



PHYSIKMATUR SOMMER 2006

Gymnasium Unterstrass Zürich

Termin:	Fr 7. Juli 2006
Zeit:	7.50 - 10.50 (3 Stunden)
Material:	Eigenes: Schreibzeug, TI-89, Fundamentum Vorhanden: Schreibpapier, Tabellenwerk (für Aufgabe 5)
Bewertung:	Bei jeder Aufgabe ist die Anzahl möglicher Punkte angegeben. Für die Maximalnote sind 53 der maximal möglichen 70 Punkte erforderlich ($\approx 75\%$). Darstellung und Formulierung werden bei der Bewertung berücksichtigt.
Examinator:	Alexander Gertsch
Experte:	Prof. Hanspeter Schmid

1 Anhalten (5 Punkte)

Ein Auto ist mit einer Geschwindigkeit von $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ unterwegs. 90 m vor einer Ampel beginnt es mit einer konstanten Verzögerung (= Beschleunigung beim Abbremsen) von $-3.3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ zu bremsen.

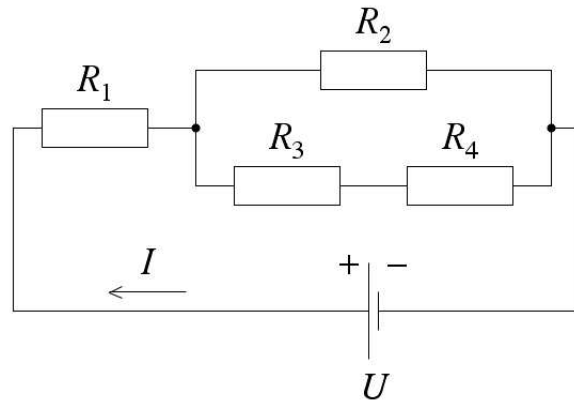
- Hält das Auto vor oder hinter der Ampel? Begründen Sie Ihre Antwort durch eine Rechnung.
- Mit welcher konstanten Verzögerung müsste das Auto abbremsen, um genau bei der Ampel anzuhalten?

2 Ausdehnung im Thermometer (6 Punkte)

In einem Fieberthermometer befinden sich 1.69 g Quecksilber. Während einer Messung steigt die Temperatur von 20.0°C auf 37.6°C an, wobei sich der Stand des Quecksilbers im Steigröhrchen um 2.45 cm verschiebt. Berechnen Sie die Querschnittsfläche dieses Steigröhrchens in mm^2 . Gehen Sie bei Ihrer Berechnung davon aus, dass sich das Quecksilbergefass bei der Erwärmung selber nicht ausdehnt.

3 Eine Schaltung von Widerständen (5 Punkte)

Wie gross ist die Gesamtstromstärke I in der folgenden Schaltung?



$$R_1 = 30 \, \Omega$$

$$R_2 = 40 \, \Omega$$

$$R_3 = 10 \, \Omega$$

$$R_4 = 15 \, \Omega$$

$$U = 120 \, \text{V}$$

4 Die Glasbläserei (6 Punkte)

- (a) In einer Glasbläserei soll ein soeben geblasenes Glasstück mit einer Masse von $m_G = 210 \, \text{g}$ und einer Temperatur von $\vartheta_G = 1300^\circ\text{C}$ durch ein Bad in einer Wasserwanne mit einer Wassermenge von 2.5 Liter und einer Temperatur von $\vartheta_W = 17^\circ\text{C}$ abgekühlt werden. Welche Temperatur wird sich im Wasserbehälter nach kurzer Zeit einstellen?
- (b) Die unter (a) zu berechnende Temperatur entspricht einem theoretischen Wert. Wäre die reale Mischungstemperatur grösser oder kleiner als dieser theoretische Wert? Begründen Sie Ihre Antwort genau!
- (c) Fassen Sie in Worte, was die spezifische Wärmekapazität c über einen Stoff genau aussagt und begründen Sie anschliessend ausführlich, warum sich Wasser hervorragend als Kühlmittel eignet.

5 Im Kernreaktor (9 Punkte)

- (a) Welche Menge Energie wird frei, wenn in einem Kernreaktor ein ^{235}U -Kern durch ein Neutron in einen ^{140}Cs -Kern, einen ^{94}Rb -Kern und 2 Neutronen gespalten wird? Geben Sie die Antwort in MeV an.

Die Massen der genannten Nuklide betragen:

$$m_{\text{U}} = 235.04394 \, \text{u}$$

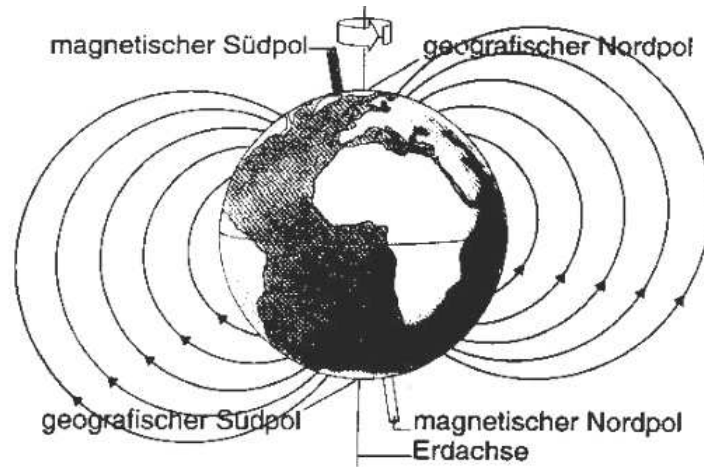
$$m_{\text{Cs}} = 139.91727 \, \text{u}$$

$$m_{\text{Rb}} = 93.92643 \, \text{u}$$

- (b) Das bei der Spaltung entstehende Cäsium-140-Nuklid ist instabil und bildet den Ausgangspunkt einer Zerfallsreihe bestehend aus lauter β -Zerfällen. Welches Nuklid bildet den stabilen Endpunkt dieser Zerfallsreihe?
- (c) Auch das Rubidium-94-Nuklid ist instabil. Es zerfällt mit einer Halbwertszeit von 2.702 s. Nehmen wir an, zum Zeitpunkt $t = 0$ habe die Spaltung eines Uran-Kerns stattgefunden und das Rubidium-Nuklid sei entstanden. Ab welchem Zeitpunkt ist die Chance, dass dieses Nuklid noch existiert, kleiner als 1 %?

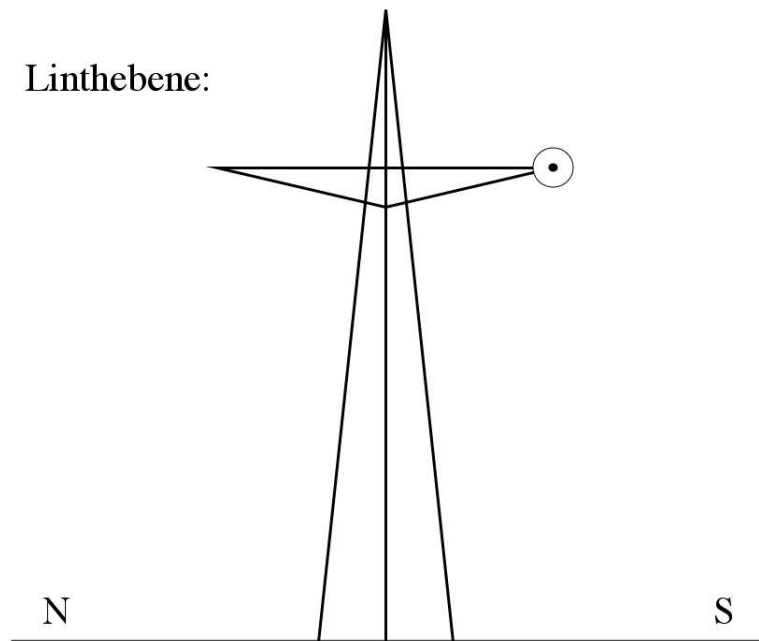
6 Kraft auf eine Hochspannungsleitung (6 Punkte)

Betrachten Sie das folgende Bild des Erdmagnetfeldes:



In einem einzelnen Kabel einer Hochspannungsleitung auf der Linthebene soll ein elektrischer Strom von Osten nach Westen fließen. Die folgende Abbildung zeigt einen Mast dieser Leitung, wenn man ihn von Westen her anschaut. Der Strom in der Leitung fließt also auf uns zu, was durch das übliche Symbol $\odot$ angedeutet wird.

Linthebene:



- Zeichnen Sie in diese Skizze direkt einige Feldlinien des Erdmagnetfeldes ein und bestimmen Sie die Richtung der Lorentzkraft, welche die Leitung erfährt.
- Schätzen Sie mit einer Rechnung ab, welchen Betrag die Lorentzkraft für einen Leitungsabschnitt von 150 m aufweist. Die Stromstärke betrage rund 200 A und das Erdmagnetfeld hat auf der Linthebene eine magnetische Flussdichte von $21.3 \mu\text{T}$.

Müssen die Masten der Leitung aufgrund der Lorentzkraft stabiler gebaut werden? Vergleichen Sie den erhaltenen Kraftbetrag mit der Gewichtskraft eines solchen Leiterabschnittes, welcher eine Masse von ungefähr 100 kg aufweist.

7 Rangieren (15 Punkte)

In den meisten Rangierbahnhöfen werden die Wagen nicht über ganze Strecken von einer Lokomotive bewegt, sondern lediglich auf einen sogenannten Ablaufberg geschoben, von welchem sie dann selbständig herunter- und auf das für sie vorgesehene Gleis rollen. Das Bild zeigt eine Rangierlok, die gerade einen Wagen auf den Ablaufberg geschoben hat. Dieser rollt nun los.

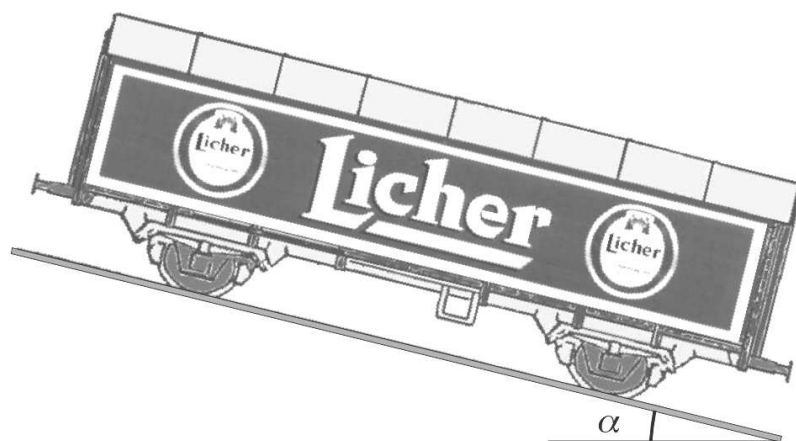
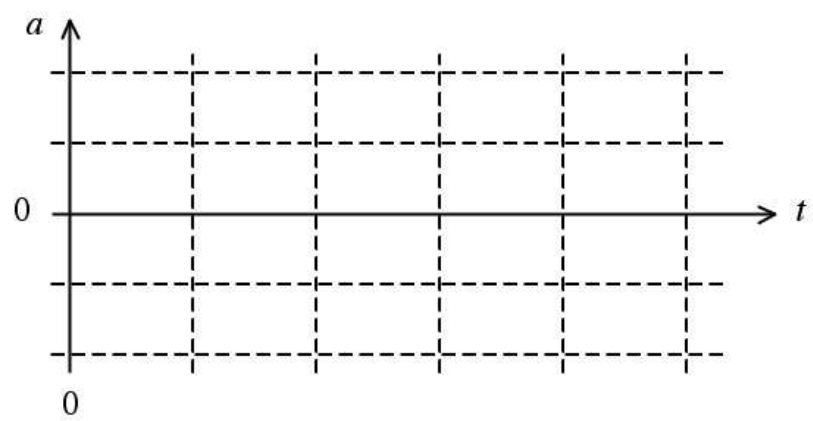
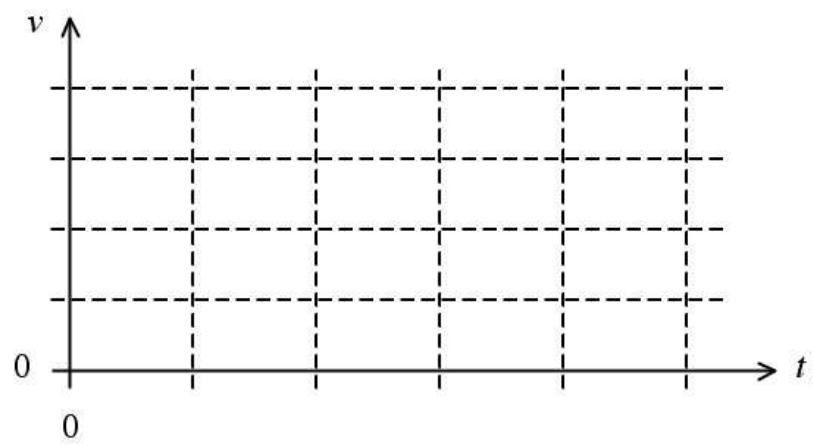
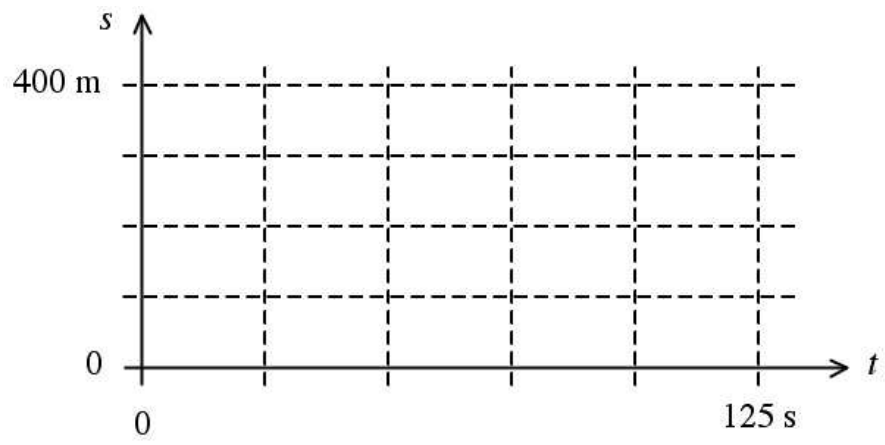


Die folgenden Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

- (a) Der Wagen rollt von der Spitze des Ablaufberges bis zu seinem Standort auf dem für ihn vorgesehenen Gleis. Zeichnen Sie den Zeit-Orts-, den Zeit-Geschwindigkeits- und den Zeit-Beschleunigungs-Graphen für diese Bewegung in die Diagramme auf der nächsten Seite ein, wobei Sie von den folgenden Annahmen ausgehen:
- Der Wagen startet aus dem Stand.
 - Für die ganze Strecke von 400 Meter braucht der Wagen 125 Sekunden, wobei das Herunterrollen vom Ablaufberg die ersten 25 Sekunden beansprucht.
 - Erst während der letzten 25 Sekunden der Bewegung wird der Wagen durch einen mitfahrenden Rangierarbeiter stärker abgebremst und zum Stehen gebracht.

Die Diagramme brauchen nur qualitativ zu stimmen. Es gibt also keine Geschwindigkeits- oder Beschleunigungswerte zu berechnen.

- (b) Auf der Spitze des Ablaufberges besitzt der Wagen potentielle Energie gegenüber dem Niveau der restlichen Gleisanlage. In welche Form ist diese Energie übergegangen, wenn der Wagen schliesslich zum Stehen gekommen ist?
- (c) Der Ablaufberg hat im Vergleich zur restlichen Gleisanlage eine Höhe von 3.5 m. Welche Geschwindigkeit könnte der Wagen maximal erreichen? Geben Sie die Antwort in $\frac{\text{km}}{\text{h}}$.
- (d) Zum Schluss betrachten Sie eine Momentaufnahme während der Abwärtsfahrt des Wagens. Die zugehörige Skizze finden Sie auf der nächsten Seite unten. Der Neigungswinkel betrage in dieser Situation $\alpha = 2.1^\circ$ (übertrieben dargestellt) und die Reibungszahl zwischen Rädern und Schienen weise einen Wert von 0.016 auf. Tragen Sie die auf den Wagen wirkenden Kräfte in die Skizze ein und berechnen Sie damit die Beschleunigung, welche der Wagen in dieser Situation erfährt.



8 Der Stirling-Prozess (10 Punkte)

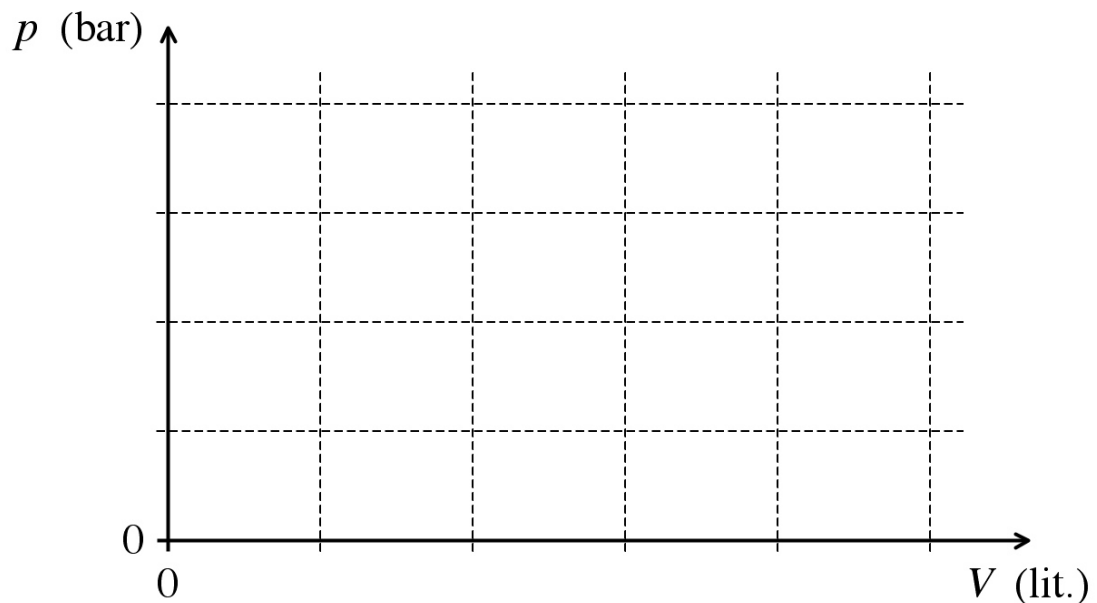
In einem Heissluftmotor beschreibt das Arbeitsgas (hier: Luft) einen sogenannten Stirling-Kreisprozess, in welchem die folgenden Vorgänge hintereinander ablaufen und immer wieder zum selben thermischen Zustand zurückführen:

- Isotherme Expansion von Zustand A nach Zustand B.
- Isochore Abkühlung von Zustand B nach Zustand C.
- Isotherme Kompression von Zustand C nach Zustand D.
- Isochore Erwärmung von Zustand D nach Zustand A.

(a) Bestimmen Sie mit diesen Angaben die fehlenden Werte der folgenden Tabelle:

Zustand	Temperatur (K)	Druck (bar)	Volumen (lit.)
A	823	14.3	0.25
B			2.10
C		1.0	
D			

Zeichnen Sie anschliessend anhand dieser Tabelle den Stirling Prozess ins folgende Diagramm ein, wobei Sie auf eine geeignete Skalierung der Achsen achten.



(b) Bestimmen Sie die Dichte der Luft im Heissluftmotor im Zustand A.

Tipp: Versuchen Sie, die Dichte im Zustand A in Verbindung zu bringen mit der Luftdichte bei Normbedingungen. Letztere können Sie im Fundamentum nachschlagen.

9 Das mikroskopische Bild (7 Punkte)

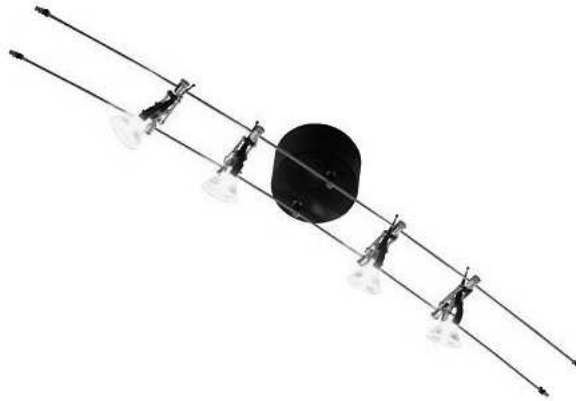
- (a) Erklären Sie, was beim Übergang vom flüssigen in den festen Aggregatzustand eines Metalls auf atomarer Ebene passiert. Begründen Sie auch, warum bei diesem Vorgang Energie frei wird.
- (b) Bestimmen Sie, welches Volumen im Mittel jedem einzelnen Atom in einem Eisenblock zur Verfügung steht.

Hinweis: Vielleicht finden Sie die Behandlung dieser Aufgabe anschaulicher, wenn Sie irgendeine bestimmte Menge Eisen betrachten, z.B. ein Gramm.

10 Lampen (11 Punkte)

Bei Lampen ist die Leistungsangabe ein Mass für die Helligkeit. Z.B. leuchtet eine 100 W-Glühbirne deutlich heller als eine 50 W-Glühbirne. Dies ist natürlich an den Energieverbrauch der Lampe gekoppelt. D.h., die Leistungsangabe teilt auch mit, wie teuer der Betrieb der Lampe ist.

- (a) Berechnen Sie, wie lange man eine 100 W-Glühlampe mit einem einzelnen Rappen betreiben kann, wenn das Elektrizitätswerk für die Kilowattstunde 19 Rp. verlangt.
- (b) Glühlampen werden heutzutage auf verschiedene Arten betrieben. Einerseits gibt es Lampen, welche direkt an die 230 V-Netzspannung angehängt werden. Andererseits werden häufig Niedervolt-Systeme (siehe Bild) verwendet, bei welchen die Netzspannung zuerst auf 12 V heruntertransformiert wird.



Bei einer herkömmlichen Glühbirne für die 230 V-Spannung soll bei Normalbetrieb ein Strom der Stärke 0.26 A fließen. Wie stark wäre der Strom in einer gleich hellen (d.h. gleich leistungsstarken) Niedervolt-Lampe?

- (c) Das Bild oben zeigt eine Niedervolt-Deckenbeleuchtungsvorrichtung. Man kann eine variable Anzahl Glühlampen anschliessen. Zeichnen Sie das Schaltschema zu dieser Anordnung mit vier Glühlampen, wobei Sie den Transformator als Wechselstromspannungsquelle betrachten dürfen.
- (d) Begründen Sie, warum ich die beiden Pole der Niedervoltspannungsquelle (Trafo) gefahrlos gleichzeitig berühren kann, eine direkte Drahtverbindung zwischen diesen beiden Polen aber gefährlich würde. Erklären Sie präzise, wo die Gefahr liegt.