

Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca

ESAME DI STATO DI ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE

SECONDA PROVA SCRITTA - ESEMPIO

Indirizzi: LI02 – SCIENTIFICO

LI03 - SCIENTIFICO - OPZIONE SCIENZE APPLICATE

LI15 – SCIENTIFICO – SEZIONE AD INDIRIZZO SPORTIVO

Arbeit aus: Physik

Der Kandidat/die Kandidatin soll eines der beiden Probleme lösen
und vier der acht Fragen beantworten!

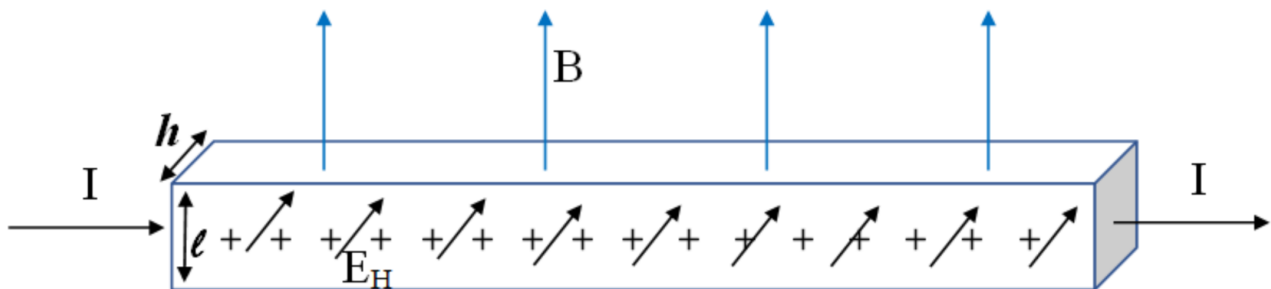
Problemstellungen

Problemstellung 1:

Eine Lehrperson hat im Physiklabor den Verlauf des Magnetfeldes, das von einer stromdurchflossenen Spule erzeugt wird, veranschaulicht. Sie hat Eisenfeilspäne verwendet, um die Feldlinien sichtbar zu machen. Weiters hat sie ein Gerät verwendet, das sie „Magnetometer basierend auf dem Halleffekt“ genannt hat, um die Feldstärke an verschiedenen Punkten zu messen.

Der Halleffekt wurde im Jahre 1879 vom amerikanischen Physiker Edwin Herbert Hall entdeckt und ermöglicht die Bestimmung der magnetischen Feldstärke durch die Messung der Hallspannung U_H . Online hast du darüber hinaus die folgende schematische Beschreibung zur Funktionsweise des Gerätes gefunden:

„Durch ein dünnes Kupferplättchen mit rechteckiger Querschnittsfläche $A = l \cdot h$, fließt ein konstanter Strom I . Wird dieses Plättchen in ein homogenes Magnetfeld B gelegt, dessen Richtung in der Abbildung dargestellt wird, so wird die vordere Fläche des Plättchens positiv und die hintere (nicht sichtbar) negativ geladen. Zwischen den zwei Flächen bilden sich eine Spannung U_H (Hallspannung) und ein elektrisches Feld E_H , das wie in der Abbildung gerichtet ist.“



1. Erläutern Sie die Ursache für das elektrische Feld E_H und für die Spannung U_H !
2. Der Halleffekt kann verwendet werden, um das Vorzeichen der Ladungen zu bestimmen, die sich in Leitern bewegen. Erklären Sie qualitativ, wie sich das Phänomen je nach Vorzeichen der bewegten Ladungen verändert.
3. Zeigen Sie, dass zwischen der Spannung, die zwischen den beiden Flächen des Plättchens herrscht, und der Stärke des Magnetfeldes B ein linearer Zusammenhang ($U_H = kB$) besteht, wenn das Gleichgewicht zwischen den Kräften, die auf die bewegten Ladungen wirken, erreicht wird.
4. Um dieses Gerät als Magnetometer verwenden zu können, ist eine Eichung notwendig, also eine Messung von U_H bei bekannten Werten für das Magnetfeld B . Die folgende Tabelle gibt experimentelle Messwerte einer solchen Eichung an:

B [mT]	100	200	300	400	500
U_H [10^{-7} V]	0,70	1,5	2,3	3,4	4,3

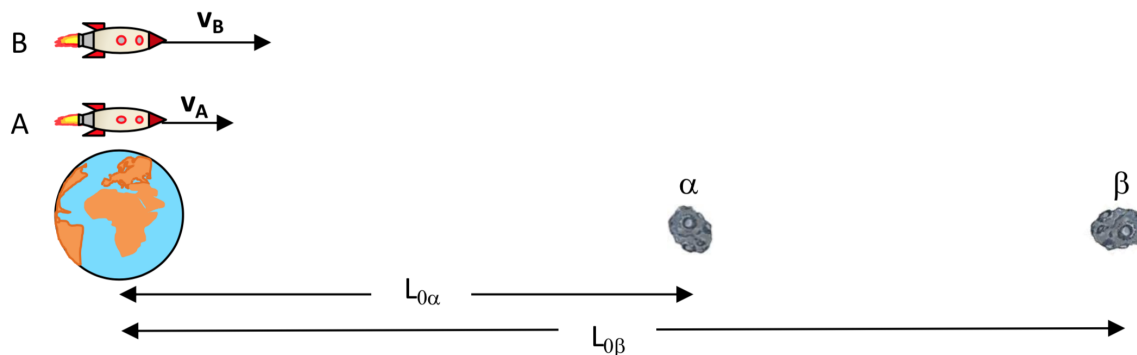
Zeigen Sie, dass diese Werte mit der direkten Proportionalität zwischen U_H und B in Einklang stehen, zeichnen Sie den Graphen der Eichung und geben Sie einen ungefähren Wert für die Proportionalitätskonstante k an! Wie würden Sie die Ungenauigkeit dieser Schätzung bewerten?

5. Seien $h = 0,10$ cm und $l = 2,0$ cm. Der Wert der Konstanten k sei $9,1 \cdot 10^{-7}$ V/T. Bestimmen Sie damit die Geschwindigkeit der Leitungselektronen in Kupfer (auch „Driftgeschwindigkeit“ genannt)! Wie würden Sie mit diesem Wert und mit der Kenntnis der Stromstärke $I = 1,0$ A die Ladungsträgerdichte pro Volumeneinheit in dem Plättchen bestimmen?

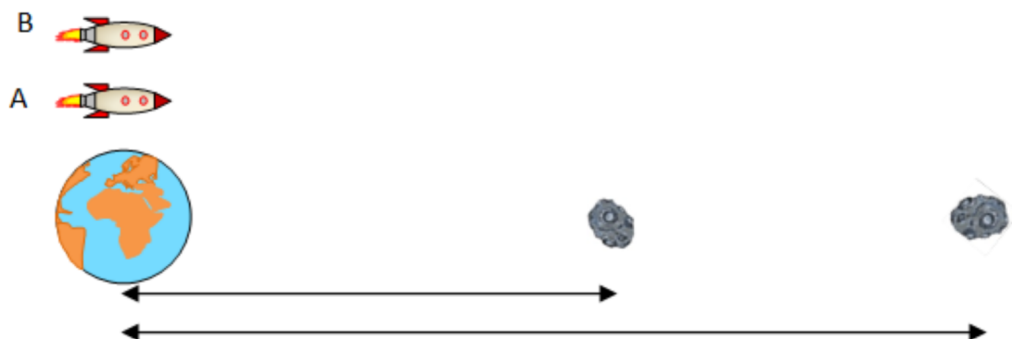
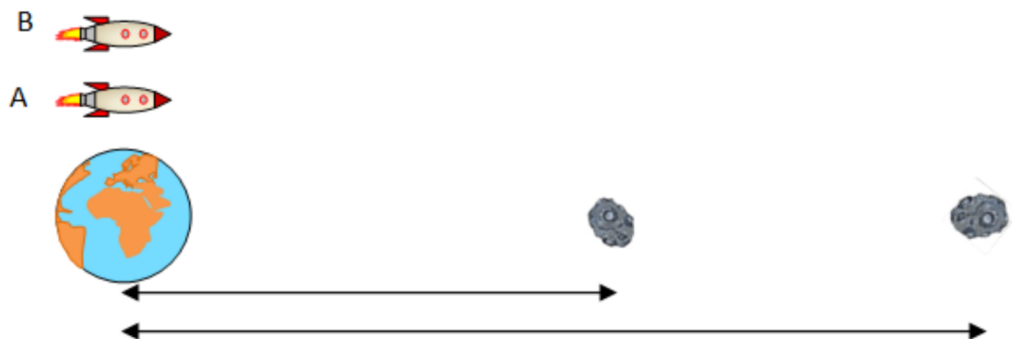
Problemstellung 2:

Zwei Asteroiden, die wir α und β nennen, wurden in den Abständen $L_{0\alpha} = 4$ Lichtstunden ($4,317 \cdot 10^{12}$ m) und $L_{0\beta} = 7,5$ Lichtstunden ($8,904 \cdot 10^{12}$ m) zur Erde gesichtet. Die zwei Asteroiden sind entlang einer Linie zur Erde ausgerichtet und ihre Geschwindigkeit relativ zur Erde ist vernachlässigbar. Zwei Raumschiffe A und B fahren gleichzeitig los, um die Asteroiden zu erkunden. Das Raumschiff A soll den Asteroiden α umfliegen und das Raumschiff B den Asteroiden β .

Die zwei Raumschiffe fliegen geradlinig gleichförmig mit relativistischen Geschwindigkeiten. Das Raumschiff B , das die größere Strecke bewältigen muss, verwendet leistungsstärkere Triebwerke und fliegt mit einer größeren Geschwindigkeit als Raumschiff A . Im Inertialsystem der Erde wird die Ausgangslage zum Zeitpunkt $t = 0$ in der folgenden Abbildung dargestellt:



Die folgenden zwei Abbildungen stellen hingegen die Ausgangslage zum Zeitpunkt $t = 0$ in den Bezugssystemen der Raumschiffe A und B dar.



1. Vervollständigen Sie die zwei Abbildungen, indem Sie zu jedem Objekt einen Vektor zeichnen, der die Geschwindigkeit im jeweiligen Bezugssystem darstellen soll! Schreiben Sie zu jedem Abstand die Gleichung, mit der man diese berechnen kann! Erklären Sie, worin sich die zwei Bezugssysteme A und B von dem der Erde unterscheiden.

Der Kommandant der Mission beschließt, den Astronauten auszuzeichnen, der als erster seinen Asteroiden erreicht. Die zwei Astronauten einigen sich, einander die Ankunftszeit am zugewiesenen Asteroiden zu schicken.

2. Wenn das Raumschiff A den Asteroiden α erreicht, zeigt die Borduhr eine Flugzeit von $t'_\alpha = 9\text{ h } 9\text{ min } 54\text{ s}$ ($3,299 \cdot 10^4\text{ s}$) an; beim Erreichen des Asteroiden β zeigt die Uhr von Raumschiff B ebenso eine Flugzeit von $t'_\beta = 9\text{ h } 9\text{ min } 54\text{ s}$ an. Bestimmen Sie die Geschwindigkeiten der Raumschiffe A und B (in Einheiten von c) bezogen auf die Erde! Bestimmen Sie außerdem die Relativgeschwindigkeit der zwei Raumschiffe zueinander.

Wenn der Astronaut A die Information über die Flugzeit von B auf dem Asteroiden β erhält, meint er gewonnen zu haben und daher Anrecht auf den Preis zu haben.

3. Bestimmen Sie mit der Lorentztransformation oder dem Zusammenhang der in verschiedenen Bezugssystemen gemessenen Zeitintervalle die Ankunftszeit t'_β von B auf dem Asteroiden β im System von A und zeigen Sie, dass er richtigerweise Anrecht auf die Beförderung hat.
4. Aber auch der Astronaut B meint aufgrund der Messung der Zeit t'_α , die A benötigt hat, er habe gewonnen. Bestätige wiederum mit Hilfe der Lorentztransformation oder dem Zusammenhang zwischen den gemessenen Zeitabschnitten in verschiedenen Bezugssystemen die Richtigkeit der Folgerung von B .

Der Kommandant der Mission zieht ein Lehrbuch der Relativität zu Rate, entschuldigt sich anschließend bei den zwei Astronauten und zeichnet beide Astronauten aus: Er hat nämlich verstanden, dass die Reihenfolge von zwei Ereignissen, die sich nicht am gleichen Ort befinden, für zwei unterschiedliche Beobachter umgekehrt sein kann, womit er nicht gerechnet hatte.

5. Erklären Sie, ob diese Umkehr der Reihenfolge möglich ist, unter welchen Voraussetzungen diese sich ereignen kann und ob sie der Grund für die Unstimmigkeit zwischen den beiden Astronauten ist!

Fragen

Frage 1

Eine ideale Zylinderspule (Solenoid) befindet sich im Vakuum. Sie besitzt 400 Windungen und hat eine Länge von 10 cm . Durch sie fließt ein Wechselstrom von $I(t) = 0,50 \cdot \sin(63 \cdot t)\text{ A}$. Eine Leiterschleife befindet sich im Inneren des Solenoids, die beiden sind koaxial. Die Leiterschleife ist vollständig im Magnetfeld, sie hat einen Radius von 5 cm und einen ohmschen Widerstand von $0,2\Omega$. Wie groß ist die induzierte elektromotorische Kraft (*Anmerkung: Induktionsspannung*) und der dadurch induzierte Strom.

Frage 2

Eine Glühlampe, die mit Wechselspannung von 220 V betrieben wird, nimmt eine mittlere elektrische Leistung von $1,0 \cdot 10^2\text{ W}$ auf und emittiert aufgrund der Erwärmung eines Wolframfadens Licht. Es soll Folgendes gelten:

$$\frac{\text{mittlere emittierte Lichtleistung}}{\text{mittlere absorbierte elektrische Leistung}} = 2\%$$

Der Einfachheit halber wird vorausgesetzt, dass die Lampe eine punktförmige Quelle ist, die gleichmäßig in alle Richtungen abstrahlt, und dass der Einfluss der umgebenden Luft vernachlässigbar ist. Berechnen Sie für den Abstand $d = 2,0\text{ m}$ von der Lampe:

- a) die mittlere Intensität des Lichtes
- b) die Effektivwerte des elektrischen Feldes und des magnetischen Feldes

Frage 3

In einer Kathodenstrahlröhre werden die an der Kathode erzeugten Elektronen von einer Potentialdifferenz von $1,00 \cdot 10^5\text{ V}$ beschleunigt. Der Abstand zwischen Kathode und Anode beträgt 20 cm . Wie groß ist die Geschwindigkeit der Elektronen (in Meter pro Sekunde) in der Nähe der Anode, wenn relativistische Effekte mitberücksichtigt werden?

Frage 4

Drei punktförmige Teilchen tragen jeweils die gleiche Ladung Q . Sie befinden sich an den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks mit der Seitelänge 1 m . Bestimmen Sie die potentielle Energie des Systems! Wie verändert sie sich, wenn eine der Ladungen das Vorzeichen ändert? Interpretieren Sie das Ergebnis in Hinblick auf die Veränderung der Ausgangssituation!

Frage 5

Ein nicht-relativistisches Elektron wird durch eine Spannung U (gemessen in Volt) aus der Ruhe beschleunigt. Zeigen Sie, dass wir dem Elektron folgende De Broglie-Wellenlänge λ zuordnen können:

$$\lambda = \sqrt{\frac{1,504}{U}} \text{ nm}$$

Frage 6

Beim Beleuchten einer Silberkathode mit ultraviolettem Licht der Wellenlänge 100 nm benötigt man eine Bremsspannung von $7,7 \text{ V}$, um die Fotoelektronen vollkommen zum Stehen zu bringen. Wie groß ist die Austrittsarbeit von Silber?

Frage 7

Ein 3000 kg schwerer Lieferwagen wird von einem Stoßdämpfer angehalten, der aus einer Federkombination besteht. Die erste Feder (Federkonstante von $D_1 = 1500 \text{ N/m}$) beginnt zu wirken, sobald der Lieferwagen mit dem Stoßdämpfer in Kontakt kommt. Die zweite (Federkonstante von $D_2 = 3500 \text{ N/m}$) beginnt zu wirken, sobald der Stoßdämpfer um 20 cm zusammengedrückt ist. Der Lieferwagen steht still, sobald der Stoßdämpfer um 50 cm zusammengedrückt ist. Bestimme die Anfangsgeschwindigkeit des Lieferwagens!

Frage 8

Sie befinden sich vor zwei gleichartigen Lautsprechern L_1 und L_2 , die voneinander 2 m entfernt sind und einen reinen Ton aussenden. Wenn Sie sich in gleichem Abstand von den beiden Lautsprechern befinden, dann bemerken Sie, dass die von Ihnen wahrgenommene Schallintensität ein Minimum beträgt. Entfernen Sie sich von einem der beiden Lautsprecher (z.B. von L_1) entlang der Senkrechten zur Verbindungsgeraden der Lautsprecher, dann ist die von Ihnen wahrgenommene Schallintensität maximal, wenn Sie 2 m von L_1 entfernt sind. Bestimmen Sie die Wellenlänge des Tons, der von den Lautsprechern ausgesandt wird!

Maximale Dauer der Arbeit: 6 Stunden

Der Gebrauch eines wissenschaftlichen und/oder eines graphikfähigen Taschenrechners ist erlaubt, solange er nicht ein CAS besitzt (M.V. Nr. 350 Art.18 Komma 8).