

Nachhol-Semestralklausur zur Experimentalphysik 1

2. April 2008

Aufgabe 1 (6 Punkte) Bestimmen Sie die notwendige Abschussgeschwindigkeit v_a einer Sonde, die den Punkt auf der direkten Verbindungslinie zwischen Erde und Mond erreichen soll, an dem sich die Beiträge zur Schwerkraft gerade aufheben ("abarischer Punkt"). Mit welcher Geschwindigkeit schlägt die Sonde auf der Mondoberfläche auf, wenn sie mit einer beliebigen Geschwindigkeit $v_0 > v_a$ entlang der direkten Verbindungslinie abgeschossen wird?

Hinweis: Vernachlässigen Sie den Luftwiderstand. Vernachlässigen Sie ebenfalls die Rotation der Erde um ihre Achse und die Rotation des Mondes um die Erde.

Aufgabe 2 (6 Punkte) Beim Stoß eines Teilchens mit der Masse m_1 und der Geschwindigkeit v_1 gegen ein ruhendes Teilchen der Masse m_2 kann nicht die gesamte kinetische Energie in innere Energie umgewandelt werden.

- (a) Welcher Bruchteil der kinetischen Energie wird bei total inelastischer Kollision umgewandelt?
- (b) Zeigen Sie, dass dieser Bruchteil der kinetischen Energie gleich der anfänglichen kinetischen Energie im Schwerpunktsystem ist.

Aufgabe 3 (6 Punkte) Ein Kind mit der Masse $m = 20$ kg springt aus der Höhe $h = 1$ m auf ein Bett. Es soll näherungsweise bestimmt werden, welche maximale Kraft dabei auf die Matratze ausgeübt wird. Gehen Sie dazu folgendermaßen vor:

- (a) Stellen Sie die Bewegungsgleichung für das Matratze-Kind-System auf, indem Sie die Matratze als eine masselose Feder mit der Federkonstanten $k = 100$ N/cm und das Kind als einen Massenpunkt idealisieren.
- (b) Lösen Sie die Bewegungsgleichung mit der korrekten Anfangsbedingung und ermitteln Sie aus der Lösung die maximale Kompression der Feder und die zugehörige maximale Kraft.
- (c) Bestimmen Sie die maximale Kompression der Feder auf eine zweite, einfachere Weise – ohne die Bewegungsgleichung aufzustellen und zu lösen.

Aufgabe 4 (6 Punkte) Ein massiver Zylinder mit der Masse 2,0 kg und dem Radius 4,0 cm kann um seine horizontal liegende Symmetrieachse rotieren. Eine Schnur wird um den Zylinder gewickelt und eine Masse von 150 g angehängt. Bestimmen Sie die lineare Beschleunigung der Masse, die Winkelbeschleunigung des Zylinders, die Spannung in der Schnur und die vertikale Kraft, die den Zylinder trägt.

Hinweis: Das Trägheitsmoment eines Vollzylinders um seine Symmetrieachse beträgt $\frac{1}{2}Mr^2$.

Aufgabe 5 (6 Punkte) In einem Trichter wird die Höhe $h = 11,5$ cm einer Flüssigkeit oberhalb der Trichteröffnung durch vorsichtiges Nachgießen konstant gehalten. Die untere Öffnung hat den Durchmesser $d_0 = 6,0$ mm, der klein ist gegenüber dem Durchmesser d_1 in der Höhe des Flüssigkeitsspiegels. (Terme der Ordnung $(d_0/d_1)^2$ können vernachlässigt werden.)

- (a) Mit welcher Geschwindigkeit strömt die Flüssigkeit aus dem Trichter?
- (b) Welche Zeit ist erforderlich um eine 1,0 l-Flasche mit Hilfe des Trichters zu füllen?
- (c) Welchen Durchmesser hat der Flüssigkeitsstrahl in einer Tiefe von 24,0 cm unterhalb der Trichteröffnung?

Nehmen Sie an, die Strömung sei reibungsfrei und laminar.

Aufgabe 6 (6 Punkte) Die Wellenfunktion einer harmonischen Welle auf einem Seil sei gegeben durch

$$y(t, x) = (0,001\text{m}) \cos(62,8\text{m}^{-1}x + 314\text{s}^{-1}t)$$

- (a) In welche Richtung bewegt sich die Welle, und wie groß ist ihre Geschwindigkeit?
- (b) Ermitteln Sie Wellenlänge, Frequenz und Schwingungsdauer der Welle.
- (c) Wie groß ist die maximale Geschwindigkeit eines Seilsegments?

Aufgabe 7 (6 Punkte) In einem Inertialsystem S ruht bei $x = 0$ ein Sender, der zum Zeitpunkt $t = \tau$ einen Lichtimpuls in positive x -Richtung ausstrahlt. Das Inertialsystem S' bewege sich relativ zu S mit der Geschwindigkeit v in positive x -Richtung. In S' ruht bei $x' = 0$ ein Empfänger.

- (a) Zeigen Sie: Wenn der Lichtimpuls empfangen wird, hat der Empfänger bezüglich S den Ort

$$x = \frac{v\tau}{1 - \frac{v}{c}}$$

und die Uhr von S zeigt die Zeit

$$t = \frac{\tau}{1 - \frac{v}{c}}$$

- (b) Benutzen Sie das Ergebnis von Teil (a) um die Ankunftszeit des Lichtimpulses bezüglich S' zu berechnen.