Prof. Dr. M. Wegener / Priv.-Doz. Dr. A. Naber
Übungen zur Klassischen Experimentalphysik I (Mechanik), WS 2018/19

ÜBUNGSAUFGABEN (XIII)
(Besprechung Mittwoch, 30.1.19)

Bitte beachten Sie folgende Termine:

Anmeldung zur Vorleistung:	16.01.2019 bis 30.01.2019
Anmeldung zur ersten Klausur:	31.01.2019 bis 06.02.2019
Erste Klausur:	11.02.2019, 15:30 – 18:00 Uhr
Zweite Klausur:	28.03.2019, 11:00 – 13:30 Uhr

Achtung: Die genannten Anmeldetermine sind **Ausschlussfristen**. Eine nachträgliche Anmeldung ist nicht möglich. Nähere Einzelheiten finden Sie zu gegebener Zeit auf den ILIAS-Seiten der Übungen. Bitte schauen Sie immer erst dort nach, wenn Sie aktuelle Informationen suchen.

Aufgabe 1: (5 Punkte)

In einer waagerecht stehenden Ablaufrinne mit parabolischem Profil, $y(x)=x^2/C$ mit $C=5\,\mathrm{cm}$, und Länge $L=5\,\mathrm{m}$ steht nach einem heftigen Regenguß ($t=0\,\mathrm{s}$) das Wasser $h_0=10\,\mathrm{cm}$ hoch. Durch ein Loch mit Radius $r=1\,\mathrm{cm}$ im Boden der Rinne läuft das Regenwasser in die Kanalisation ab. Bestimmen Sie die Höhe $h(t)$ des Wasserstands als Funktion der Zeit t ohne Berücksichtigung von Reibung und berechnen Sie dann die Dauer T für den vollständigen Ablauf.

Anleitung: Bestimmen Sie die zeitliche Ableitung $\mathrm{d}V/\,\mathrm{d}t$ des Wasservolumens $V(h)$ in der Rinne sowie den Volumenfluß $Q(h)$ des ablaufenden Wassers.

Aufgabe 2: (3 Punkte)

Aus einem Wasserhahn trete ein Wasserstrahl kreisförmigen Querschnittes (Radius r_0) in einer Höhe h_0 mit einer Geschwindigkeit v_0 aus. Beim Herabfallen des Wassers im Schwerefeld der Erde bleibt ein geschlossener stationärer Strahl erhalten, der sich aber nach unten verjüngt. Warum? Berechnen Sie den Strahlradius r in Abhängigkeit von der Höhe h. Was ist r/r_0 nach einer Fallhöhe von $h_0 - h = 0.5\,\mathrm{m}$ bei $v_0 = 1\,\mathrm{m/s}$?

Aufgabe 3: (4 Punkte)

Eine inkompressible Flüssigkeit rotiert in einem zylindrischen Gefäß mit Radius r um seine z-Achse mit der Winkelgeschwindigkeit ω. Bestimmen Sie die stationäre Gestalt $z(x,y)$, welche die Oberfläche im Schwerefeld mit der Beschleunigung $\vec{g}=(0,0,-g)$ einnimmt. Gehen Sie dazu aus von der Eulerschen Gleichung in der Form

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v}\,\vec{\nabla})\,\vec{v} = -\vec{\nabla}\,\frac{P}{\varrho} + \vec{g}\ .$$

Anleitung: In Zylinderkoordinaten ist $\vec{r}=(x,\,y,\,z)=(r\cos\varphi,\,r\sin\varphi,\,z)$. Berechnen Sie damit die Geschwindigkeit der Flüssigkeit und stellen Sie dann die drei Differentialgleichungen unter Benutzung von Stationarität und Inkompressibilität auf. Lösen Sie so $P(x,y,z)$ und benutzen Sie schließlich die Oberflächenbedingung $P = \mathrm{const}$ zur Ableitung von $z(x,y)$.

Aufgabe 4: (4 Punkte)

Am Boden eines wassergefüllten Beckens (Pegelhöhe h) ist ein waagerecht liegendes zylindrisches Rohr mit Länge l und Radius r angeschlossen, aus dem Wasser hinausfliesst. Aufgrund des großen Volumens kann das Wasser im Becken als ruhend und der Wasserpegel h als konstant angenommen werden. Bestimmen Sie die mittlere Geschwindigkeit v des Wassers im Rohr als Funktion der gegebenen Größen für den Fall laminarer Strömung.

Tipp: Die mittlere Geschwindigkeit v ist mit dem Volumenfluss Q gegeben durch $v = Q/\pi r^2$.