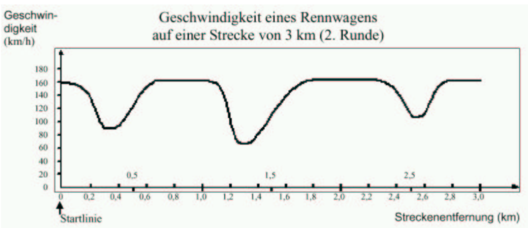
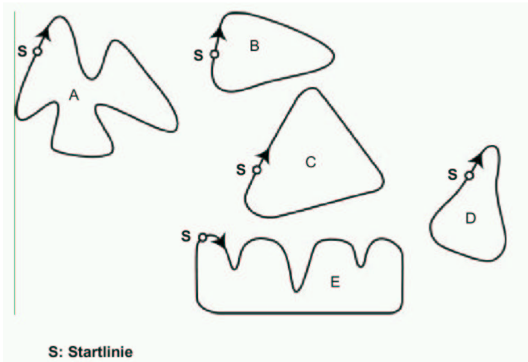
Universität Osnabrück Fachbereich Physik 31. Januar 2002	Theoretische Physik 1 Mechanik, Elektrodynamik Klausur	Dr. Jürgen Schnack

Name, Vorname:

1 Aufwärmaufgabe – Rennstrecke (10)





a. Der linke Graph zeigt, wie die Geschwindigkeit eines Rennwagens während seiner zweiten Runde auf einer drei Kilometer langen ebenen Rennstrecke variiert. Auf welcher der Rennstrecken, die in der rechten Graphik abgebildet sind, fuhr der Wagen, so dass der am Anfang gezeigte Geschwindigkeitsgraph entstand? Geben Sie eine kurze Begründung.

b. Finden Sie die Aufgabe eindeutig?

2 Mechanik

2.1 Fadenpendel im Schwerefeld (20)

Die Bewegung des Pendelkörpers werde durch die Zeitabhängigkeit der Kugelkoordinaten $\vartheta = \vartheta(t)$, $\phi = \phi(t)$ sowie $r = l = const$ (Abstand vom Aufhängepunkt) beschrieben. Die z-Achse zeige nach unten, so dass für die Gewichtskraft $\vec{f} = mg\vec{e}_z$ gilt.

a. Geben Sie die Lagrangefunktion L an.

b. Geben Sie die Euler-Lagrangeschen Bewegungsgleichungen an.

c. Geben Sie die Erhaltungsgröße an, die daraus folgt, daß L nicht explizit zeitabhängig ist. Welche Bedeutung hat diese Größe?

d. Erklären Sie ganz allgemein, was man unter einer zyklischen Koordinate versteht.

e. Geben Sie die Erhaltungsgröße an, die daraus folgt, daß L nicht von ϕ abhängt. Welche Bedeutung hat diese Größe?

2.2 Auftrieb, Gaußscher Satz (20)

Ein starrer Körper sei in einer inkompressiben Flüssigkeit ganz oder teilweise untergetaucht. Mit Ω werde der untergetauchte Bereich (bzw. der Bereich der verdrängten Flüssigkeit) und mit $\partial\Omega$ die umschließende Oberfläche bezeichnet. Die Flüssigkeit hat die konstante Dichte ρ, und infolge der Schwerkraft herrscht in ihr der hydrostatische Druck

$$p_h = -\rho\, g\, z \tag{1}$$

mit $-z$ als Eintauchtiefe. Demzufolge wirkt auf ein Flächenelement $\mathrm{d}\vec{A}$ des eingetauchten Körpers die Auftriebskraft (z-Komponente der Kraft) $-p_h\,\vec{e}_z \cdot \mathrm{d}\vec{A}$ und insgesamt der Auftrieb

$$F_{\text{Auftrieb}} = -\int_{\partial\Omega} p_h\,\vec{e}_z \cdot \mathrm{d}\vec{A}\ . \tag{2}$$

Man beweise, daß

$$F_{\text{Auftrieb}} = Mg \tag{3}$$

mit M als Gesamtmasse der verdrängten Flüssigkeit.

3 Elektrodynamik

3.1 Kontinuitätsgleichung (20)

a. Geben Sie die vier mikroskopischen Maxwellschen Gleichungen an.

b. Leiten Sie die Kontinuitätsgleichung aus den Maxwellschen Gleichungen ab. Gehen Sie dabei von der Zeitableitung der Ladungsdichte aus.

c. Welche Erhaltungsgröße liegt der Kontinuitätsgleichung zugrunde?

3.2 Magnetostatisches Vektorpotential (30)

a. Man zeige, daß für das Feld der magnetischen Induktion $\vec{B}(x_1, x_2, x_3)$ das Feld $\vec{A}$ mit

$$A_1(x_1,x_2,x_3) \ := \ \int_{z_0}^{x_3} \mathrm{d}z\ B_2(x_1,x_2,z) \tag{4}$$

$$A_2(x_1,x_2,x_3) \ := \ -\int_{z_0}^{x_3} \mathrm{d}z\ B_1(x_1,x_2,z) + \int_{x_0}^{x_1} \mathrm{d}x\ B_3(x,x_2,z_0) \tag{5}$$

$$A_3(x_1,x_2,x_3) \ := \ 0 \tag{6}$$

ein Vektorpotential ist. Im Verlauf der Rechnung kann eine Integration durch Verwendung der Divergenz von $\vec{B}$ ausgeführt werden.

b. Man gebe für ein Gebiet, in dem $\vec{j} = 0$ gilt, an, welche Bedingung $\vec{B}$ erfüllen muß, damit die Coulombeichung ($\frac{\partial}{\partial \vec{r}} \cdot \vec{A} = 0$) gilt. Verwenden Sie dabei Ihr Wissen über die Rotation von $\vec{B}$.