

Grundlagen der Physik II Sommersemester 2005 Blatt 7
Besprechung am 23. Mai und an einem weiteren Termin, der mit dem Tutor
ausgehandelt werden muss.

1. Rechnen Sie in kartesischen Koordinaten nach, dass jedes "gutartige" Skalarfeld $u(\vec{r})$ $\operatorname{rot} \operatorname{grad} u = 0$ und jedes "gutartige" Vektorfeld $\vec{v}(\vec{r})$ $\operatorname{div} \operatorname{rot} \vec{v} = 0$ erfüllt. Was bedeutet "gutartig" mathematisch?
2. Zeigen Sie rechnerisch, dass die Kugelwelle $\xi(\vec{r}, t) = \frac{A}{|\vec{r}|} \sin(\omega t - k|\vec{r}|)$ die Wellengleichung $\Delta \xi - \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} = 0$ erfüllt. Welche Bedeutung besitzt hierbei v , und warum (Blatt 5 A 1.) wundert es Sie nicht, dass $\xi(\vec{r}, t)$ die Wellengleichung löst? Können Sie aus der Form der Kugelwellen das empirische Gesetz 'doppelter Abstand zur Schallquelle bedingt viermal weniger Lärm' begründen?
3. Sie haben einen Trinkhalm mit Radius $R = 2$ mm vor sich, an dessen Ende eine Seifenblasenhalbkugel hängt. Überlässt man diese Seifenblasenhalbkugel sich selbst, dann zieht sie sich so weit zusammen, bis sie am Ende des Trinkhalms eine Seifenblasenkreisfläche mit Radius R bildet, wobei die Seifenblase die ganze Zeit über die Form eines Kugelabschnitts besitzt. Berechnen Sie die Oberfläche dieser Kugelabschnitte in Abhängigkeit von dem Krümmungsradius dieser Kugelabschnitte (Minimalflächen!).
4. Berechnen Sie die Arbeit, die die Seifenhaut in Aufgabe 1. bei dem Zusammenziehen verrichtet, dabei beträgt die Oberflächenspannung der Seifenlösung $\sigma = 0,05$ N/m.
5. Bei einem Flugzeug (Startgewicht 130 t, Spannweite $W = 42,5$ m, mittlere Tragflächenbreite $b = 7$ m) strömt die Luft an der Oberseite der Tragflächen 10% schneller vorbei als an der Unterseite. Berechnen sie die Startgeschwindigkeit und die Länge der Startbahn, wenn die Beschleunigung des Flugzeugs höchstens 3 m/s² betragen darf.
6. Erklären Sie so genau wie möglich den Versuch, bei dem ein Tischtennisball in einem Luftstrom stabil schwebte. Fertigen Sie dazu ein Strömungslinienbild an. Wie sieht es mit Wirbelbildung aus?
7. *Kavitation* Ab welcher Strömungsgeschwindigkeit v_g von Wasser kann man dieses Phänomen beobachten? Wie hoch darf die Drehzahl ihrer Ubootwelle höchstens sein, wenn die Schiffsschraube 2 m Durchmesser besitzt, und Sie auf Schleichfahrt sind?
Zu welcher Potenz der Drehzahl ist die Leistung der Schiffsschraube proportional $P \sim \omega^n$, $n \in \mathbb{N}$?
8. Berechnen Sie die stationäre Fallgeschwindigkeit von Regentropfen in Luft in Abhängigkeit von deren Radius R . Nehmen Sie dabei an, dass die Tröpfchen einmal laminar und einmal turbulent umströmt werden.
9. Berechnen Sie die maximale Größe und Fallgeschwindigkeit von Regentropfen unter der Annahme, daß ein Regentropfen zerteilt wird, wenn der Staudruck genauso groß wird wie der Druck aufgrund der Oberflächenspannung.
10. Die Reynoldszahl für den Fall eines Tröpfchens in Luft ist $Re = 10$. Berechnen Sie die maximale Sinkgeschwindigkeit von Regentropfen in Abhängigkeit von deren Radius. Wie groß ist die Grenzgeschwindigkeit bei der die laminare Strömung um den Regentropfen in eine turbulente umschlägt?