

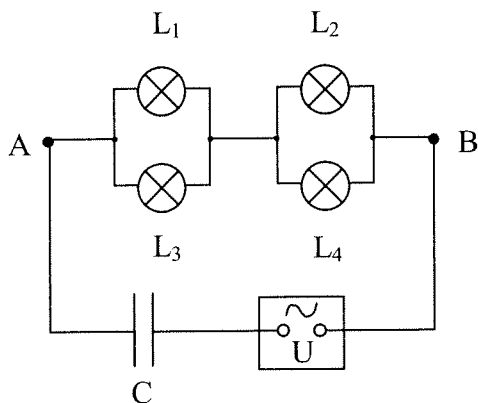
Schriftliche Aufnahmeprüfungen **Herbst 2007**
PHYSIK (deutsch)

Kandidaten-Nr.

NAME:

Vorname:

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

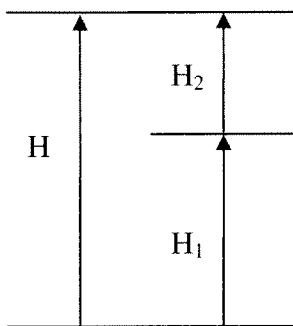
1. Leuchtende Lämpchen (1.5P/2P/2.5P)


Die Lämpchen L_1 bis L_4 können als rein ohmsche Widerstände angenommen werden. Sie leuchten normal, falls jedes von ihnen an 4.5 V Gleichspannung angelegt wird. Dabei nehmen L_1 und L_2 je die Leistung 5.5 W, L_3 und L_4 je die Leistung 2.0 W auf.

Die Lämpchen werden gemäss nebenstehendem Schaltplan über einen idealen Kondensator C an eine sinusförmige Wechselspannung vom Effektivwert 25.0 V und der Frequenz 1000 Hz angeschlossen.

- Wie gross ist der Widerstand R zwischen den Punkten A und B?
- Welche Scheitelspannung liegt über der Kapazität C, wenn die Lämpchen normal brennen?
- Wie gross muss C gewählt werden, wenn die Lämpchen normal brennen sollen?

2. Stein hochheben (2.5P/1.5P/2P)



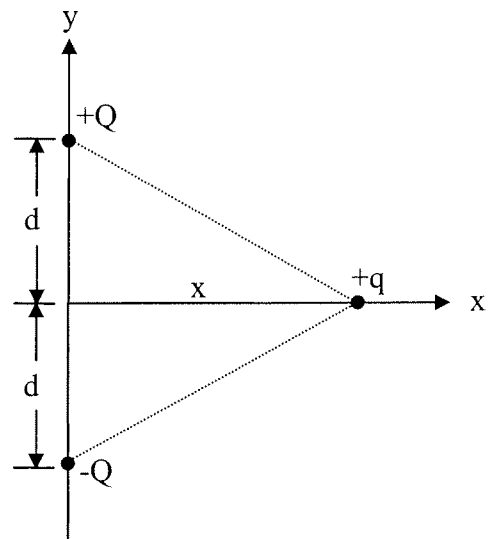
Eine Person hebt einen Stein von 22 kg Masse um $H = 2.0$ m. Dazu beschleunigt sie den Stein gleichförmig auf der Strecke H_1 mit einer Kraft von 270 N derart, dass dieser anschliessend im vertikalen Wurf noch um die Höhe H_2 steigt. Auftrieb und Luftreibung werden vernachlässigt.

- Wie gross ist H_1 ?
- Wie lange dauert der gesamte Hebevorgang?
- Nach dem Hebevorgang fällt der Stein aus der Höhe H auf eine Schraubenfeder mit der Federkonstanten $k = 40$ N/cm. Wie stark wird die Feder gestaucht? Berechnen Sie die Stauchung s .

3. Elektrische Ladungen (1P/2.5P/1.5P/1P)

Drei elektrische Punktladungen $+q$, $+Q$ und $-Q$ sind in einem kartesischen Koordinatensystem wie abgebildet angeordnet.

- Zeichnen Sie die Richtung der Kräfte F_1 und F_2 ein, die von der Ladung $-Q$ resp. $+Q$ auf die Ladung $+q$ ausgeübt wird.
- Berechnen Sie den Betrag der totalen elektrischen Kraft auf die Ladung $+q$ und beschreiben Sie deren Richtung.
- Berechnen Sie das elektrische Feld an der Position der Ladung $+q$ infolge der anderen zwei Ladungen. In welche Richtung zeigt es?
- Berechnen Sie das elektrische Potenzial an der Position der Ladung $+q$ in Bezug auf die anderen zwei Ladungen.



Werte für die numerischen Lösungen: $+q = 5 \mu\text{C}$; $+/-Q = +/-8 \mu\text{C}$; $d = 3.5$ m; $x = 10$ m

4. „Schwingende“ Kiste (2P/2P/2P)

An einem 30 m langen Seil eines Krans hängt eine beladene Kiste von 900 kg Masse. Dieses näherungsweise als „Fadenpendel“ zu behandelnde System gerät in Schwingung, wobei die Kiste eine maximale Geschwindigkeit von 2.4 m/s erhält.

- a) Welche Amplitude tritt bei dieser Schwingung auf?
- b) Nach welcher Zeit, von einem Durchgang durch die Gleichgewichtslage aus gerechnet, beträgt die Geschwindigkeit des Pendelkörpers 1.5 m/s?
- c) Mit welcher Geschwindigkeit würde die Kiste an einem Baugerüst anschlagen, welches seitlich 2.4 m von der Gleichgewichtslage entfernt ist?

5. Eisklotz (2P/1.5P/2.5P)

In einem Gefäss, das gegen die Umgebung wärmeisoliert ist, befindet sich ein Stück Eis von 1 kg Masse bei einer Temperatur von -20°C . Bei einem konstanten Normdruck wird diesem Stück Eis mit einem speziellen Heizapparat von 1.4 kW Leistung gleichmässig Wärme zugeführt.

- a) Wie lange dauert es, bis das ganze Wasser verdampft ist (das heisst bis man 1 kg Wasserdampf von 100°C hat)?
Es wird angenommen, dass der Heizapparat verlustfrei arbeitet und die ganze Energie dem Eis und später dem Wasser zugeführt wird.
- b) Stellen Sie den quantitativ und qualitativ richtigen zeitlichen Temperaturverlauf des ganzen Vorgangs in einem Temperatur-Zeit-Diagramm dar! Es ist auf eine sinnvolle Wahl der Einheiten auf den Achsen zu achten.
- c) Die Dichte des gesättigten Wasserdampfs beträgt bei einem Normdruck und einer Temperatur von 100°C gemäss Formelsammlung 0.5977 kg/m^3 .
Welche Dichte würde man erhalten, wenn sich der gesättigte Wasserdampf wie ein ideales Gas verhielte?

Lösungen zu schriftliche Aufnahmeprüfung Herbst 2007

1. a) Lampenwiderstände aus $P = U \cdot I$ und $R = \frac{U}{I} \Rightarrow R = \frac{U^2}{P}$

$$R_{1,2} = 3.68 \Omega \quad \text{und} \quad R_{3,4} = 10.125 \Omega$$

$$R_{AB} = 2 R_{\text{parallel}} = 2 \left(\frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_3} \right) = \underline{\underline{5.40 \Omega}}$$

b) $\hat{U}_c = \sqrt{\hat{U}^2 - \hat{U}_R^2} = \underline{\underline{33.0V}}$ mit $\hat{U} = U_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2} = 35.36V$ und $\hat{U}_R = 12.73V$

c) $R_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{\hat{U}_c}{\hat{I}}$ mit $\hat{I} = \frac{\hat{U}_R}{R_{AB}} = 2.4A \Rightarrow R_c = 13.8 \Omega$

$$C = \frac{1}{\omega R_c} \quad \text{mit} \quad \omega = 2\pi f = 6283.2s^{-1} \Rightarrow C = \underline{\underline{11.5 \mu F}}$$

2. a) 1. Phase: $a_1 = \frac{F - mg}{m} = \frac{270N - 22kg \cdot 9.81m/s^2}{22kg} = 2.46m/s^2$

Endgeschwindigkeit der 1. Phase = Anfangsgeschwindigkeit der 2. Phase: $v_1 = \sqrt{2a_1H_1}$

2. Phase: $a_2 = -g$ Endgeschwindigkeit der 2. Phase: $v_2 = 0 = \sqrt{v_1^2 - 2g(H - H_1)}$

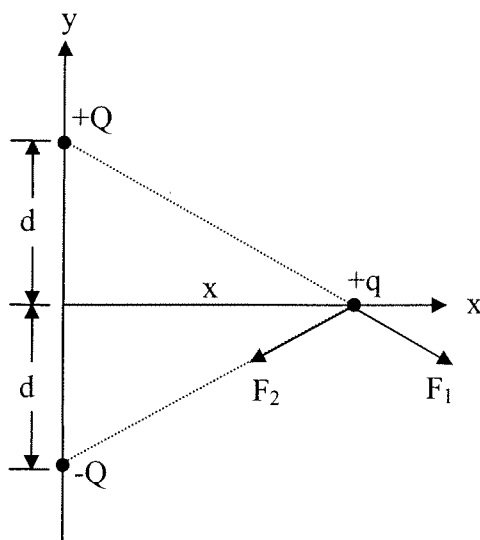
Daraus folgt:

$$v_1^2 = 2g(H - H_1) \Rightarrow a_1 H_1 = g(H - H_1) \Rightarrow H_1 = \frac{gH}{a_1 + g} = \frac{9.81m/s^2 \cdot 2m}{2.46m/s^2 + 9.81m/s^2} = \underline{\underline{1.60m}}$$

b) $t_{\text{total}} = t_1 + t_2 = \frac{v_1}{a_1} + \frac{v_1}{g} = v_1 \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{g} \right) = \sqrt{2a_1H_1} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{g} \right) =$
 $= \sqrt{2 \cdot 2.46m/s^2 \cdot 1.60m} \left(\frac{1}{2.46m/s^2} + \frac{1}{9.81m/s^2} \right) = \underline{\underline{1.43s}}$

c) $mgH = \frac{1}{2} ks^2 - mgs$ quadratische Gleichung auflösen: $\underline{\underline{s_1 = 0.52 m}}$ ($s_2 = -0.41 m$)

3. a)



b) α ist der Winkel zwischen der y-Achse und der gestrichelten Linie.

$$F_{total} = F_1 \cos \alpha + F_2 \cos \alpha = 2F \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{d}{\sqrt{x^2 + d^2}}$$

$$F = \frac{kqQ}{r^2} = \frac{kqQ}{x^2 + d^2} \Rightarrow F_{total} = 2 \frac{kqQ}{x^2 + d^2} \frac{d}{\sqrt{x^2 + d^2}} = \frac{2kqQd}{(x^2 + d^2)^{\frac{3}{2}}} = \underline{\underline{2.12 \cdot 10^{-3} N}}$$

Die Richtung: **negative Richtung zur unteren Seitenkante.**

$$c) \quad E = \frac{F_{total}}{q} = \frac{2kQd}{(x^2 + d^2)^{\frac{3}{2}}} = \underline{\underline{423.32 N/C}}$$

Dieselbe Richtung wie die Kraft.

$$d) \quad V_{total} = V_1 + V_2 = \frac{kQ}{\sqrt{x^2 + d^2}} + \frac{-kQ}{\sqrt{x^2 + d^2}} = 0$$

4. a) aus Energieerhaltung: $h = \frac{v^2}{2g}$

$$\text{geometrisch: } h = l(1 - \cos \alpha) \Rightarrow \alpha = \cos^{-1} \left(1 - \frac{h}{l} \right) \Rightarrow \hat{s} = l \sin \alpha = \underline{\underline{4.2 m}}$$

$$b) \quad v(t) = \hat{v} \cos \omega t \Rightarrow \text{mit } \omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{l}} = 0.572 s^{-1} \Rightarrow \omega t = 0.896 \Rightarrow \underline{\underline{t = 1.57 s}}$$

c) Energieerhaltung: $v^2 = v_0^2 - 2gH$

$$\text{geometrisch: } H = l(1 - \cos \beta) \quad \text{mit } \beta = \cos^{-1} \left(\frac{x}{l} \right) \quad x = 2.4 m$$

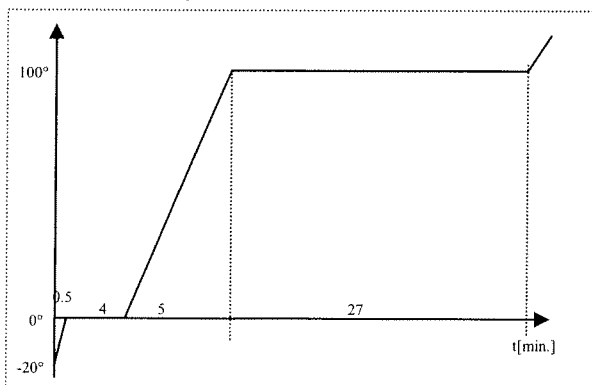
$$v = \sqrt{v_0^2 - 2gl(1 - \cos \beta)} = \underline{\underline{1.96 m/s}}$$

$$5. a) \quad P = \frac{Q}{t} \Rightarrow t = \frac{Q}{P} = \frac{m(L_f + L_v + c_E \Delta T_E + c_W \Delta T_W)}{P} = 2178.6 s \approx 36 \text{ min.}$$

b) Zeiten für die verschiedenen Abschnitte berechnen:

$$t_1 = \frac{m \cdot c_E \cdot \Delta T_E}{P} = 0.5 \text{ min.}, \quad t_2 = \frac{m \cdot L_f}{P} = 4 \text{ min.}, \quad t_3 = \frac{m \cdot c_W \cdot \Delta T_W}{P} = 5 \text{ min.}$$

$$t_4 = \frac{m \cdot L_v}{P} = 27 \text{ min.}$$



$$c) \quad \rho = \frac{m}{V} = \frac{M_m \cdot p}{R \cdot T} = 0.588 \text{ kg/m}^3$$

Harmonische Näherungen sollen als Lösungen auch akzeptiert werden!