

Juni 2013 / Gub

Dauer der Prüfung: 120 Minuten.

Erlaubte Hilfsmittel: Eigene, angereicherte Formelsammlung DMK/DPK und der in der Klasse bisher benutzte Taschenrechner. Schüler von Yverdon dürfen zusätzlich ein Wörterbuch benutzen.

Es zählen nur die Punkte der **5** am besten gelösten Aufgaben, die Darstellung wird mitbewertet.

Jede Aufgabe gibt gleich viele Punkte.

Der Lösungsweg muss immer klar ersichtlich sein, richtige Antworten ohne jede Begründung geben keine Punkte. Beachten Sie auch, dass etliche der Teilaufgaben unabhängig sind voneinander !

Benutzen Sie bitte für jede Aufgabe ein neues Blatt.

### Aufgabe 1

Die folgenden Versuche werden mit einem He-Ne-Laser durchgeführt, dessen Wellenlänge mit 632.2 nm angegeben wird.

- Wieviele Photonen verlassen das Lasergerät pro Sekunde, wenn die Strahlungsleistung mit 5 mW angegeben wird ?
- Ein Beugungsgitter soll untersucht werden. Dazu wird es mit unserem Laser senkrecht angestrahlt. Auf einem Bildschirm 3.40 m hinter dem Gitter misst man einen Abstand von 1.995 m zwischen dem nullten und dem ersten Maximum. Wieviele Gitterlinien weist das Gitter auf pro Millimeter ?
- Wir richten nun unseren Laserstrahl unter einem Einfallswinkel von 47 Grad zum Lot auf eine 8.4 mm dicke Glasplatte. Es handelt sich dabei um Quarzglas  $\text{SiO}_2$ . Warum sieht man zwei parallele Strahlen (unterschiedlicher Intensität), die von der Glasplatte reflektiert werden ? Welchen Abstand haben diese beiden reflektierten Strahlen voneinander ?

### Aufgabe 2

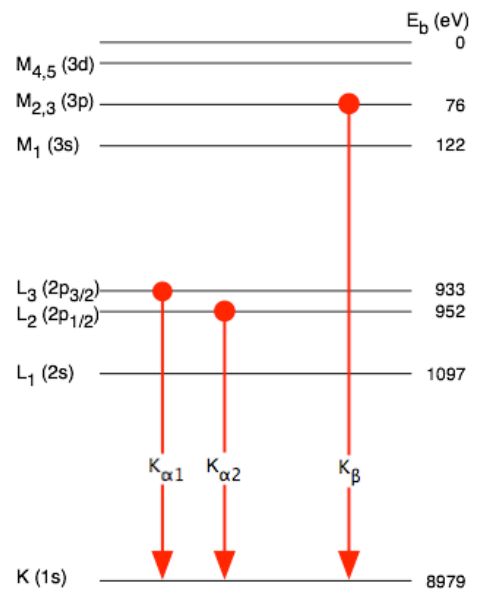
6 Raumstationen A, B, C, D, E, F bilden die Ecken eines riesigen regulären 6-Ecks der Kantenlänge 1 Lichtsekunde. Die 6 Stationen ruhen relativ zueinander und haben ihre Uhren synchronisiert. Ueli Maurer fliegt mit einer Neuanschaffung der CH-Armee mit  $v = 0.8 \cdot c$  über dieses Gebiet hinweg, und zwar genau in Richtung von A nach D.

- Wie lange braucht Ueli für den Flug von A nach D nach seiner Uhr ?
- Welche Zeit messen die Bewohner des 6-Ecks für diesen Überflug ?
- Wie erklären sich die Bewohner des 6-Ecks die beiden unterschiedlichen Werte von a) und b) ?
- Wie erklärt sich Ueli die beiden unterschiedlichen Werte ?
- Welche Desynchronisation weisen die Uhren in A und C für Ueli auf ?
- Auf welcher Frequenz empfängt Ueli die Signale von D, welche mit 120 MHz gesendet werden ?

### Aufgabe 3

Hier geht es um eine Röntgen-Röhre mit dem Anodenmaterial Kupfer, die mit einer Spannung von 36 kV betrieben wird.

- Woraus besteht die Röntgenstrahlung, und wie wird sie erzeugt ?
- Zeichnen Sie ein Diagramm mit dem typischen Spektrum einer Röntgenröhre. Das Diagramm soll rein qualitativ die Intensität der Strahlung in Abhängigkeit von der Wellenlänge aufzeigen.
- Berechnen Sie die kurzwellige Grenze des Strahlungsspektrums. Muss man bei der Berechnung die spezielle Relativitätstheorie berücksichtigen ?
- Auf dem kontinuierlichen Röntgenspektrum sitzen noch einige markante Emissionslinien. Wie kommt es zu dieser 'charakteristischen Strahlung' ?
- Zeigen Sie, wie aus der Bohr'schen Theorie des Wasserstoffatoms das sogenannte Mosley'sche Gesetz für die Wellenlänge der K-alpha-Linie abgeleitet werden kann.
- Berechnen Sie die Wellenlänge dieser K-alpha-Linie und vergleichen Sie mit dem nebenstehenden Diagramm !
- Warum zeigt diese Graphik aus dem Wikipedia-Artikel zur "charakteristischen Röntgenstrahlung" *mehrere* dieser K-alpha-Linien ?



### Aufgabe 4

Beteigeuze ist einer der beiden 'Schultersterne' des Sternbildes Orion. Er ist ein Roter Überriese im End-stadium seines Lebens und erscheint auch dem blossen Auge als deutlich orange oder rötlich gefärbt, ganz im Unterschied zum bläulich-weißen Licht des 'Fusssternes' Rigel. Beteigeuze strahlt am intensivsten bei einer Wellenlänge von 840 nm .

- Bestimmen Sie die Oberflächentemperatur von Beteigeuze. Rechnen Sie 'notfalls' mit einem Wert von 3400 K weiter bei den folgenden Teilaufgaben.
- Obwohl dieser Stern also recht 'kühl' ist gibt er etwa 55'000 mal soviel Energie ab pro Sekunde wie die Sonne mit ihrer Oberflächentemperatur von etwa 5780 K . Wie ist das möglich ?
- Berechnen Sie den Radius des Sternes Beteigeuze in der Einheit 'Sonnenradius' und vergleichen Sie das Ergebnis mit dem Radius der Erdbahn.
- Beschreiben Sie zwei voneinander unabhängige Methoden, die Oberflächentemperatur der Sonne zu bestimmen !
- Welchen Sinn hat es denn, dieselbe Grösse auf mehrere verschiedene Arten zu bestimmen ?

## Aufgabe 5

Fritz wohnt in Wängi direkt an der Linie der Frauenfeld-Wil-Bahn, welche mit 1200 V Gleichspannung betrieben wird. Hans wohnt in Siegershausen direkt an der Linie der Mittelthurgau-Bahn. Die Mittelthurgau-Bahn wird wie die SBB mit Wechselstrom von 16 kV bei einer Frequenz von  $16 \frac{2}{3}$  Hz betrieben. Die beiden treffen sich zu einem Gespräch darüber, wie sie ihren privaten Strombedarf illegal über die jeweilige Bahn decken könnten. Sie wissen, dass die Ströme in den Oberleitungen von Magnetfeldern begleitet sind, und diese Magnetfelder wollen sie 'anzapfen'.

- a) Welcher der beiden ist in der günstigeren Lage und warum ?
- b) Wie muss man es anstellen, um dem Magnetfeld Energie zu entziehen ? Geben Sie die geometrische Ausrichtung der beteiligten Gerätschaften genau an.
- c) Gehen Sie von einem Fahrstrom von 4000 A und einem Abstand von 8 m zur Oberleitung aus. Wie gross ist die nutzbare magnetische Feldstärke maximal ?
- d) Dimensionieren Sie das 'Anzapfgerät' geeignet und geben Sie an, welche Spannung von diesem Anzapfgerät abgegeben wird, wenn in der Oberleitung der maximale Fahrstrom fliesst.
- e) Welche Nachteile hat diese Stromversorgung (einmal ganz abgesehen davon, dass sie illegal ist) ?
- f) Warum funktioniert das nur sehr eingeschränkt, wenn Sie das 'Glück' haben, direkt unter einer grossen Hochspannungs-Freileitung zu wohnen ?

## Aufgabe 6

Bis zur Entdeckung des Neutrons nahm man an, dass sich im Kern eines Atoms nebst Protonen auch noch Elektronen aufhalten. Ein O-16-Kern sollte demnach 16 Protonen und 8 Elektronen enthalten. Beweisen Sie in dieser Aufgabe, dass diese Annahme nicht mit den Ideen von Louis de Broglie vereinbar ist.

- a) Wie gross ist der Durchmesser eines O-16-Kerns ?
- b) Wie gross wäre also der Impuls eines derartigen Kernelektrons, wenn es sich im Gebiet des Kerns aufhalten muss ?
- c) Bestimmen Sie klassisch und relativistisch die kinetische Energie und die Geschwindigkeit eines derartigen Kernelektrons.
- d) Berechnen Sie die Energie, die erforderlich wäre, um ein Elektron aus anfänglicher Ruhe vom Rand dieses Atomkerns bis ins Unendliche zu entfernen.
- e) Welcher Schluss lässt sich aus den Ergebnissen von c) und d) ziehen ?