Prüfungsteilnehmer	Prüfungstermin	Einzelprüfungsnummer
Kennzahl: ______ Kennwort: ______ Arbeitsplatz-Nr.: ______	**Herbst 2014**	**44010**

Erste Staatsprüfung für ein Lehramt an öffentlichen Schulen

— Prüfungsaufgaben —

Fach: **Physik (Unterrichtsfach)**

Einzelprüfung: **Mechanik/Wärmelehre/Optik usw.**

Anzahl der gestellten Themen (Aufgaben): 1

Anzahl der Druckseiten dieser Vorlage: 6

Sämtliche Teilaufgaben sind zu bearbeiten!

Bitte wenden!

Teilaufgabe 1: Autofahrt

(20 Punkte)

a) Ein Auto durchfahre eine Kurve, wobei sich der Betrag seiner Geschwindigkeit nicht ändern soll. Die Straßenoberfläche sei horizontal, d.h. die Kurve hat keine Überhöhung. Der Haftreibungskoeffizient μ_0 beträgt auf trockener Straße $\mu_{0,\text{trocken}} = 1{,}0$. Auf glatter Straße gilt $\mu_{0,\text{glatt}} = 0{,}090$. Bestimmen Sie, mit welchem Faktor sich die Maximalgeschwindigkeit v_{max}, mit der die Kurve ohne Rutschen durchfahren werden kann, auf der trockenen Straße relativ zur glatten Straße erhöht. Vernachlässigen Sie die Massenverteilung des Autos!

(2 Punkte)

b) Der Kurvenradius sei $r_K = 80$ m. Außerdem soll die Kurve nun überhöht sein und der Neigungswinkel sei $\alpha = 12°$. Das Auto soll nun mit einer bestimmten Geschwindigkeit in die Kurve hineinfahren, und diese dann mit konstanter Geschwindigkeit durchfahren. Bestimmen Sie die Geschwindigkeit in km/h, mit der das Auto die Kurve durchfahren muss, damit es auch bei verschwindend geringer Reibung nicht wegrutscht! Skizzieren Sie für diesen Fall die Kraftkomponenten, die senkrecht zur Bewegungsrichtung auf das Auto wirken!

(5 Punkte)

c) Nun soll eine überhöhte Straßenkurve mit dem Kurvenradius r_K und dem Neigungswinkel α gebaut werden, die bei Glätte mit Haftkoeffizient 0,090 das Durchfahren mit der Maximalgeschwindigkeit $v_{max} = 45$ km/h erlaubt. Gleichzeitig soll der Neigungswinkel α aber so gering sein, dass ein stehendes Auto auf der glatten Straße gerade nicht zum inneren Straßenrand wegrutscht. Bestimmen Sie den Neigungswinkel α und den minimalen Kurvenradius r_K!

(5 Punkte)

d) Ein PKW mit Anhänger habe die Gesamtmasse M. Das Gespann soll einen Anstieg bewältigen, dessen Länge 4500 m und dessen Steigungswinkel 6,5° beträgt. Die Anfangsgeschwindigkeit des Gespanns sei 64,8 km/h. Während des Anstiegs nimmt die Geschwindigkeit ab, oben soll sie aber noch 50,4 km/h betragen. Luftwiderstand und Reibungsverluste seien vernachlässigbar. Bestimmen Sie die Arbeit, die der Automotor hierzu verrichten muss, in Abhängigkeit der Gesamtmasse M des Gespanns!

(4 Punkte)

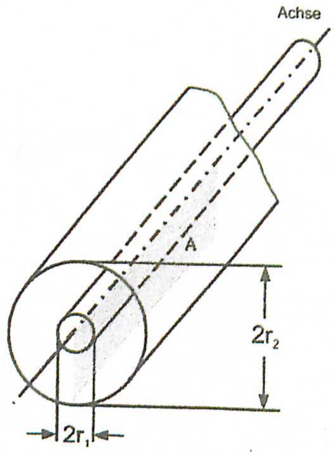
e) Die Masse des PKW in Teilaufgabe d sei $m_{PKW} = 1300$ kg. Die verfügbare mittlere Leistung des Automotors betrage $P = 30$ kW. Die Geschwindigkeitsabnahme während des Anstiegs sei zeitlich konstant. Bestimmen Sie die für den Anstieg benötigte Fahrzeit und die erlaubte Masse des Anhängers m_A!

(4 Punkte)

Fortsetzung nächste Seite!

Teilaufgabe 2: Koaxialleiter (20 Punkte)

Ein Koaxialleiter bestehe aus zwei sehr dünnwandigen Hohlzylindern mit den Radien r_1 und r_2 ($r_1 < r_2$). Im Innenleiter fließe ein Strom der Stromstärke I, im Außenleiter ein gleich starker Strom, aber in der entgegengesetzten Richtung. Die Stromdichte sei in jedem der beiden Leiter homogen verteilt.



a) Zeigen Sie mit Hilfe des Ampèreschen Gesetzes, dass bis auf den Raum zwischen den beiden Zylindern für die magnetische Feldstärke $H = 0$ gilt.

(2 Punkte)

b) Berechnen Sie H als Funktion des Radius r, gemessen von der Mittelachse des Innenleiters (Kabelachse)!

(2 Punkte)

c) Durch die Leiterachse und eine Mantellinie des äußeren Zylinders sei eine Ebene A aufgespannt. Berechnen Sie für ein Kabelstück der Länge l den magnetischen Fluss Φ_m durch den zwischen r_1 und r_2 liegenden Teil dieser Ebene!

(3 Punkte)

d) Zeigen Sie, dass aus $\Phi_m = L \cdot I$ die Selbstinduktivität je Längeneinheit

$$L^* = \frac{L}{l} = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)$$

folgt.

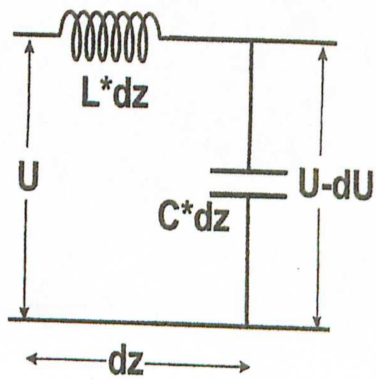
(2 Punkte)

Die Kapazität des Koaxialkabels je Längeneinheit beträgt $C^* = \frac{C}{l} = \frac{2\pi\varepsilon_o}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}$

Verwenden Sie im Folgenden nebenstehendes Ersatzschaltbild für ein Stück der Länge dz des Kabels!

An den Eingang wird nun eine elektromagnetische Welle gegeben

durch $U = U_0 \cdot e^{i(\omega t - kz)}$ und $I = I_o \cdot e^{i(\omega t - kz)}$ eingekoppelt.



e) Berechnen Sie den Spannungsabfall dU über die Kabellänge dz als Funktion des durch L^*dz fließenden Stroms I.

(2 Punkte)

Fortsetzung nächste Seite!

f) Berechnen Sie den Anteil des Stroms *dI*, der im Kabelabschnitt der Länge *dz* über die Kapazität C^*dz abfließt, als Funktion der angelegten Spannung! (Vernachlässigen Sie Terme höherer Ordnung!)

(2 Punkte)

g) Zeigen Sie mit den Ergebnissen aus e) und f) unter Verwendung der Ansätze für U und I der elektromagnetischen Welle, dass die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle $v_{ph} = \frac{1}{\sqrt{L^*C^*}}$ ist und dass v_{ph} unabhängig von r_1 und r_2 ist!

(5 Punkte)

h) Erläutern Sie, warum handelsübliche Koaxialkabel eine geringere Ausbreitungsgeschwindigkeit v_{ph} haben als in g) berechnet!

(2 Punkte)

Fortsetzung nächste Seite!

Teilaufgabe 3: Kreisprozess (20 Punkte)

Ein System bestehend aus einem Mol eines idealen Gases kann Wärme und Arbeit mit der Umgebung austauschen. Die Vorzeichen von dQ und dW seien so gewählt, dass $dQ > 0$ und $dW > 0$ jeweils die Aufnahme von Wärme bzw. Arbeit aus der Umgebung bezeichne.

Das System durchlaufe einen Kreisprozess mit folgenden Zustandsänderungen:

Schritt a→b: Adiabatische Kompression vom Zustand V_a, p_a, T_a zu V_b, p_b, T_b
Schritt b→c: Isobare Expansion bei p_b von V_b, p_b, T_b auf V_c, $p_c = p_b$, T_c
Schritt c→d: Adiabatische Expansion von V_c, p_c, T_c auf V_d, p_d, T_d
Schritt d→a: Isobare Kompression von V_d, p_d, T_d auf V_a, p_a, T_a.

a) Skizzieren Sie den Prozess im p-V-Diagramm!

(2 Punkte)

b) Geben Sie die Verhältnisse T_a/T_b und T_d/T_c als Funktion der Drücke an und zeigen Sie, dass $T_a/T_b = T_d/T_c$ gilt! Sortieren Sie die Temperaturen T_a, T_b, T_c und T_a, T_c, T_d der Größe nach!

(4 Punkte)

c) Berechnen Sie für jeden einzelnen Schritt die zwischen dem System und der Umgebung ausgetauschte Wärmemenge und geben Sie jeweils an, ob Wärme vom System aufgenommen oder abgegeben wird!

(3 Punkte)

d) Zeigen Sie, dass für die in Schritt b→c verrichtete Arbeit gilt: $dW_{bc} = (c_p - c_v)(T_b - T_c)$ und berechnen Sie für die weiteren Schritte die zwischen dem System und der Umgebung ausgetauschte Arbeit. Geben Sie für alle Schritte an, ob Arbeit vom System aufgenommen oder verrichtet wird.

(4 Punkte)

e) Berechnen Sie die Bilanz der ausgetauschten Arbeit! Geben Sie an, ob die Maschine Arbeit verrichtet!

(3 Punkte)

f) Berechnen Sie den thermodynamischen Wirkungsgrad des Kreisprozesses als Funktion von p_a und p_b!

(2 Punkte)

g) Wie unterscheidet sich der Carnot-Prozess von dem hier beschriebenen Prozess? Vergleichen Sie den Wirkungsgrad der hier beschriebenen Maschine mit dem einer Carnotmaschine, die zwischen der höchsten und niedrigsten auftretenden Temperatur betrieben wird!

(2 Punkte)

Fortsetzung nächste Seite!

Teilaufgabe 4: Fotokamera (20 Punkte)

a) Eine Fotokamera habe eine Bildfläche von 24 mm (Höhe) x 36 mm (Breite). Ein Schloss im Abstand von 150 m soll möglichst bildfüllend abgelichtet werden ohne über den Bildrand hinaus zu ragen. Die Breite des Schlosses betrage 60 m. Zur Verfügung stehen Objektive mit den Brennweiten f = 28, 35, 50, 85, 100, 135, 200 und 300 mm. Bestimmen Sie, welches der Objektive die gestellte Aufgabe am besten erfüllt!

(3 Punkte)

b) Die Blendenzahl BZ = f/D eines Objektivs ist als Quotient von Objektivbrennweite f und Objektivdurchmesser D definiert und lässt sich mit Hilfe einer Irisblende (Diaphragma) über einen weiten Bereich variieren. Bestimmen Sie, um welchen Faktor sich bei einer Verdopplung der Blendenzahl (z. B. von 4 auf 8) die optimale Belichtungszeit ändert! Erläutern Sie qualitativ, wie sich hierbei die Schärfentiefe verändert!

(3 Punkte)

c) Ein Objektiv variabler Brennweite (Zoomobjektiv) besteht aus mehreren Linsen, deren Zwischenabstand d variabel ist. Betrachten Sie ein Zoomobjektiv aus einer vorderen Konvexlinse der Brennweite f_1 = 120 mm und einer hinteren Konkavlinse der Brennweite f_2 = -120 mm. Zeichnen Sie für einen Linsenabstand d = 60 mm den Abbildungsstrahlengang eines parallelen Strahlenbündels, das unter einem Neigungswinkel von etwa 15° zur optischen Achse einfällt! Vernachlässigen Sie dabei eventuell auftretende Linsenfehler!

(5 Punkte)

d) Berechnen Sie für das Zoomobjektiv aus Teilaufgabe c) für einen sehr weit entfernten Gegenstand die Bildweite bezogen auf die hintere Linse für die folgenden Fälle:
(i) Linsenabstand d = 60 mm und (ii) Linsenabstand d = 70 mm!

(5 Punkte)

e) Berechnen Sie den Faktor, um den sich die Bildgröße ändert, wenn der Linsenabstand d in Teilaufgabe d) von 70 mm auf 60 mm reduziert wird!

(4 Punkte)