

Schriftliche Aufnahmeprüfungen **Frühjahr 2002****PHYSIK** (deutsch)

Die Resultate müssen den **vollständigen Lösungsweg** und **alle Zwischenresultate** enthalten.

(*Beschluss der Aufnahmeprüfungskommission vom 15.9.2000*)

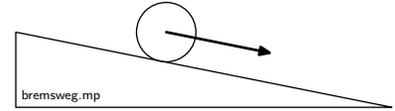
1. Bremsweg eines Inline-Skaters

In einem Zeitungsartikel findet man folgende Angaben über Inline-Skater (\approx Rollschuhfahrer \approx „Rollerblade“-Fahrer):

„... Der Fähigkeit zum schnellen Fahren stehe bei den Skatern ein beunruhigend schlechtes Bremsvermögen gegenüber, stellten die Unfallforscher fest. Im Vergleich mit allen anderen Verkehrsteilnehmern hätten die Inline-Skater den längsten Bremsweg: Bei einer Fahrgeschwindigkeit von 15 km/h benötigten sie eine Strecke von 2,3 m bis 4,6 m bis zum Stillstand...“ (Annahme: auf waagrechter Strasse)

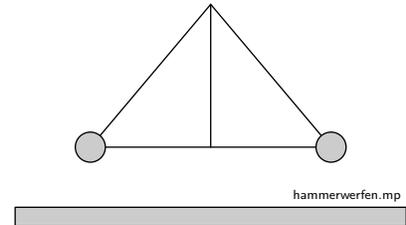
- (1 P.) Leiten Sie eine Gleichung für die Bremszeit t^* her. Nehmen Sie als Bremsweg den Mittelwert $s^* = 3,45$ m und berechnen Sie die dazu gehörende Bremszeit.
- (4 P.) Lösen Sie das folgende Problem unter Verwendung des Energie- und Arbeitsbegriffs: Berechnen Sie mit obigen konkreten Daten den Gleitreibungskoeffizienten μ_G . (Beim Bremsen wird in der Regel ein Kunststoffklotz gegen die Strassenoberfläche gepresst. Vergleichen damit sind Luftwiderstand und Rollreibung vernachlässigbar. Welches ist die maximal mögliche Anpress-Kraft?) Vergleichen Sie Ihr Resultat mit anderen Gleitreibungskoeffizienten aus „Formeln und Tafeln“.
- (1 P.) Berechnen Sie mit obigen Daten die Verzögerung a , die der Skater beim Bremsen erfährt, und vergleichen Sie das Resultat mit Verzögerungen von Fahrrad-Felgenbremsen, die zwischen 1 m/s^2 (nass) und 3 m/s^2 (trocken) betragen.

- d) (2 P.) Gehen Sie für die ungebremste Fahrt auf leicht abfallender Strecke vom Rollreibungskoeffizienten $\mu_R = 0,005$ aus. Wie gross muss der Neigungswinkel der Strecke sein, dass die Geschwindigkeit gerade konstant ist? (Der Luftwiderstand sei vernachlässigbar. Siehe Skizze rechts.)



2. Hammerwerfen

Ein Metallklotz von 10 kg Masse hängt an einem 2 m langen Seil und rotiert auf einer waagrechten Kreisbahn mit einer Geschwindigkeit von 6 m/s. Die Bahnebene befindet sich in der Höhe $h = 70$ cm über dem Boden. Siehe Skizze rechts.



- a) (2 P.) Welchen Winkel α bildet das Seil mit dem Lot durch den Befestigungspunkt?
- b) (2 P.) Welche Zugkraft F_Z muss das Seil aushalten? Wieviel mal grösser als das Klotzgewicht F_G ist die Zugkraft?
- c) (2 P.) Welche Flugbahn beschreibt der Klotz, falls das Seil plötzlich reisst? (Machen Sie zwei verschiedene Skizzen, wobei Sie geeignete Blickrichtungen selbst wählen.)
- d) (2 P.) Berechnen Sie die *waagrechte* Distanz w zwischen der Position des Klotzes, wenn das Seil reisst ($t = 0$), und der Einschlagstelle des Klotzes auf den Boden ($t = t^*$).

3. Auftrieb bei Brett und Ballon

Ein homogenes, quaderförmiges Brett (Rechteckfläche $A = l \cdot b$; Höhe h) schwimmt auf dem Wasser, wobei seine Höhe zur Hälfte ins Wasser eintaucht. Es setzt sich eine Möve (Gewicht 4 N) auf das Brett, worauf dieses mit $5/6$ seiner Höhe ins Wasser eintaucht. Siehe Skizzen unten.

- a) (2 P.) Welche Dichte hat das Holz dieses Brettes?
- b) (2 P.) Welches Gewicht hat das Brett (allein, ohne Möve)?



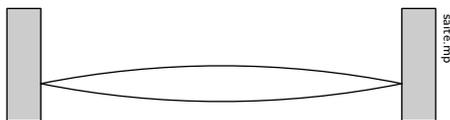
(Unabhängig von der oberen Aufgabe!) Gegeben ist ein Luftballon aus Gummi (Leermasse 5 g). Er wird mit Erdgas gefüllt, bis er in der Umgebungsluft schwebt. (Verwenden Sie die Gasdichten für $T_0 = 0^\circ\text{C}$ und Normaldruck.)

- c) (2 P.) Auf welches Volumen V_0 (Angabe in Litern) muss er aufgebläht werden?
- d) (2 P.) Welches Ballonvolumen V_1 ergäbe sich, wenn sowohl Erdgas als auch Luft zwar noch immer Normdruck, aber neu die Temperatur $T_1 = 20^\circ\text{C}$ hätten?

4. Saite und stehende Welle

Eine Saite der Länge $l = 8,4\text{ m}$ ist an beiden Enden fest eingespannt und hat eine Masse $m = 120\text{ g}$. Sie steht unter einer Spannkraft von $F = 96,0\text{ N}$ und schwingt. Siehe Skizze unten.

- (2 P.) Wie gross ist die Geschwindigkeit der Transversalwelle, die sich auf der Saite fortpflanzt?
- (2 P.) Was ist die grösstmögliche Wellenlänge einer stehenden Welle, die sich auf dieser Saite ausbilden kann? Welche Frequenz hat diese Welle?

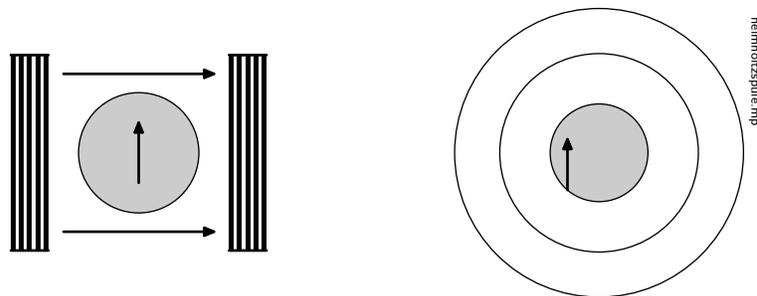


(Unabhängig von der oberen Aufgabe!) Das freie Ende eines ungefähr waagrecht ausgespannten Gummischlauches wird mit der Frequenz $\nu = 3\text{ Hz}$ auf und ab bewegt, wobei sich eine stehende Welle mit $1,8\text{ m}$ Knotenabstand bildet.

- (2 P.) Wie gross ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit c dieser Welle?
- (2 P.) Geben Sie mindestens zwei mögliche (es gibt mehrere richtige Antworten) Längen des Gummischlauches an. (Machen Sie zu jeder Version eine Skizze!)

5. Bestimmung von e/m

Zwischen den zwei Spulen einer Helmholtzspule mit waagrecht Spulenachse befindet sich eine Glaskugel, die mit verdünntem Edelgas gefüllt ist. In dieser Kugel befindet sich eine Elektronenkanone, die Elektronen auf die Geschwindigkeit v beschleunigt und vertikal nach oben schießt. Die Elektronen fliegen dann in einer vertikalen Ebene auf eine Kreisbahn, was man direkt beobachten kann, weil die Elektronen beim Zusammenstoss mit Gasatomen ein Leuchten hervorrufen. *Links:* Ansicht senkrecht zur Spulenachse mit v - und B -Vektoren; *rechts:* Ansicht entlang Spulenachse mit Spule, Glaskugel, v -Vektor.



- (2 P.) Berechnen Sie v : Die Beschleunigungsspannung an der Elektronenkanone ist $U_B = 300\text{ V}$.
- (2 P.) Berechnen Sie B : Jede der zwei Spulen der Helmholtzspule hat die Windungszahl $n = 500$, den Spulenradius $r = 20\text{ cm}$ und wird vom Strom 5 A durchflossen. Das berechnete B -Feld sei homogen und herrsche im gesamten Bereich der Kugel.

- c) (2P.) Berechnen Sie aus den im folgenden vorgegebenen Werten $v = 5 \cdot 10^7$ m/s und $B = 5$ mT den Radius der Kreisbahn, die die Elektronen fliegen.
- d) (2P.) Wie muss man vorgehen, um aus diesem Experiment die Grösse e/m (=spezifische Elektronenladung) bestimmen zu können? (Was und wie muss gemessen werden?)

6. Neuartige Weihnachts-Lichterkette

Eine Lichterkette, mit der zur Weihnachtszeit ein Christbaum geschmückt werden kann, hat folgende Betriebsdaten: 230 V; 50 Hz; 16 W; Spannung über jede Lampe: 4,6 V. Das *Neuartige* ist, dass die übrigen Lampen weiterbrennen, auch wenn einmal eine Lampe ausfallen sollte!

- a) (2P.) Aus wievielen Lampen besteht die Kette? Wie gross ist die Stromstärke in der Kette bei Normalbetrieb?
- b) (2P.) Das Weiterbrennen der übrigen Lampen wird sichergestellt, indem zu jeder Lampe ein Widerstand R_R parallel geschaltet ist. Wie gross ist der (ohmsche) Gesamtwiderstand R_P einer einzelnen solchen Parallelschaltung, wenn die Lampe normal funktioniert? Wie gross ist im Normalbetrieb der Widerstand R_L des Parallel-Widerstands bzw. der Widerstand R_L der Lampe, verglichen mit R_P ?
- c) (2P.) Welchen Wert R_R muss im Idealfall der Parallelwiderstand annehmen, sobald die zu ihm gehörende Lampe ausfällt? Wie könnte man dieses Ziel in der Praxis erreichen?
- d) (2P.) Nehmen wir an, die oben beschriebene Kette wäre nach *alter* Bauart mit Lampen bestückt, wo die restlichen Lampen *nicht* mehr brennen, wenn eine Lampe ausfällt. Die technischen Daten seien sonst dieselben. Nun wird jede defekte Lampe behelfsmässig durch ein Stück Aluminiumfolie ersetzt, das anstelle der durchgebrannten Lampe in die Lampenfassung gestopft wird. Beschreiben Sie die Auswirkung dieser Reparaturmethode auf die verbleibenden Lampen!

Unten links: Schaltung einer „*neuartigen*“ Lampe mit Parallelwiderstand; rechts: Schaltung der Lampen nach *alter* Bauart

