 60$  m hoch bei einer Pumpleistung von  $\approx 100$  kW. Wie lauten dementsprechend die in a) – c) gefragten Größen sowie der Wasserdurchsatz (in l/s), die momentan in der Fontäne enthaltene Wassermenge und der Düsendurchmesser?

---

<sup>1</sup> Im Netz unter: <http://adweb.desy.de/~klanner/Lehre/SS07/PhysikI.html>

### Aufgabe 3: GEDÄMPFTE SCHWINGUNGEN (3 Punkte)

Eine Masse  $m_0 = 5$  kg vollführt an einer Feder praktisch ungedämpfte Schwingungen mit  $T_0 = 1$  s. Nach Einschalten einer geschwindigkeitsproportionalen Dämpfung sinkt die Amplitude innerhalb von 10 vollständigen Oszillationen von 20 cm auf 10 cm.

- Wie groß sind die Federkonstante  $D$  und die Dämpfungskonstante  $\delta = \frac{k}{2m}$  ?
- Wie lautet demnach die Bewegungsgleichung, wenn man die Koeffizienten von  $\frac{d^2x}{dt^2}$ ,  $\frac{dx}{dt}$  und  $x$  in MKS-Einheiten angibt?
- Welche Schwingungsdauer besitzt das gedämpfte System?
- Nach wie viel vollständigen Oszillationen ist die Amplitude von anfänglich 20 cm auf 2,5 cm abgesunken?
- Wie groß ist der Energieverlust pro Sekunde infolge Dämpfung anfangs?
- Welche Güte  $Q$  besitzt das System?

### Aufgabe 4: BEWEGUNGSINTEGRALE (3 Punkte)

Die Bahnkurve  $\vec{r}(t)$  eines Massenpunktes werde beschrieben durch die Differentialgleichung  $\dot{\vec{r}} = \vec{\omega} \times \vec{r}$  mit einem zeitlich konstanten Vektor  $\vec{\omega}$ . Zeigen Sie, dass die folgenden Größen zeitlich konstant sind:

- der Betrag des Vektors  $\vec{r}$ ,
- die Projektion von  $\vec{r}$  auf  $\vec{\omega}$  und
- der Betrag der Bahngeschwindigkeit  $\dot{\vec{r}}$ .

Schließen Sie hieraus auf die Form der Bewegung.