Übungsaufgaben zu Physik IV (SS 97)

Blatt 0

Einige Bemerkungen vorab: Die Studienordnung für das vierte Semester macht eine Unterscheidung Diplom-Studenten – Lehramt-Studenten notwendig. Diese Unterscheidung spiegelt sich sowohl in dem Übungsbetrieb (getrennte Übungsgruppen) als auch in der Gestaltung der Übungszettel wider. So existieren nunmehr Aufgaben, die von einer Gruppe oder von beiden Gruppen zu beachten sind. Dies wird durch die Buchstaben „L“ für LA-Studenten und „D“ für Dipl.-Studenten gekennzeichnet. Taucht der entsprechende Buchstabe in der Klammer nach der Aufgabennummer auf, so ist erhöhte Aufmerksamkeit geboten. Taucht dann noch durch einen Doppelpunkt von dem Buchstaben getrennt eine positive, ganze Zahl echt größer Null auf (diese gibt dann die maximal erreichbare Punktzahl an), so ist diese Aufgabe eine *Hausaufgabe*, also schriftlich zu bearbeiten und dem ÜGruLei zur Korrektur einzureichen. Handelt es sich bei der Zahl um eine Null, so ist diese Aufgabe lediglich zu bearbeiten, nicht aber *sauber aufgeschrieben* an den ÜGruLei weiterzureichen.

Aufgabe 0.1 (L:1;D:1): Test

Wer hat die wie folgt gekennzeichneten Aufgaben wie zu bearbeiten:

- (L:15;D:0)
- (D:1)
- (L:0)
- (L:10;D:20)
- ()

Aufgabe 0.2 (L:0;D:0): Teilchendichte von Flüssigkeiten

Wieviele Moleküle pro cm^2 erhält man, wenn man ein Gramm Wasser gleichförmig auf die Erdoberfläche verteilt? (Erdradius := 6400 km).

Aufgabe 0.3 (L:0): Größe von Molekülen

a) Welche Raumausfüllung erhält man bei einer „dichtesten Kugelpackung“, das heißt einer möglichst dichten Ausfüllung des Raumes mit harten Kugeln. Hierfür gibt es zwei Möglichkeiten:

- Schichtweise Auffüllung durch Platzierung der Kugeln jeweils in die durch drei Kugeln der tieferliegenden Ebene gebildete Vertiefung (Schichtfolge: ABCABC),
- Analog, jedoch Platzierung der dritten Schicht exakt über der ersten (Schichtfolge ABAB).

b) Flüssiges Helium (Atomgewicht 4,003) hat die Dichte $\rho = 0,13\ g/cm^3$. Schätzen Sie den Radius eines Heliumatoms ab unter der Annahme, dass die Atome sich in einer dichtesten Kugelpackung befinden. Sollte Teil a) nicht zu einem Resultat geführt haben, verwenden Sie als Raumfüllung 74% .

Aufgabe 0.4 (D:0): Beispiele für Zwangsbedingungen

Für folgende einfache Systeme sind jeweils

- geeignete Ausgangskoordinaten zu wählen,
- in diesen die Zwangsbedingungen zu formulieren,
- geeignete generalisierte Koordinaten, welche die Zwangsbedingungen berücksichtigen, zu identifizieren,

- die Transformationsgleichungen, welche die Ausgangskoordinaten durch die generalisierten Koordinaten und evtl. durch die Zeit t ausdrücken, anzugeben.

Welche Zwangsbedingungen sind skleronom, welche rheonom?

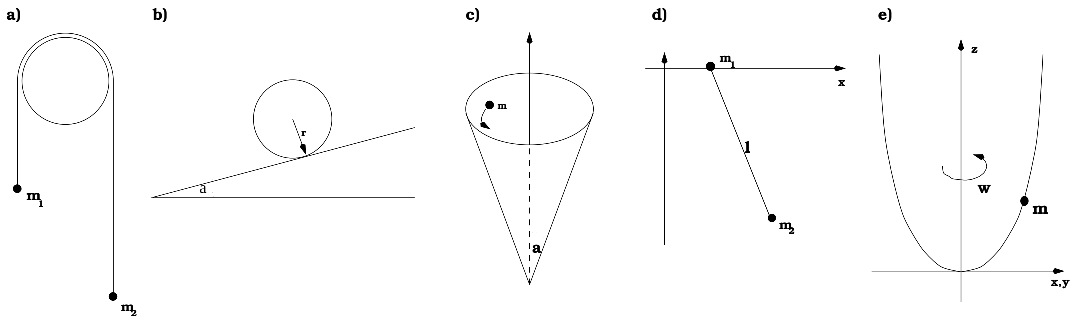
a) Zwei Massenpunkte mit Massen m_1 und m_2 im homogenen Schwerefeld an den Enden einer Schnur, welche über eine masselose und reibungsfreie Rolle läuft (sog. Atwoodsche Fallmaschine).

b) Ein Zylinder vom Radius r, der ohne Schlupf eine schiefe Ebene mit dem Neigungswinkel α gegen die Horizontale hinabrollt. *Hinweis:* „ohne Schlupf“ bedeutet eine Verschiebung ohne Gleiten, also lediglich durch Abrollen.

c) Ein Massenpunkt m, der sich unter Einfluss der Schwerkraft auf der Innenseite eines Kegels mit der Spitze im Ursprung, Öffnung nach oben und Öffnungswinkel 2α bewegt.

d) Ein ebenes Schwerependel mit Fadenlänge l und Masse m_2, jedoch aufgehängt nicht in einem festen Punkt sondern an einer längs der x-Achse frei beweglichen Masse m_1.

e) Ein Massenpunkt m, reibungsfrei verschiebbar auf einem parabelförmig nach oben gebogenen Führungsdraht mit Fußpunkt im Ursprung ($z = ar^2$ mit $a = const.$), der mit konstanter Winkelgeschwindigkeit ω um die z-Achse rotiert.



Aufgabe 0.5 (D:0): Bewegungsgleichungen mit Zwangskräften

a) Wiederholen Sie aus der Kinematik des Massenpunktes in der Ebene die Berechnung der Radial- und Azimutalkomponenten von Geschwindigkeit und Beschleunigung bei Verwendung ebener Polarkoordinaten (r, φ).

b) Stellen Sie die Bewegungsgleichungen des Schwerependels (Masse m, Länge l) in ebenen Polarkoordinaten noch ohne Berücksichtigung der Zwangsbedingung, dafür aber unter expliziter Einführung der Fadenkraft Z_r (Zwangskraft) auf. Berechnen Sie Z_r als Funktion von φ und $\dot{\varphi}$ durch Verwendung der Zwangsbedingung und interpretieren Sie das Resultat.

c) Stellen Sie analog die Bewegungsgleichungen für den Massenpunkt auf einer Kegelfläche von Aufgabe 0.4c) in Zylinderkoordinaten (r, φ, z) auf und berechnen Sie die Zwangskraftkomponenten. *Hinweis:* benutzen Sie, dass die Zwangskraft überall senkrecht zur Kegelwand stehen muss.