



PHYSIKMATUR SOMMER 2008

Gymnasium Unterstrass Zürich

Termin:	Fr 4. Juli 2006
Zeit:	7.50 – 10.50 (3 Stunden)
Material:	Eigenes: Schreibzeug, TI-89, Formeln und Tafeln Vorhanden: Schreibpapier
Bewertung:	Bei jeder Aufgabe ist die Anzahl möglicher Punkte angegeben. Für die Maximalnote sind 50 der maximal möglichen 70 Punkte erforderlich ($\approx 71\%$). Darstellung und Formulierung werden bei der Bewertung berücksichtigt.
Examinator:	Alexander Gertsch
Experte:	Prof. Hanspeter Schmid

Viel Erfolg bei Ihrer Bearbeitung!

Wärmelehre

1 Kurzfragen zu idealen Gasen (6 Punkte)

- (a) Wie viele Teilchen eines idealen Gases befinden sich bei einem Druck von 2.5 bar und einer Temperatur von 60 °C im Mittel in einem Volumen von 1 mm³? (3)
- (b) Bestimmen Sie die Dichte von Argon-Gas bei 3.4 bar Druck und einer Temperatur von 145 °C. (3)

2 Die spezifische Wärmekapazität von Iridium (7 Punkte)

In einem Kalorimeter, dessen Innenwand aus 155 g Kupfer besteht und welches gegen aussen gut abgedichtet ist, befinden sich 155 g Wasser. Das Kalorimeter habe anfangs eine Temperatur von 23.0 °C.

Nun werden kleine Iridium-Klumpen mit einer Gesamtmasse von 69.7 g ins Wasser gegeben. Vor der Beigabe misst man beim Iridium eine Temperatur von 486 °C. Nach kurzem Schütteln stellt sich im Kalorimeter eine Endtemperatur von 28.7 °C ein.

- (a) Bestimmen Sie aus diesen Angaben die spezifische Wärmekapazität von Iridium. (4)
- (b) Welcher bei der Messung auftretende Effekt verfälscht die Auswertung unter (a) am meisten und in welche Richtung müsste der erhaltene Wert dadurch korrigiert werden? (1)
- (c) Iridium ist das dichteste auf der Erde vorkommende Material. Seine spezifische Wärmekapazität ist dementsprechend gering.

Erläutern Sie, was die spezifische Wärmekapazität mit der Dichte eines Materials zu tun hat. Warum kommen bei Elementen mit hoher Ordnungszahl im Periodensystem tendenziell niedrige Wärmekapazitäten vor? (2)

Hinweis: Verwenden Sie in Ihrer Argumentation die folgende historische Regel von Dulong und Petit (1819):

In einem Festkörper nimmt jedes einzelne Atom im Mittel pro Grad Celsius Temperaturunterschied eine Energiemenge von $4.13 \cdot 10^{-23}$ J auf. Dieser Wert ist in der Regel unabhängig von der Atomsorte!

Mechanik

3 Senkrechter Wurf (9 Punkte)

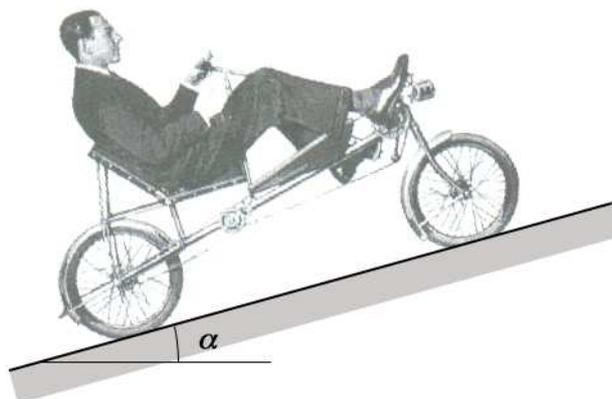
Auf einer Brücke wirft Hans einen Stein mit einer Geschwindigkeit von $47 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ (fast) senkrecht in die Luft, so dass dieser nach 4.8 s im Fluss landet.

- Zeichnen Sie untereinander ein Zeit-Weg-, ein Zeit-Geschwindigkeit- und ein Zeit-Beschleunigungsdiagramm des Vorgangs. (Keine quantitativen Angaben erforderlich.) (3)
- Wie hoch ist die Brücke? Resp. genauer: Auf welcher Höhe über dem Wasser wurde der Stein abgeworfen, wenn man von einem vernachlässigbaren Luftwiderstand ausgeht? (3)
- Warum kann für die unter (b) verlangte Berechnung mit den aufgeführten Angaben nicht direkt der Energieerhaltungssatz verwendet werden?

Argumentieren Sie und geben Sie zusätzlich eine Grösse an (inkl. Wert), mit welcher die unter (b) gestellte Frage via Energieerhaltungsprinzip beantwortet werden könnte. (3)

4 Bergfahrt mit dem Velo (10 Punkte)

In der folgenden Skizze fährt ein Velofahrer mit einer Geschwindigkeit von $19 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ bergauf. (Zur Verdeutlichung der Situation wird die Steigung in der Skizze übertrieben dargestellt.)



- Zeichnen Sie alle Kräfte in die Skizze ein, wobei Sie den Luftwiderstand vernachlässigen dürfen und die Gewichtskraft geeignet in Komponenten zerlegen. Stellen Sie anschliessend zwei Gleichungen zwischen den Beträgen der eingezeichneten Kräfte auf. (3)
- Die Steigung der Strasse betrage 7 %. Bestimmen Sie daraus den Steigungswinkel α . (1)

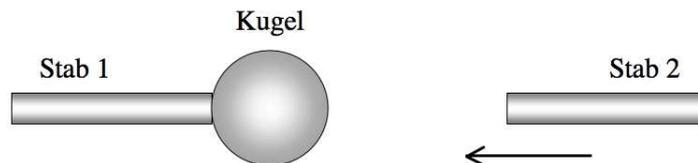
Falls Sie bei (b) keinen Wert für den Winkel erhalten konnten, so rechnen Sie bei (c) und (d) mit $\alpha = 5.40^\circ$ weiter.

- Fahrrad und Fahrer haben zusammen eine Masse von 92 kg und die Rollreibungskraft betrage 5 % der Gewichtskraft dieser Masse. Welche Antriebskraft muss vom Pneu auf die Strasse übertragen werden, damit das Velo gleichförmig unterwegs ist? (2)
- Wie weit kommt das Velo noch, wenn der Fahrer auf einmal mit Treten aufhört und es ohne zu Bremsen ausrollen lässt? (4)

Elektrizitätslehre

5 Magnetische Grundphänomene (5 Punkte)

Ein Metallstab (1) und eine Metallkugel haften magnetisch aneinander. Nun wird ein zweiter Metallstab (2) mit einem Ende auf die Kugel zubewegt (siehe Skizze).

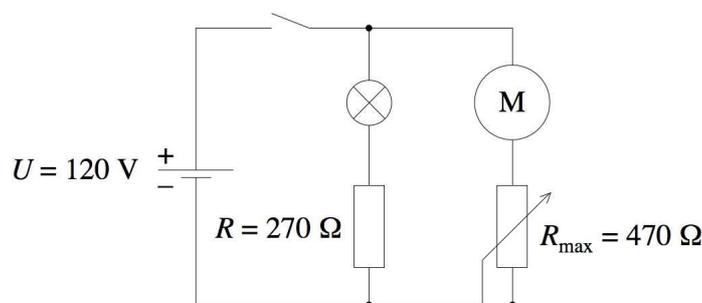


Man macht die folgende Beobachtung: Bei der Annäherung von Stab 2 bemerkt man zunächst eine abstossende Kraft. Wird allerdings eine bestimmte Distanz unterschritten, so besteht eine Anziehung zwischen der Kugel und Stab 2.

- Erklären Sie diese Beobachtungen möglichst präzise. (3)
- Gehen Sie nun davon aus, dass Stab 2 gegenüber von Stab 1 an der Kugel haftet. Skizzieren Sie die magnetischen Feldlinien in dieser neuen Situation, wobei Sie selbst über deren Richtung entscheiden. (2)

6 Steuerung eines Elektromotors (8 Punkte)

Betrachten Sie die folgende Schaltung, in welcher ein Elektromotor angetrieben wird, während ein Glühlämpchen leuchtet:



- Bei geschlossenem Schalter ist der Motor in Betrieb. Wie verhalten sich Motor und Lämpchen bei Veränderung des Regelwiderstandes? (1)
- Das benutzte Lämpchen trägt die Aufschrift $3.5 \text{ V} / 0.45 \text{ A}$. Wird es bei den gegebenen Spannungs- und Widerstandswerten einigermaßen fabrikatgerecht betrieben? (3)
- Der Regelwiderstand sei nun auf 25Ω eingestellt. Bei dieser Einstellung fließt in der Schaltung ein Gesamtstrom von 1.3 A .

Bestimmen Sie aus diesen Angaben den Widerstand des Motors und die elektrische Leistung, welche aktuell in ihm umgesetzt wird. (4)

Hinweis: Sollten Sie unter (b) noch keinen Widerstandswert für das Lämpchen berechnet haben, so dürfen Sie hier einen Wert von 15Ω benutzen.

7 Elektron-Flugbahnen (7 Punkte)

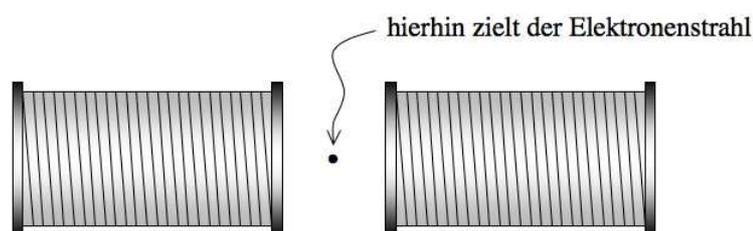
Die folgenden Situationen und Abläufe sollen allesamt in einem Vakuum stattfinden!

An einer Elektronenkanone (\approx Plattenkondensator) liegen 250 V Spannung an. Erhitzt man die Kathode, so treten dort Elektronen aus, welche dann in Richtung Anode beschleunigt werden.

- Warum muss die Kathode erhitzt werden, damit Elektronen aus dem Material austreten? Erklären Sie. (1)
- Welche Menge elektrischer Energie wird pro Elektron umgesetzt, welches sich von der Kathode zur Anode bewegt, und wie schnell kommt das Elektron bei der Anode an? (2)

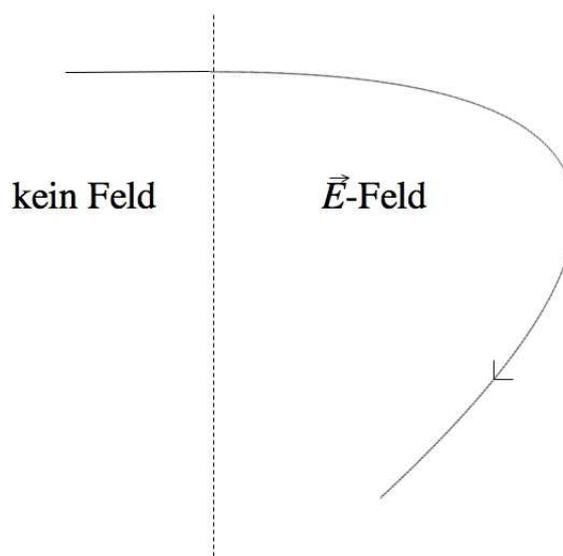
Hinweis: Rechnen Sie hier nicht-relativistisch!

- In der Mitte der Anodenplatte befindet sich ein Loch. Viele Elektronen fliegen genau so auf die Anode zu, dass sie dieses Loch passieren. So erzeugt man einen Elektronenstrahl. Der Strahl soll nun mit einem Magnetfeld abgelenkt werden. Dazu werden zwei Spulen so platziert, dass der Strahl in ihren Zwischenraum zielt. In der folgenden Abbildung komme der Strahl aus unserer Blickrichtung, dringe also senkrecht in die Papierebene ein.



In welche Richtung muss der Strom in den Spulen fließen, damit der Elektronenstrahl im Spulenzwischenraum von uns aus gesehen nach oben abgelenkt wird? (2)

- Der Elektronenstrahl wird auch in einem elektrischen Feld abgelenkt. Die folgende Abbildung zeigt den von links kommenden Strahl, welcher ab der gestrichelten Linie in ein homogenes \vec{E} -Feld eintritt und in der Folge abgelenkt wird. Zeichnen Sie direkt auf diesem Blatt einige Feldlinien des \vec{E} -Feldes ein, welches diese Ablenkung verursacht. (2)



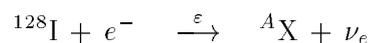
Moderne Physik

8 Radioaktive Zerfälle (11 Punkte)

Wie Sie Ihrem Tabellenwerk entnehmen können, gibt es beim radioaktiven Nuklid Iod-128 mehrere mögliche Zerfallsarten.

- (a) Beschreiben Sie die in der Tabelle aufgeführten Zerfallsmöglichkeiten β^+ , β^- und γ .
Erklären Sie jeweils, was beim Zerfall im Kern anschaulich vor sich geht, und geben Sie die zugehörigen Zerfallsgleichungen an. (3)

- (b) Mit ε bezeichnet man symbolisch einen sogenannten **Elektroneneinfang**. Dies ist eine weitere Möglichkeit der Kernumwandlung. Die Reaktionsgleichung lautet:



Auch diese Reaktion findet in der Regel spontan statt, obwohl dazu zwei Reaktionspartner (${}^{128}\text{I}$, e^-) benötigt werden.

Warum darf man davon ausgehen, dass das Zusammentreffen der beiden Reaktionspartner in der Regel spontan innert nützlicher Frist stattfindet? Erklären Sie. (1)

- (c) Bestimmen Sie das resultierende Nuklid ${}^A\text{X}$ in der Reaktionsgleichung zum Elektroneneinfang unter (b) und berechnen Sie anschliessend die bei der Reaktion frei werdende Bindungsenergie.

Geben Sie das Resultat in MeV an. (5)

Hinweis: Überlegen Sie sich sehr genau, wo jeweils wie viele Elektronenmassen in die Rechnung mit einfließen.

- (d) Nach welcher Zeit sind von einer anfänglichen Menge Iod-128 von $27.6 \mu\text{g}$ nur noch $1.3 \mu\text{g}$ vorhanden? (2)

9 Relativistische Raumfahrt (7 Punkte)

Nehmen wir an, ein Astronaut trete in einem superschnellen Raumschiff eine Reise zum Stern Regulus in einer Entfernung von 77.5 Lichtjahren an.

- (a) Welche Geschwindigkeit müsste das Raumschiff aufweisen, damit der Raumfahrer während dem Hinflug "nur" 20 Jahre älter würde?

Geben Sie die Antwort als Prozentangabe der Lichtgeschwindigkeit. (3)

Falls Sie bei (a) keinen Geschwindigkeitswert erhalten konnten, so rechnen Sie bei (b) und (c) mit $v = 95\% \cdot c$ weiter.

- (b) Wie würde sich die Reise aus der Sicht des Astronauten darstellen? Was wäre anders? Stellen Sie eine entsprechende Berechnung an und erläutern Sie. (2)

- (c) Nehmen wir an, der Astronaut kreist während 5 Jahren mit geringer Geschwindigkeit um Regulus und kehrt dann genau gleich rasch wieder zur Erde zurück. In welchem Jahr käme er zurück, wenn er hier im Jahr 2010 gestartet wäre? (2)