

Physik I

Georg-August-Universität Göttingen
Prof. Dr. K. Bahr / Prof. Dr. K.-H. Rehren / PD Dr. H. Schanz
www.theorie.physik.uni-goettingen.de/lehre/Uebungen/Physik-I/0506/

WS 2005/06



Abgabe: 16. 1. 2006

Übungsblatt 11

1. Aufgabe

(2 Pkt. pro Teilaufgabe)

Wirbel

Eine Flüssigkeit strömt kreisförmig um die z -Achse, wobei

$$\vec{v}(\vec{r}) = \begin{cases} \beta \vec{e}_z \times \vec{r} & (r_{\perp} < r_0) \\ \frac{\alpha}{r_{\perp}^2} \vec{e}_z \times \vec{r} & (r_{\perp} > r_0) \end{cases}$$

$r_{\perp} = \sqrt{x^2 + y^2}$ ist der Abstand von der z -Achse.

- Skizzieren Sie das Geschwindigkeitsprofil. Welche Beziehung muss zwischen α und β bestehen, damit der innere und der äußere Bereich stetig aneinander anschließen?
- Berechnen sie die Divergenz und die Rotation im inneren und im äußeren Bereich.
- Berechnen Sie auch die Zirkulation Z_C längs einer Kreiskurve C im Abstand $R > r_0$. Besteht ein Widerspruch zwischen $Z_C \neq 0$ und der Tatsache, dass die Rotation bei $r > r_0$ verschwindet?

2. Aufgabe

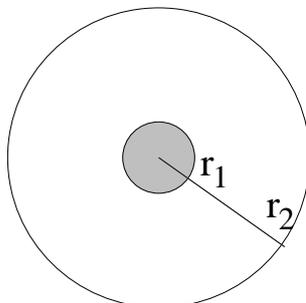
(3 Pkt. pro Teilaufgabe)

Geschwindigkeitsprofil

Eine viskose Flüssigkeit fließt laminar durch ein Rohr mit ringförmigem Querschnitt (Abb.). Laut Vorlesung ist das Geschwindigkeitsprofil durch die Lösung der Differentialgleichung

$$(rv(r)')' = -\frac{\Delta p}{\eta L} r$$

mit den Randbedingungen $v(r_1) = 0 = v(r_2)$ gegeben.



- Rekapitulieren Sie die Herleitung dieser Gleichung.
- Bestimmen Sie $v(r)$. Machen Sie eine quantitative Skizze für $r_1 : r_2 = 1 : 100$.

3. Aufgabe

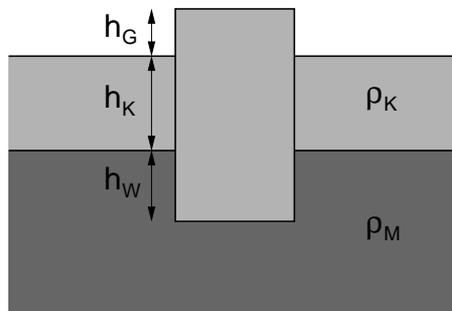
(4 Pkt.)

Gebirgsurzeln

Man erwartet, dass die Masse eines Gebirges in seiner Umgebung zu einer horizontalen Komponente der Gravitationsbeschleunigung führt. Dass diese sogenannte Lotabweichung bei einigen realen Gebirgen weitgehend fehlt, kann mit dem Modell einer "Gebirgswurzel" erklärt werden, die nach unten in den Erdmantel hineinragt.

Auf sehr langen Zeitskalen kann der Mantel der Erde als Flüssigkeit betrachtet werden, die eine höhere Dichte als die Kruste hat. In diesem Bild "schwimmt" also die Kruste (und auch ein Gebirge) auf dem Mantel.

Geben sie für ein quaderförmiges Gebirge und eine quaderförmige Gebirgswurzel desselben Querschnitts die Tiefenerstreckung h_W der Wurzel in den Mantel in Abhängigkeit von der Gebirgshöhe und den Dichten von Mantel und Kruste an.



4. Aufgabe

(4 Pkt.)

Auftrieb

Die Tragflügel eines grossen Verkehrsflugzeuges (Startgewicht 100t, Tragflügelfläche 400m^2) mögen so konstruiert sein, dass die Luft über ihnen um 25% schneller ist als unter ihnen. Welche Geschwindigkeit muss das Flugzeug etwa erreichen um abzuheben?

5. Aufgabe

(Zusatzaufgabe, 2 Pkt.)

Stau

An einer Autobahnbaustelle wird der ansonsten zweispurige Verkehr einspurig weitergeführt. Diskutieren Sie die Situation unter der Annahme, der Autoverkehr wäre eine ideale Flüssigkeit. Welche Geschwindigkeiten könnten z.B. innerhalb und außerhalb der Baustelle herrschen?