

**Probeklausur Brückenkurs Physik**  
23.2.2005

Aufgaben mit Lösungen

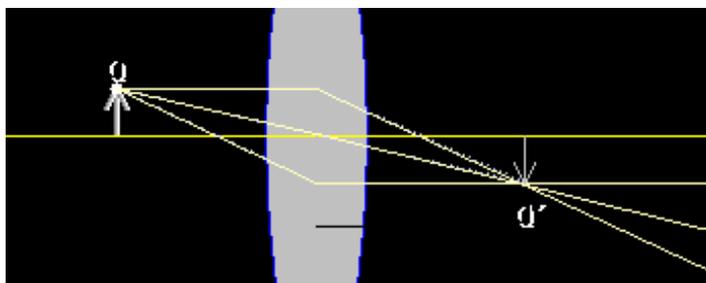
■ 1) Eine dünne Linse mit der Brennweite  $f=2\text{cm}$  ist auf einer optischen Bank montiert. Dadurch wird die zugehörige optische Achse festgelegt. Links von der Linse geht von einem Punkt P auf der Achse ein Bündel achsennaher Lichtstrahlen aus. Der Punkt hat einen Abstand von  $4\text{cm}$  von der Linse.

a) Was geschieht mit den Strahlen beim Durchgang durch die Linse? (Stichwort *Fokussierung*)

b) Fertigen Sie eine Zeichnung der Konfiguration. Zeichnen Sie einen achsennahen Punkt Q ein, mit demselben Linsenabstand wie P. Zeichnen Sie drei Strahlenwege, die von Q zum zugehörigen Bildpunkt führen.

▼ a) Die Strahlen des Bündels gehen hinter der Linse durch einen Punkt P' der Achse, der von der Linse den Abstand  $b = \frac{fg}{g-f}$  hat. Im Beispiel also  $b=4\text{cm}$  (und das ist gleich  $g$ ).

b) Die Bildkonstruktion war mehrfach vorgeführt einschließlich des Argumentes, dass dazu ein Gegenstandspunkt ausserhalb der optischen Achse erforderlich war. Hier wie man die Figur mit Hilfe des gezeigten applets erhält. Einzutragen wären noch  $b, g$  und zweimal  $f$ .



Sie wurden mehrfach aufgefordert, diese drei Wege zu verstehen und zur Konstruktion des Fokuspunktes (des von Q ausgehenden Bündels) zu verwenden.▲

■ 2) Es folgt eine Liste von vermessenen Einfallswinkeln und zugehörigen Ausfallswinkeln für die Grenze zwischen zwei Medien. Sie sollen den zugehörigen Brechungsindex bestimmen. Da natürlich Messungenauigkeiten vorhanden sein werden, geht es darum, einen möglichst guten Schätzwert zu finden. Geben Sie auch an, was für eine Unsicherheit (Fehlergröße) Sie vermuten. Dazu sollten Sie in nachfolgender Tabelle 3 weitere Zeilen ausfüllen und mit den Eintragungen der letzten Zeile die Fragen beantworten. (Verwenden Sie zur Beantwortung der Fragen nach Schätzwert und Unsicherheit einfach den gesunden Menschenverstand, keine Theorie anwenden)

$\varepsilon$ (Einfallswinkel)	0.31	0.5	0.75	0.99
$\alpha$ (Ausfallswinkel)	0.19	0.30	0.44	0.55
$\sin(\varepsilon)$	0.305			
...				
...				

▼ Den meisten, war klar, wie das mit Hilfe des Brechungsgesetzes zu beantworten war. Viele starteten jedoch mit der ursprünglichen Form  $n_1 \sin(\varepsilon) = n_2 \sin(\alpha)$ . Neben dieser stand aber immer die Form mit dem relativen Brechungsindex  $n = \frac{n_2}{n_1}$  nämlich  $\sin(\varepsilon) = n \sin(\alpha)$ . Nun hieß es in der Frage ".....den Brechungsindex..." nicht etwa "...die (beiden) Brechungsindizes...". also konnte nur der relative gemeint sein! .

Ausfüllen der Tabelle:

$\varepsilon$ (Einfallswinkel)	0.31	0.5	0.75	0.99
$\alpha$ (Ausfallswinkel)	0.19	0.30	0.44	0.55
$\sin(\varepsilon)$	0.305	0.479	0.682	0.836
$\sin(\alpha) \dots$	0.189	0.296	0.426	0.523
$n = \frac{\sin(\varepsilon)}{\sin(\alpha)} \dots$	1.614	1.618	1.600	1.599

In der letzten Spalte wurden 3 Nachkommastellen gegeben, um Rundungsfehler für die 2. Stelle zu vermeiden. Dann sollten die Unterschiede auf Messunsicherheiten zurückgehen. Als Schätzwert liegt es nahe, das arithmetische Mittel zu wählen. Man findet:

$$n_{Mittel} = \frac{1}{4}(1.614 + 1.618 + 1.6 + 1.599) = 1.607$$

Inspiziert man die Unterschiede zwischen den 4 Werten, könnte man einen Fehler der Größe 0.1 vermuten, dass der wahre Wert im Bereich  $1.597 \leq n_{wahr} \leq 1.617$  liegt.

▲

■ 3) Gegeben die Zeitfunktion  $s(t) = 3 + 2t^3$ . Bestimmen Sie den Wert der Größe  $s$  für  $t = 2$ . Dann die Wertänderung von  $t_1 = 2$  nach  $t_1 + \Delta t$  für  $\Delta t = 1$ , für  $\Delta t = 0.5$  und für  $\Delta t = 0.1$ . Wie sehen die drei zugehörigen mittleren Änderungsraten aus (deren Werte)? Wie würde man man durch Fortsetzung dieser Arbeit die momentane Änderungsrate für  $t_1 = 2$  erhalten? (Das Ergebnis kann man natürlich mit Hilfe der Ableitungsbildung vorhersagen zu  $Rate_{eakt}(2) = 24$ . Auch hier sollten Sie eine Tabelle anfertigen, um Übersicht zu behalten.)

▼ Dies war eine Frage, die sich auf die sehr ausführliche Unterscheidung der Begriffe "Größe - Änderung (der Größe) - (Änderungs)Rate (der Größe)" bezog. Etwas, was für alle Größen, die von einer anderen Zahlgröße abhängen, beachtet werden sollte.. Dann war zwischen "mittlerer ..." und "momentaner..." zu unterscheiden.

Dann ist  $\Delta t$  die **Änderung der unabh. Variablen**. Interpretiert man  $t$  als Zeit, ist die zugehörige "Rate" die "Änderung von  $s$  pro Zeiteinheit". Das war zu verstehen. Damit folgt die Tabelle, die noch eine nicht verlangte Zeile enthält:

$\Delta t \backslash ..$	Wert	Änderung	Rate
1	57.0	38.0	38.0
0.5	34.25	15.25	30.5
0.1	21.522	2.522	25.22
0.01	19.241	0.2412	24.12

Die letzte Spalte enthält die mittlere Rate über das betrachtete Zeitintervall. Läßt man  $\Delta t$  nach Null gehen (also etwa alle weiteren Zehnerpotenzen  $10^{-n}$  durchlaufen) dann geht die Eintragung der letzten Spalte gegen die momentane Rate (für  $t=2$ )! . ▲

■ 4) Ein Kraftfeld  $\vec{F}(x)$  hat folgende Form, wenn die (felderzeugende) Quelle sich im Ursprung befindet. Wir stellen alle Vektoren durch achsenparallele Wege dar:

$$\vec{F}^K(x, y, z) = \alpha \begin{pmatrix} 2x^2 - y^2 \\ xyz \\ 0 \end{pmatrix}$$

a) Was kann man über die Richtung der Feldvektoren sagen?

b) Jetzt werde die Quelle an den Punkt  $\vec{a}^K = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix}$  verschoben. Wie lautet das zugehörige Feldgesetz

$$\vec{F}_a^K(\vec{x}) = \dots? \dots$$

c) Berechnen sie den Feldstärkewert des Feldes aus b) für  $\vec{x}_0^K = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$

d) Räumliche Skizze von  $\vec{x}_0$  und  $\vec{F}(\vec{x}_0)$

▼ a) Alle Feldvektoren liegen in der x-y-Ebene (verlaufen parallel zu ihr). Vielfach sehr schwache Formulierungen. "Breiten sich in der x-y-Ebene aus" meint das Richtige, ist unüblich und erweckt die falsche Vorstellung, dass die Vektoren sich irgendwie bewegen, entwickeln.

b) Das allgemeine Verfahren sollte auf ein spezielles Beispiel angewandt werden.

$$\vec{F}^K(x, y, z) = \alpha \begin{pmatrix} 2x^2 - y^2 \\ xyz \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\text{und } \vec{x}^K - \vec{a}^K = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x-1 \\ y \\ z-2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_{Neu} \\ y_N \\ z_{Neu} \end{pmatrix}$$

Jetzt ersetzt man in der ersten Zeile jedes x durch  $x_{Neu}$ , jedes y durch....usw. Das ergibt die Feldkonfiguration des neuen Feldes mit der verschobenen Quelle:

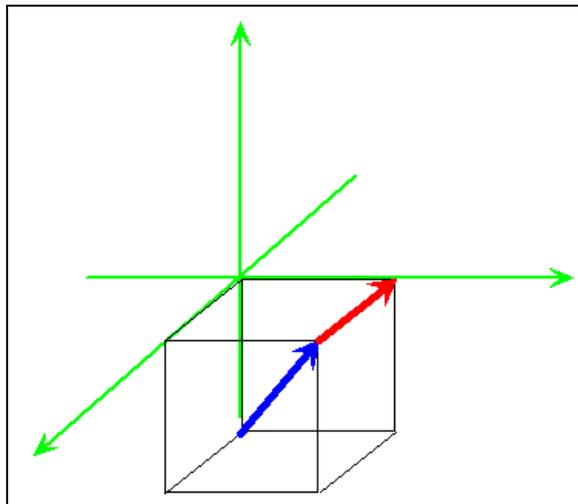
$$\vec{F}_{\vec{a}}^K(x, y, z) = \vec{F}^K(x-1, y, z-2) = \alpha \begin{pmatrix} 2(x-1)^2 - y^2 \\ (x-1)y(z-2) \\ 0 \end{pmatrix}$$

(Das wird man üblicherweise kürzer hinkriegen!)

c) Speziell ist

$$\vec{F}_{\vec{a}}^K(1, 1, 1) = \alpha \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

d) Die Figur zeigt den blauen Ortsvektor  $\vec{x}_0$ , an dessen Endpunkt der rote berechnete Feldvektor (die dort herrschende Feldstärke) angeheftet ist.:




---

Kommentare zu den Ergebnissen

Die Resultate sind enttäuschend **schwach** und zwar weitgehend analog zum vergangenen Jahr. Natürlich mit dem einem Unterschied, dass Sie in dem Sinne rechtzeitig sind, dass Sie noch etwas tun können und sollten.

Nach den üblichen Regeln hätten etwa 6 Teilnehmer **sicher** bestanden, weitere 7 hätten **noch** bestanden und etwa 25 nicht bestanden. (Davon wären erfahrungsgemäß vielleicht 2 oder 3 noch in den Bestehensbereich hinübergerutscht).

Interessant ist jedoch, dass gerade auch die Durchfaller viel aus Ihrer *Fehlleistungen* lernen können und sollten, was ja der Sinn dieser ganzen Aktion ist. **Also: Jetzt nicht etwa sagen, da komme ich garnicht mehr. Sondern möglichst: Jetzt erst recht.**

Zu den Schwächen: Es gibt einmal eine allgemeine "Publikumsbeschimpfung", die ich fast wörtlich aus dem vergangenen Jahr übenehmen kann. Hierzu an dieser Stelle nur der Hauptpunkt:

Gedacht ist die ganze Veranstaltung als Zeit intensiver geistiger und eigenverantwortlicher Mitarbeit. Es wird gesagt, das sollte man können oder verstehen. Sie hatten und haben jede Gelegenheit, nicht Verstandenes oder Ihnen Unbekanntes nachzufragen. Wenn sie das Vorgelegene unmittelbar verstehen, die Aufgaben rechnen können, gut. Sonst sollten Sie sich selbst bewußt machen, was fehlt und sich überlegen, was zu tun ist oder eben fragen. Sie hätten fragen können, was man sich merken sollte und wie, mit welchen Techniken. Ein Zweck der Probeklausur war die Verdeutlichung dieses Sachverhaltes, denn das, was Sie fragten bzw. noch besser was Sie nicht fragten, zeigte, dass Sie immer stärker zum rein rezeptiven Dasitzen tendierten.

Oder anders ausgedrückt: Sie sollene lernen, Wissen und Lernen vernünftig zu organisieren!

Dann zeigen die Klausurarbeiten aber auch, dass bei fast allen Teilnehmern und ungewöhnlich einheitlich einige **sachliche Probleme** auftreten.

In drei der vier Aufgaben tauchen Fehler und Schwierigkeiten auf, die folgenden Eindruck erwecken: Werden eine allgemeine Regel, ein Naturgesetz und ein zugehöriges Beispiel präsentiert, dann ist von der Sache her die Regel das Wichtige, das Beispiel soll der Illustration und Verdeutlichung dienen, als Hilfe für Sie, die allgemeine Sache besser zu erfassen. Für Sie aber ist das Beispiel das Zentrale, das zu Merkende. Und die Regel ist nur dazu da, eben **dies** Beispiel besser mitzubekommen.

Nehmen wir die letzte Aufgabe: Es ging um die Frage, wie sich ein Kraftfeld verändert, wenn man dessen Quelle verschiebt. Eine Regel, die ausgesprochen allgemein ist. Zur Erläuterung der damit verbundenen Rechnungen wurde diese Regel das Coulombfeld angewandt. Das Beispiel sollte die Regel verdeutlichen. In der Aufgabe sollte dieselbe Regel auf ein anderes vorgegebenes Feld angewandt werden. Viele überlasen das sofort und holten aus den Aufzeichnungen das alte hier unpassende Beispiel hervor. Die Regel war ja eben für dieses Beispiel gedacht.

Viele andere haben sich die Regel und das illustrierende Beispiel nicht richtig angeschaut. Sie war einfach eine kurze Notiz und etwas Konzentration hätte reichen können:

"Ersetze in  $\vec{F}(\vec{x})$  überall (sorgfältig)  $\vec{x}$  durch  $(\vec{x} - \vec{a})$ "...

Oder auch  $\vec{F}(\vec{x})$  wird durch  $\vec{F}(\vec{x} - \vec{a})$  ersetzt.

Was machen sehr viele von Ihnen: Sie ersetzen  $\vec{F}(\vec{x})$  durch  $\vec{F}(\vec{x}) - \vec{a}$ , was etwas völlig anderes ist. Und ich habe mehr als einmal vor diesem luschtigen Umgang mit den von-Klammern gewarnt! ("Ersetze in  $x^2 + \sin x$  den Buchstaben x durch (x-3) ergibt  $(x-3)^2 - \sin(x-3)$ , nicht aber  $x^2 + \sin x - 3$ )

Oder **Aufgabe 1**: Man nehmen eine optische Achse

◆ Dann gibt es dazu ungeheuer viele Büschel von **achsennahen** Lichtstrahlen.

◆ Jedes solche Büschel hat ein eigenes Fokusverhalten. (Mehrfach gezeigt!)

◇ D.h. zu jedem gehört ein eigenes Problem: "*suche eventuelle Fokuspunkte der Lichtstrahlen im optischen System*". Im Beispiel " .. *im Strahlengang hinter der Linse*"

◇ Zwischengeschaltete Aufgabe zur Anregung des Vorstellungsvermögens: "Male zu 5 Linsen je 10 solcher achsennaher Strahlenbüschel und bestimme dazu experimentell den Fokuspunkt. Wie lange wird das etwa dauern?"

◆ Zur Vermeidung derartig vieler Arbeit möchte man eine **allgemeine Regel**, mit der man das Resultat dieser Arbeit für die gegebenen und ebenso noch unendlich viele weitere Fälle (Beispiele) korrekt vorhersagen kann.

◆ **Die Linsenformel leistete das!** Es wurde gezeigt, wie sie argumentativ aus dem Brechungsgesetz herleitet. Sie wurde angegeben und erläutert

$$\boxed{\frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}} \quad \text{und} \quad \boxed{\frac{1}{f} = (n-1) \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)}$$

◇ Der Umgang mit einer Formel dieses Typs war mehrfach geübt (Reflektierender Spiegel, Brechung Kugeloberfläche mit Figuren, "Brennweite" war erklärt. usw. )

Insbesondere gehört zur Brennweite und zum Brennpunkt ein ganz besonderes Strahlenbüschel, nämlich das der achsenparallelen Strahlen. Das und nur das wird im Brennpunkt vereinigt! Alle anderen verlaufen anders.

**Was leistete die Formel? Nun sie gibt eine allgemeine Lösung für den beschriebenen Problemtyp. Sie erlaubt sie alle rechnerisch und graphisch einfach zu lösen.**

Das war (selbständig) zu verstehen, zu erfassen und zur Klausur als geistiges Wissen mitzubringen.

Was tun Sie in großer Zahl? Die Aufgabe legt zunächst ein Strahlbüschel fest. Dann gibt es zwei Teilaufgaben. (Das ist **immer** so: Wird eine Aufgabensituation festgelegt, dann gilt das Gesagte für mit a), b) usw. anschließende Teilaufgaben). Also: Da haben wir das folgende Büschel von Lichtstrahlen:.... Dann kommt die Teilaufgabe "a) Was geschieht mit den Strahlen.... " . Das "den" deutet deutlich auf etwas bereits vorhandenes hin, ist zu lesen als : ".....mit den Bahnen des soeben beschriebenen Lichtstrahlbüschels....". Was machen viele von Ihnen: " Lichtstrahlen? Dazu gehört das (obige) **Beispiel** der achsenparallelen Bahnen". (Das Beispiel ist es, nicht die Regel) und antworten: "Alle Lichtstrahlen werden im Brennpunkt vereinigt." Und beim Herumgehen sah ich dann noch das Blättern in den Büchern...und da stand dann natürlich auch so ein Satz! Einige schreiben sachlich korrekt, aber textproblematisch "Alle achsenparallelen Strahlen..." andere wieder textkonform, aber sachlich falsch "Alle von P ausgehenden Strahlen..."

Etwa 50% der Teilnehmer läßt die Strahlen durch den Brennpunkt gehen. Weitere 10-20% beschreiben den Bildpunkt korrekt, sehen aber nicht, dass die Linsengleichung die Bildweite liefert. ( Man denke an das analoge Übungsbeispiel zum reflektierten Mond!)

---

**Zu den vielen Nichtteilnehmern:** Es wird einige geben, die verhindert waren. Vielleicht 10%. Das ist überhaupt kein Problem und Thema. Es gibt weiter immer einige, die sagen, was da erzählt wird, ist mir zu leicht, das kann ich mit links. Früher gab es Leute, für die das stimmte, heute sind sie sehr selten.. Auch die sind letztlich kein Problem, auch wenn es für alle besser wäre, wenn sie teilnahmen.

Nur der große, riesige Rest. Leute, die den Schein benötigen, ihn meist auch schaffen könnten, sofern sie sich anders verhielten. Sie weigern sich zu fragen, wenn sie etwas nicht verstanden haben. Sie haben immer eine Ausrede. "Habe mich nicht getraut....". " Es gab kein Skript.." (Aber dann müssten diese Leute den Mathematikbrückenkurs problemlos bestehen, was sie nicht tun, wie Vergleiche vielfach zeigen.) Mir scheint, der Grund ist eher das Fehlen gewisser "bürgerlicher Sekundärtugenden": Jetzt etwa drei Wochen konzentriert zu arbeiten ohne gleich sichtbaren Erfolg und sogar darauf zu achten, das angegebene Ziele eigenverantwortlich erreicht werden, das ist zuviel verlangt. (Mehrfach haben ich gesagt: "Sie sollen in der Lage sein, für eine dünne Linse die Bildfigur zu konstruieren", auch wenn ich das nicht in die Übungsbeispiele geschrieben habe. Offenbar wurde das Problem vielfach garnicht erfaßt.) Derartige Anforderungen werden nicht durchgehalten. Aber vielleicht kommen einige doch noch zur Einsicht...

---

Morgen 25.2. noch Hörsaal 4  
Besprechung Rückgabe Probeklausur (Für alle wichtig)  
Experimente Brechung Totalreflexion

---