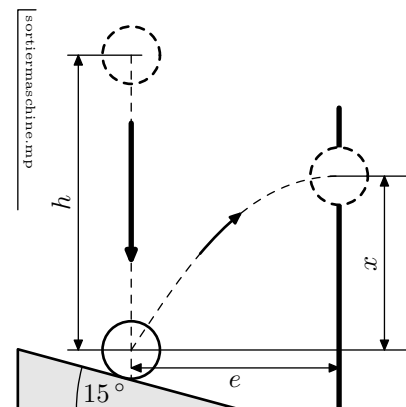


Schriftliche Aufnahmeprüfungen **Herbst 2001****PHYSIK** (deutsch)

Die Resultate müssen den **vollständigen Lösungsweg** und **alle Zwischenresultate** enthalten.  
(*Beschluss der Aufnahmeprüfungskommission vom 15.9.2000*)

**1. Sortiermaschine**

Bei einer Sortiermaschine werden Stahlkugeln sortiert, indem man sie aus  $h = 30\text{ cm}$  Höhe frei auf eine Stahlplatte fallen lässt, die um  $15^\circ$  gegenüber der Waagrechten geneigt ist. Bei vorschriftsgemässer Beschaffenheit der Kugeln fallen diese nach vollkommen elastischer Reflexion an der Platte durch eine Öffnung in einer senkrechten Wand, die (waagrecht gemessen)  $e = 20\text{ cm}$  vom Auftreffpunkt auf die Platte entfernt ist. (Siehe Skizze rechts  $\Rightarrow$ )



- Mit welcher Geschwindigkeit schlägt jede der Kugeln ( $m = 20\text{ g}$ ) auf der Platte auf? Wie gross ist ihr Impuls *vor* dem Stoss?
- Welche *Impulsänderung* erfährt jede Kugel bei der Reflexion an der Platte (Betrag und Richtung)?
- Wie gross sind die Beträge der Geschwindigkeitskomponenten in waagrechter *und* senkrechter Richtung unmittelbar *nach* der Reflexion?
- In welcher Höhe  $x$  über dem Auftreffpunkt befindet sich die Öffnung in der senkrechten Wand?

**2. Auftrieb und thermische Ausdehnung**

Ein Klotz aus Kohlenstoffstahl hat bei  $20^\circ\text{C}$  ein Volumen von  $300\text{ cm}^3$ . Er ist bei  $20^\circ\text{C}$  in Glycerin, einer Flüssigkeit, vollkommen untergetaucht.

- Berechnen Sie den Auftrieb, den der Klotz bei  $20^\circ\text{C}$  erfährt.
- Welche Kraft müsste ein Aufhängefaden aushalten, an dem der Klotz so in die Flüssigkeit gehängt wäre, dass er zwar vollkommen untergetaucht ist, aber weder Boden noch Wände des Glyzeringefässes berührt?

- c) Berechnen Sie den Auftrieb, den der Stahlklotz erfährt, nachdem man den Stahl und das Glycerin auf  $50^{\circ}\text{C}$  erwärmt hat.
- d) Wir nehmen an, das Glyceringefäss samt eingetauchtem Klotz (gemäss Frage b) befinde sich auf einer empfindlichen Waage. Der Aufhängefaden (gemäss Frage b) sei an einem Stativ befestigt, das auf dem Tisch ruht. Die Temperatur sei wieder auf  $20^{\circ}\text{C}$  und die Anzeige der Waage auf Null zurückgestellt. Inwiefern *ändert* sich die Anzeige der Waage, wenn der Klotz am Faden aus der Flüssigkeit herausgezogen wird? (Vernachlässigen Sie allfällige Tropfen, die am Klotz hängen bleiben!)

### 3. Schnee und Schlitten

Ein Schneehang ist 5 m hoch, hat eine Neigung von  $10^{\circ}$  und geht in eine waagrechte Strecke über. Der Gleitreibungskoeffizient für Schlitten sei 0,1. Ein Kind A hat samt Schlitten eine Masse von 30 kg und startet (aus dem Stand) aus halber Höhe. Gleichzeitig startet ein Kind B (Masse samt Schlitten: 40 kg) von ganz oben ebenfalls aus dem Stand.

- a) Welche Geschwindigkeiten haben die Kinder am Fusspunkt des Schneehangs (=Punkt  $X$  = Übergang auf die waagrechte Ebene)?
- b) Wie gross (räumlich schräg gemessen *und* zeitlich) ist der Rückstand des Kindes B, wenn das Kind A den Punkt  $X$  durchfährt?
- c) Nach welcher Zeit holt das Kind B das Kind A ein? Wie weit vom Punkt  $X$  entfernt ist dann die Stelle des Einholens?
- d) Hängt das Resultat von c) von den konkreten Massen-Angaben ab?

### 4. Mond-Fotografie

- a) Man fotografiert den vollen Mond mit einer Kleinbild-Kamera, deren Objektiv eine Brennweite von 50 mm hat. Wie gross wird das Bild des Mondes auf dem Film?
- b) Welche Brennweite muss man wählen, damit das Bild 5 mm gross wird?
- c) Man möchte das Bild des Mondes von Frage b) (auf einem Diapositiv) mit einem Diaprojektor ( $f = 75$  mm) so auf eine Leinwand projizieren, dass das Mondbild 1 m Durchmesser hat. Wie weit vom Projektor entfernt muss man die Leinwand aufstellen?
- d) Das in Frage a) benützte Objektiv kann zwischen den Aufnahmedistanzen „Unendlich“ und „25 cm“ verstellt werden. Um welche Strecke muss es also längs seiner optischen Achse verschiebbar sein?

## 5. „Plattenkondensator“ – vier verschiedene Fälle

- a) Auf der Erdoberfläche misst man (in radialer Richtung) eine mittlere Stärke des  $E$ -Feldes von  $300 \text{ V/m}$ . Was für eine Ladung müsste eine Seifenblase (Gewicht  $1 \text{ mN}$ ) tragen, um in diesem Feld zu schweben?
- b) Eine flache Gewitterwolke mit  $10^4 \text{ m}^2$  Fläche in ca.  $440 \text{ m}$  Höhe bildet mit der Erdoberfläche einen Kondensator, der bis auf  $1 \text{ GV}$  aufgeladen sein kann. Welche Ladung kann bei dieser Spannung gespeichert werden?
- c) Ein Plattenkondensator von  $100 \text{ pF}$  ist fest mit einer Spannungsquelle von  $220 \text{ V}$  verbunden. Welche Ladung fließt zu (oder ab), wenn der Plattenabstand verdoppelt wird?
- d) Ein luftgefüllter Plattenkondensator hat einen Plattenabstand von  $2,5 \text{ cm}$  und eine bestimmte Kapazität. Nun schiebt man eine Aluminiumplatte von  $5 \text{ mm}$  Dicke und exakt derselben Fläche, wie sie die Kondensatorplatten haben, so zwischen die beiden Kondensatorplatten, dass die Aluminiumplatte parallel und symmetrisch zu den bisherigen Platten angeordnet ist. (Sie sei elektrisch isoliert montierbar.) Inwiefern verändert das die ursprüngliche Kapazität des Kondensators?)

## 6. Spule und Kompassnadel

Eine kreiszylindrische Luftspule mit  $250$  Windungen und einer aufgespannten Fläche von  $125 \text{ cm}^2$  pro Windung steht mit ihrer Längsachse in Richtung einer waagrecht liegenden, drehbar gelagerten Kompassnadel. Sie wird nun um eine zur Längsachse senkrecht stehende Achse um  $180^\circ$  gedreht.

- a) Fertigen Sie eine Skizze wie folgt an: Blick von oben vertikal auf die Erdoberfläche. Es müssen die Spulenwindungen, die Längsachse der Spule, die Kompassnadel und die Drehachse sichtbar sein.
- b) Bei der oben beschriebenen Drehung misst man zwischen den Spulenden einen Spannungsschoss von  $0,1269 \text{ mVs}$ . Berechnen Sie daraus den Betrag der Horizontalkomponente des erdmagnetischen Feldes.
- c) Die Spule wird nun nicht für ein Induktionsexperiment, sondern als felderzeugende Spule benutzt. (Nehmen Sie an, die Spulenlänge sei, verglichen mit dem Windungsdurchmesser, klein.) Man lässt einen Strom von  $5 \text{ mA}$  durch die Spulenwindungen fließen. Wie groß ist der Betrag des in der Spulenmitte erzeugten  $B$ -Feldes?
- d) Wir platzieren die Kompassnadel in die Spulenmitte und richten die Spulen-Längsachse in West-Ost-Richtung aus. Um wieviele Grad weicht die Kompassnadel bei eingeschaltetem Spulenstrom von der Nordrichtung ab? (Betrag des Erdmagnetfeldes  $22 \mu\text{T}$ .)