

Vorbemerkungen: Alle Lösungswege müssen deutlich erkennbar sein. Antworten ohne Begründung fallen aus der Wertung.  
 Dauer der Prüfung: 4 h  
 Erlaubte Hilfsmittel: Formeln und Tafeln DMK und Fundamentum Rechner TI 83 plus  
 Gesamtpunktzahl: 82 Punkte. Für Note 6 genügen 69 Punkte.

## 1. Relativität (4 + 3 + 2 + 4 + 6 = 19 P)

Ein Raumschiff fliege mit der konstanten Geschwindigkeit  $0,60\,c$  von der Erde weg; auf der Erde und im Raumschiff ist man sich einig, dass man Uhren und Meter gleicher Bauart benützt.

Die Polizei auf der Erde freut sich, dass ihr ein Raser in die Falle gegangen ist und schickt folgenden Funkspruch: "Sie fliegen ohne Schlusslicht. Macht Fr. 200.- Busse." Die Antwort aus dem Raumschiff: "Selber Schlusslicht! Wir senden die  $H_{\alpha}$  - Linie mit grosser Intensität aus."

1.1 Erkläre, wie eine solche Lichtlinie entsteht.

1.2 Welche Wellenlänge würde auf der Erde festgestellt, wenn die Raumschiffer tatsächlich die genannte Linie als Schlusslichtbeleuchtung benützen?

1.3 Welche Wellenlänge müsste die Polizei von den Kosmonauten verlangen, damit sie das Schlusslicht im schönen Rot von  $H_{\alpha}$  sähe?

1.4 Der erste Funkspruch ("Busse ...") wird - von der Erde aus beurteilt - ein halbes Jahr nach dem nahen Vorbeiflug des Raumschiffs abgeschickt (beim Vorbeiflug sollen die Nullpunkte der beiden Systeme als zusammenfallend betrachtet werden). Der zweite ("Selber Schlusslicht"), dritte ("Wellenlänge ... aussenden!") und letzte ("Ihr spinnt ja wohl. Färbt lieber mal euren Infrarotplaneten um") werden jeweils gleich nach dem Eintreffen des Vorgängers abgeschickt. Zeichne die Situation vom Vorbeiflug bis zum Eintreffen des vierten Funkspruchs in einem korrekten Minkowski-Diagramm auf.

1.5 Berechne die Distanz Erde-Raumschiff, welche die Polizei am Ende des Funkverkehrs misst.

## 2. Wechselstrom (4 + 6 + 4 + 4 = 18 P)

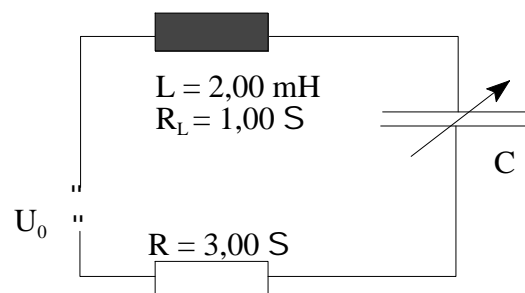
2.1 Berechne die Induktivität  $L$  und den Widerstand  $R_L$  einer luftgefüllten Spule mit den folgenden Angaben:  $N = 1000$ , Radius des Spulenkörpers  $R = 1,00\,\text{cm}$ , Drahtradius  $r = 0,1974\,\text{mm}$ . Die Spule besteht aus einlagig gewickeltem Draht aus reinem Cu.

2.2 In der rechts gezeichneten Schaltung lässt sich  $C$  von  $1,00\,\mu\text{F}$  bis  $10,0\,\mu\text{F}$  variieren.  $U_0 = 12,0\,\text{V}$ ,  $f = 1500\,\text{Hz}$ .

Zeichne ein quantitativ richtiges Diagramm der Phasenverschiebung  $\varphi$  zwischen Strom und Spannung in Abhängigkeit von der Kapazität  $C$ . Benütze das mm-Papier auf Seite 4 quer.

2.3 Wie gross sind Schein-, Blind- und Wirkleistung für  $C = 4,00\,\mu\text{F}$ ? ( $U_0 = 12,0\,\text{V}$ ,  $f = 1500\,\text{Hz}$ )

2.4 Zeichne ein korrektes Leistungs-Zeigerdiagramm für  $C = 4,00\,\mu\text{F}$ . Wähle für die Pfeillänge der Wirkleistung  $2\,\text{cm}$ .



## 3. Impuls (3 + 2 + 4 + 4 = 13 P)

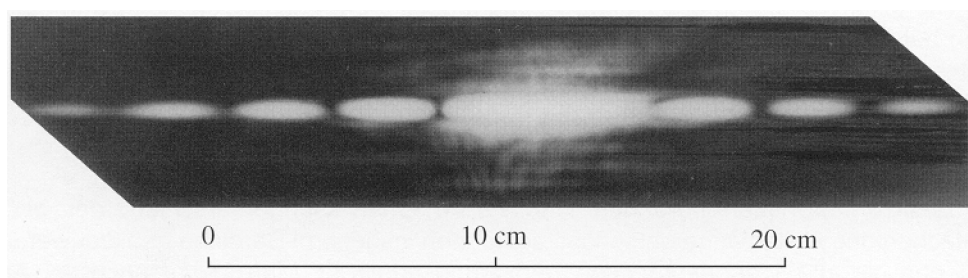
Stelle dir vor, du befindest dich in einem mit der Geschwindigkeit  $v_Z$  fahrenden Zug. Du wirfst einen Ball entgegen der Fahrtrichtung mit der Geschwindigkeit  $v_B$  ( $< v_Z$ ) gegen die Wand des Waggons. Der Stoss mit der Wand sei elastisch. Da die Masse des Waggons viel grösser als die des Balles ist, ändert sich die Geschwindigkeit des Waggons beim Stoss praktisch nicht.

- 3.1 Überprüfe den letzten Satz der obigen Einleitung quantitativ, indem du nicht gegebene Grössen selber sinnvoll annimmst.
- 3.2 Wie ändern sich beim Stoss der Impuls und die kinetische Energie des Balles im Bezugssystem des Waggons? (Rechne hier algebraisch, also ohne angenommene Zahlenwerte, benutze aber die obige Näherung).
- 3.3 Wie ändern sich beim Stoss der Impuls und die kinetische Energie des Balles im Bezugssystem eines Beobachters auf dem Bahnsteig? (Rechne hier algebraisch, also ohne angenommene Zahlenwerte, benutze aber die obige Näherung).
- 3.4 Erkläre qualitativ (in Worten) den Unterschied der kinetischen Energieänderung durch die unterschiedliche Arbeit, die in beiden Bezugssystemen vom Waggon am Ball verrichtet wird.

#### 4. Optik (2 + 3 + 3 + 4 + 2 = 14 P)

Ein Laser, ein Spalt und ein Schirm reichen, um Beugungsfiguren nachzuweisen. Das Foto zeigt eine Beugungsfigur in  $e = 5,78$  m Entfernung vom beugenden Spalt. Die Spaltebene wird aufgefasst als Ausgangsort einer Vielzahl von Elementarwellen mit gleicher Phase, deren Überlagerung die Interferenzfigur ergibt. Die hier verwendete Spaltbreite beträgt  $b = 0,1$  mm.

- 4.1 Schildere präzise, was die beiden Huygens'schen Prinzipien besagen.
- 4.2 Begründe präzise, warum es auch beim Einzelspalt Interferenzen geben muss (Tipp: Zerlege die Spaltebene in zwei Hälften).
- 4.3 Zeige, dass bei kleinen Beugungswinkeln das  $k$ -te Interferenzminimum vom Zentrum (=Hauptmaximum) den Abstand  $a_k = k\lambda/2$  hat.
- 4.4 Bestimme mit Hilfe der Fotografie auf vier unterschiedlichen Minimaabständen beruhend viermal die Wellenlänge des verwendeten Laserlichts. Zeichne in die Figur ein, welche Abstände du verwendest.
- 4.5 Bestimme den absoluten und relativen Fehler des auf 4.4 beruhenden Durchschnitts von der real verwendeten Wellenlänge  $\lambda = 632,8$  nm.



## 5. Komplex (2 + 6 = 8 P)

5.1 Zeige “von Hand”, also ohne Einsatz des Rechners,

dass gilt:  $i + \left( \frac{1 \% i}{2} \right)^2 = 1,5i$

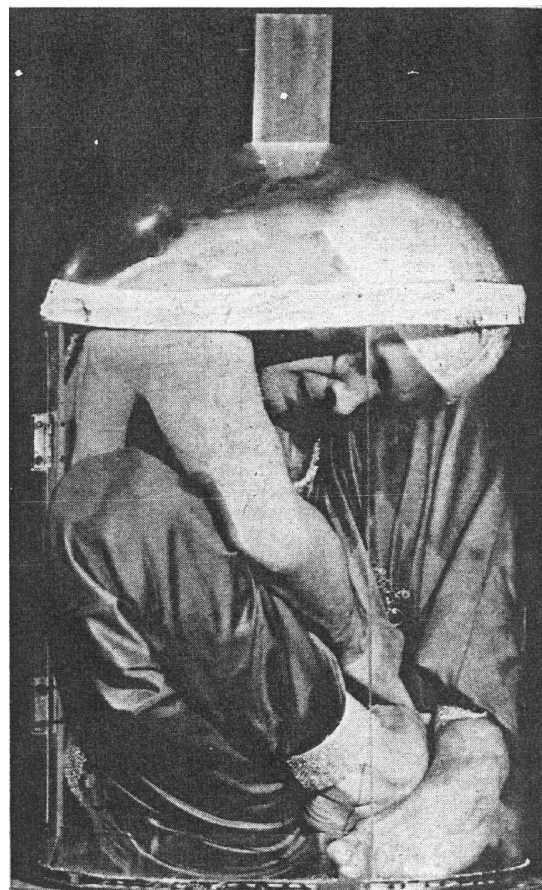
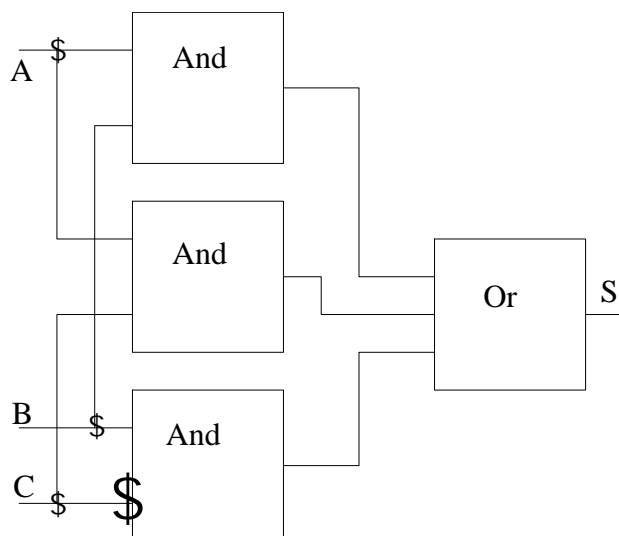
5.2 Gegeben sei die Abbildung  $w(z) = \frac{i \& z}{i \% z}$ . Bestimme ihre Fixpunkte.

## 6. Allgemeinbildung (2 + 3 = 6 P)

6.1 Auf dieser Seite siehst du Bild und Text einer alten Zeitungsmeldung. Nimm dazu begründet Stellung.

6.2 In einem Glasgefäß befinden sich Wasser und eine weitere, ebenfalls geschmacklose und durchsichtige Flüssigkeit, die sich mit dem Wasser nicht mischt, die gleiche optische Dichte wie das Wasser hat, aber unterschiedliche mechanische Dichte. Schlage ein Experiment vor, welches entscheidet, ob das Wasser im Gefäß oben oder unten ist.

## 7. Schaltung (3 + 2 = 5 P)



### ***Der Mann im Glas***

München. ! Er hat Platz in einer 22 Liter-Flasche: Hugo Zamoratte, Artist aus Argentinien. Die erstaunliche Nummer ist zu sehen im neuen Programm des deutschen Circus Krone, der an Weihnachten die Winterspielsaison in seinem Münchner Stammhaus eröffnet hat. (Bild DPA).

Quelle: TA, 27. 12. 1990

7.1 Analysiere die obige Schaltung mittels einer Wahrheitstabelle (Seite 4).

7.2 Zeige, dass eines der Gates überflüssig ist.

