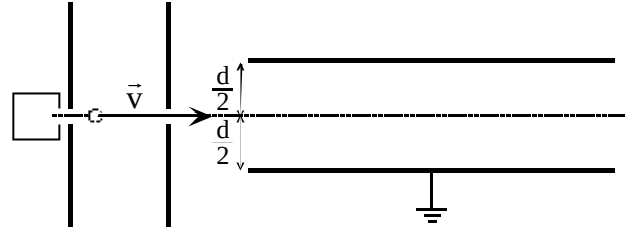


BE

GPh1

1. Entsprechend der nebenstehenden Abbildung werden kontinuierlich α -Teilchen eines radioaktiven Präparates mit der Geschwindigkeit $v = 1,2 \cdot 10^6$ m/s in einen ungeladenen Plattenkondensator (Plattenabstand $d = 1,0$ cm) eingeschossen. Die untere Platte dieser Anordnung, die sich im Vakuum befindet, ist geerdet. Zwischen den Platten besteht ein homogenes Magnetfeld der Flussdichte $B = 40$ mT, dessen Feldlinien senkrecht zur Zeichenebene verlaufen.



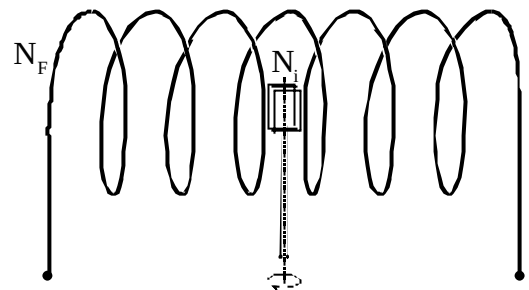
- 4 a) Erläutern Sie anhand einer Skizze, dass bei geeigneter Orientierung der Magnetfeldlinien eine Spannung U_S zwischen den Platten entstehen kann.
- 5 b) Welche Spannung U_K müsste am Kondensator anliegen, damit ihn die α -Teilchen geradlinig durchqueren. Warum wird die Spannung U_S aus Teilaufgabe a den Wert U_K nicht erreichen?
- Im Folgenden sind beide Platten geerdet, so dass kein elektrisches Feld entstehen kann.
- 6 c) Warum bewegen sich die α -Teilchen jetzt im Kondensator auf einem Kreisbogen? Berechnen Sie den Radius dieser Kreisbahn.
- [zur Kontrolle: $r = 62$ cm]
- 5 d) Wie lang müssen die Kondensatorplatten mindestens sein, damit kein α -Teilchen den Kondensator verlassen kann? Fertigen Sie hierzu eine Skizze an.

2. In einem Synchrotron bewegen sich Protonen auf einer kreisförmigen Bahn mit dem Radius $r = 100$ m in einer evakuierten Röhre. Das Magnetfeld von Elektromagneten hält die Protonen auf der Bahn. Vereinfachend soll hier angenommen werden, dass das Magnetfeld über dem gesamten Bereich homogen ist. Die Einschussgeschwindigkeit wird als vernachlässigbar angesehen. Elektrische Felder, die bei jeder Umrundung neu durchlaufen werden, beschleunigen die Protonen, bis sie nahezu Lichtgeschwindigkeit erreichen.

- 3 a) Wie kann man grundsätzlich erreichen, dass die Protonen trotz zunehmender Geschwindigkeit auf derselben Kreisbahn bleiben?

(Fortsetzung nächste Seite)

BE	
6	b) Berechnen Sie die Geschwindigkeit v_1 eines Protons, wenn es erstmals die Beschleunigungsspannung von $1,0 \cdot 10^5$ V durchlaufen hat? Warum ist hier eine relativistische Rechnung nicht notwendig? Nach einigen Umläufen haben die Protonen die Geschwindigkeit $v_2 = 2,62 \cdot 10^8$ m/s erreicht.
7	c) Berechnen Sie relativistisch die Gesamtenergie E der Protonen in GeV. Um wie viel Prozent hat sich dabei ihre Masse vergrößert? [zur Kontrolle: $E = 1,93$ GeV]
6	d) Bestimmen Sie die Flussdichte, die das Magnetfeld haben muss, damit die Protonen aus Teilaufgabe 2c auf der Bahn gehalten werden?
3.	Das homogene Magnetfeld im Inneren einer langen Feldspule (Windungszahl $N_F = 1200$; Länge $\ell = 30$ cm) hat die Flussdichte 5,0 mT. Dort befindet sich eine drehbar gelagerte Induktionsspule (Windungszahl $N_i = 200$; Querschnittsfläche $A = 25$ cm²), wobei Drehachse der Induktionsspule und Feldspulenachse zueinander senkrecht sind (siehe Abbildung).
5	a) Berechnen Sie die Stromstärke in der Feldspule?
4	b) Beim Einschalten des Feldstroms stehen die Querschnittsflächen der Spulen senkrecht aufeinander. Ergibt sich hierbei eine Wirkung auf die Induktionsspule? Geben Sie eine kurze Begründung.
9	c) Nun soll durch Drehung der Induktionsspule eine sinusförmige Wechselspannung mit dem Effektivwert $U_{\text{eff}} = 25$ mV erzeugt werden. Wählen Sie hierzu für die Zeit $t = 0$ eine geeignete Anfangsstellung der Induktionsspule und leiten Sie den Term für die induzierte Spannung $U_i(t)$ her. Berechnen Sie damit die Drehfrequenz.

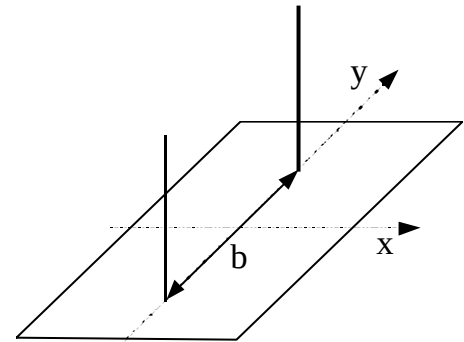


BE

GPh2

1. Ein UKW-Sender wird mit einem Schwingkreis betrieben, dessen Drehkondensator im Bereich 4,0 pF bis 6,0 pF eingestellt werden kann und dessen Induktivität $L = 0,55 \mu\text{H}$ beträgt. Die Abstrahlung der elektromagnetischen Wellen erfolgt über eine Stabantenne, die senkrecht zur Erdoberfläche steht.
- 6 a) Berechnen Sie den Frequenz- und Wellenlängenbereich, in dem die Antenne sendet.
- 5 b) Die Stabantenne hat eine Länge von 1,55 m. Bei welcher Frequenz f_0 ist die Energieübertragung vom Sendeschwingkreis auf die Antenne optimal? Auf welchen Wert muss die Kapazität des Kondensators dafür eingestellt werden? [zur Kontrolle: $f_0 = 97 \text{ MHz}$]

Der den Sender speisende Schwingkreis wird nun auf die Frequenz $f_0 = 97 \text{ MHz}$ fest eingestellt. Parallel zur vorhandenen Stabantenne wird im Abstand $b = \lambda_0$ eine zweite Sendeantenne mit gleicher Länge aufgestellt (siehe Abbildung; die Stabantennen stehen senkrecht auf der Erde). Beide Sender schwingen mit gleicher Phase und Amplitude.



- 3 c) Erläutern Sie, warum die Anordnung beider Sender eine Richtwirkung besitzt.
- 10 d) Bestimmen Sie alle Richtungen, in denen das Signal im Fernfeld besonders gut bzw. besonders schlecht zu empfangen ist. Zeichnen Sie diese in ein x-y-Koordinatensystem ein, das auch die Orte der Sendeantennen enthält.
2. Der Grundgedanke der Rundfunktechnik besteht darin, akustische Schwingungen von Sprache oder Musik in elektrische Schwingungen umzuwandeln und diese durch Modulation einer hochfrequenten elektromagnetischen Trägerwelle aufzuprägen.
- 5 a) Erläutern Sie am Beispiel eines der beiden üblichen Verfahren das Prinzip der Modulation.
- Bei Ultrakurzwellen wird vom Empfänger das ankommende elektrische Feld, bei Mittel- und Langwellen das magnetische Feld genutzt.
- 4 b) Wie muss dementsprechend die Empfangsantenne für Ultrakurzwellen beziehungsweise für Mittel- und Langwellen gebaut und ausgerichtet sein?

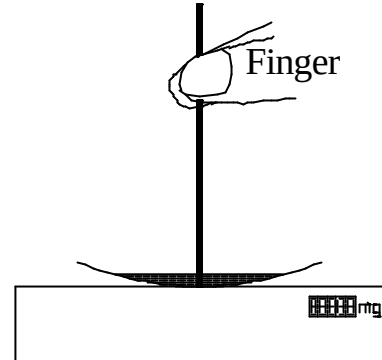
(Fortsetzung nächste Seite)

BE	
5	In einem Empfängerkreis mit $L = 0,55 \mu\text{H}$ und $C = 4,9 \text{ pF}$, der als idealer Schwingkreis mit seiner Eigenfrequenz schwingt, wird mit einem Oszilloskop der Scheitelwert der Wechselspannung zu $U_m = 0,60 \text{ V}$ gemessen. c) Berechnen Sie den Scheitelwert I_m der Stromstärke.
7	3. Mikroskopisch kleine Kupferpartikel werden zwischen die horizontal gelagerten Platten eines Kondensators (Plattenabstand d) eingebracht und mit hinreichend kurzwelligem UV-Licht bestrahlt. Durch geeignete Einstellung der Kondensatorspannung U können einzelne Teilchen zum Schweben gebracht werden. a) Warum führt die Bestrahlung mit UV-Licht zu einer Aufladung der Kupferpartikel, nicht jedoch die Bestrahlung mit rotem Licht? Argumentieren Sie mit Energiebetrachtungen.
4	b) Erläutern Sie, wie es zu einem Schwebezustand einzelner Partikel kommen kann. Warum lässt sich dieser Schwebezustand nur bei einer bestimmten Polung des Kondensators beobachten? Im Folgenden soll ein Teilchen der Masse $m = 3,2 \cdot 10^{-15} \text{ kg}$ in einem Kondensator mit Plattenabstand $d = 3,85 \text{ mm}$ betrachtet werden. Schon nach kurzer Beleuchtung mit UV-Strahlung der Wellenlänge $\lambda = 240 \text{ nm}$ tritt der Schwebezustand bei $U_1 = 750 \text{ V}$ ein. Wird die UV-Beleuchtung jetzt unterbrochen, bleibt der Schwebezustand des Kupferpartikels längere Zeit erhalten.
5	c) Zeigen Sie, dass die Ladung Q_1 des Teilchens eine Elementarladung ist.
6	d) Setzt nun die UV-Bestrahlung des Metallteilchens wieder ein, wird der Gleichgewichtszustand bald wieder gestört, lässt sich aber durch entsprechende Veränderung der Kondensatorspannung auf U_2 von Neuem einstellen. Diese Vorgehensweise wird mehrfach wiederholt ($U_3, \dots$). Bestimmen Sie die Spannungen U_2 und U_3. Begründen Sie Ihre Angaben.

BE

GPh3

1. Auf einer empfindlichen Waage steht ein flaches Schälchen mit einer dünnen Schicht Ölsäure $C_{17}H_{33}COOH$. Ein feiner Metalldraht wird darin bis zum Boden eingetaucht, um die Drahtspitze zu benetzen. Die dem Draht anhaftende Ölsäure wird anschließend abgewischt. Dieser Vorgang wird 50 Mal nacheinander ausgeführt. Weil dabei die Masse der Flüssigkeit in dem Schälchen insgesamt nur um 0,71 mg abnimmt, bleibt die Eintauchtiefe praktisch konstant. Die Dichte der Ölsäure beträgt $\rho = 0,89 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.



10

- a) Der Draht wird ein weiteres Mal in die Flüssigkeit eingetaucht, die anhaftende Ölsäure aber anschließend auf eine mit Bärlappsporen bestäubte Wasseroberfläche gebracht. Es bildet sich ein kreisförmiger Ölfleck von 15 cm Durchmesser. Berechnen Sie näherungsweise den Durchmesser eines Ölsäuremoleküls und daraus die Größenordnung des Atomdurchmessers. Welche Annahmen liegen Ihrer Berechnung zu Grunde?

5

- b) Schätzen Sie ab, wie viele Ölsäuremoleküle sich in dem Fleck befinden.

2. Mit einfachen atomphysikalischen Modellen lässt sich eine Reihe von Experimenten erklären:

5

- a) In die Flamme eines Bunsenbrenners wird Kochsalz gebracht. Warum färbt sie sich dabei intensiv gelb?

5

- b) Das Licht einer Natriumdampflampe fällt auf einen Schirm. Bringt man eine mit Kochsalz beschickte Bunsenbrennerflamme in den Strahlengang, so erscheint ein deutlich sichtbarer Schatten der Flamme. Erklären Sie diesen Sachverhalt.

4

- c) Beschreiben Sie, was zu beobachten ist, wenn ein schmales Lichtbündel einer Natriumdampflampe auf einen mit heißem Natriumdampf gefüllten Glaskolben trifft.

5

- d) Nun durchsetzt das Licht einer Kohlenbogenlampe den mit heißem Natriumdampf gefüllten Glaskolben und wird anschließend mittels eines optischen Gitters spektral zerlegt. Beschreiben und erklären Sie das entstehende Spektrum.

(Fortsetzung nächste Seite)

BE	3. Elektronen mit einheitlicher Geschwindigkeit v treffen auf einen Doppelspalt. Dahinter registriert man in genügend großem Abstand auf einem Beobachtungsschirm, der parallel zur Doppelspaltebene steht, ein äquidistantes Streifenmuster.
7	a) Zeigen Sie, dass für den Abstand Δd zweier benachbarter Maxima die Beziehung $\Delta d = \frac{a \cdot \lambda}{b}$ gilt, wenn a den Abstand des Beobachtungsschirms vom Doppelspalt, b den Abstand der beiden Spaltmitten und λ die De-Broglie-Wellenlänge der Elektronen bezeichnet. Hinweis: Verwenden Sie die übliche Kleinwinkelnäherung.
6	b) Welchen Abstand b haben die beiden Spaltmitten des Doppelspalts, wenn Elektronen mit der Geschwindigkeit $v = 2,9 \cdot 10^7$ m/s auf dem 0,80 m entfernten Bildschirm ein Interferenzmuster mit $\Delta d = 1,0 \cdot 10^{-5}$ m erzeugen? (Nichtrelativistische Rechnung genügt.)
	4. Bei einem Teilchen der Masse m , das sich nur eindimensional in einem Bereich der Länge ℓ kräftefrei bewegen kann, beobachtet man eine Quantisierung der Energie.
7	a) Berechnen Sie die möglichen Wellenlängen der zugeordneten de-Broglie-Wellen und zeigen Sie, dass nur die Energiestufen $E_n = \frac{h^2}{8m\ell^2} \cdot n^2 \quad (n \in \mathbb{N})$ möglich sind.
	Elektromagnetische Strahlung mit einem kontinuierlichen Spektrum trifft auf Einelektronensysteme der beschriebenen Art. Man beobachtet im Spektrum des durchgelassenen Lichts Absorptionslinien, deren langwelligste bei $\lambda = 1,0 \cdot 10^{-6}$ m liegt.
6	b) Drücken Sie für ein Elektron die Energiedifferenz $E_2 - E_1$ zwischen dem ersten angeregten Zustand und dem Grundzustand aus und berechnen Sie die Länge ℓ .

BE

GPh4

1. Das Isotop $^{212}_{83}\text{Bi}$ ist instabil und kann durch Emission eines α -Teilchens zerfallen.

- 4 a) Geben Sie die Zerfallsgleichung der Reaktion an.
 2 b) Welcher natürlichen, radioaktiven Zerfallsreihe gehört $^{212}_{83}\text{Bi}$ an?
 5 c) Aus welcher Zerfallsreihe sind seit Entstehung der Erde vor einigen Milliarden Jahren sämtliche Zwischenstufen bis zu einem stabilen Endisotop zerfallen? Begründen Sie Ihre Antwort.

Rutherford untersuchte 1911 den Atomaufbau durch Beschuss von dünnen Metallfolien mit α - Teilchen.

- 5 d) Welche experimentellen Befunde ergaben sich? Welche Schlussfolgerungen konnte er hinsichtlich des Atomaufbaus ziehen?
 3 e) Erklären Sie ohne Verwendung von Formeln, warum sich die potenzielle Energie des α -Teilchens erhöht, wenn es sich aus großer Entfernung dem Goldatomkern nähert.

Die potenzielle Energie des α -Teilchens in der Entfernung r zum Goldatomkern beträgt $E_{\text{pot}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_{\text{Kern}} \cdot Q_{\alpha}}{r}$;

Q_{Kern} , Q_{α} ? sind die Ladungen des Kerns bzw. des α -Teilchens.

- 8 f) Berechnen Sie den kleinsten Abstand, den ein α -Teilchen mit der Geschwindigkeit $1,7 \cdot 10^7$ m/s bei zentraler Annäherung aus großer Entfernung an einen ortsfesten Goldatomkern erreichen kann. Geben Sie diesen Abstand als Vielfaches des Radius eines Goldatomkerns an.

2. Für die Behandlung bestimmter Gehirntumore werden derzeit Studien zu Therapiemöglichkeiten mit Neutronen durchgeführt. Dabei wird dem Patienten ein borhaltiges Medikament verabreicht, das sich bevorzugt in Tumorzellen anreichert. Dann wird der Patient kontrolliert der Neutronenstrahlung eines Forschungsreaktors ausgesetzt. Dabei fängt ein (ruhender) ^{10}B -Kern mit großer Wahrscheinlichkeit ein thermisches Neutron ein und zerfällt dann sofort in einen stabilen Restkern, wobei ein α -Teilchen mit der kinetischen Energie 1,47 MeV und ein γ -Quant mit der Energie 0,478 MeV emittiert werden.

- 4 a) Geben Sie die Reaktionsgleichung an.
 8 b) Berechnen Sie die kinetische Energie des entstandenen Restkerns. Die kinetische Energie des Neutrons kann hierbei vernachlässigt werden.

(Fortsetzung nächste Seite)

BE	
4	c) Schnelle Neutronen werden nach dem Eintritt in den Körper zunächst moderiert. Erläutern Sie diesen Vorgang. Das bei der Reaktion entstandene α -Teilchen verliert auf seinem Weg im Körper etwa alle $2 \cdot 10^{-10}$ m durch Wechselwirkung mit Molekülen bzw. Atomen im Durchschnitt 40 eV seiner kinetischen Energie.
5	d) Schätzen Sie die Reichweite des α -Teilchens ab. Zeigen Sie damit, dass die zerstörerische Wirkung des α -Teilchens auf die Tumorzelle beschränkt bleibt, wenn die Aussendung des α -Teilchens im Zentrum der Zelle mit dem Durchmesser $2 \cdot 10^{-5}$ m stattfindet.
	3. ${}_{92}^{238}\text{U}$ zerfällt im Laufe der Zeit über mehrere Stufen in das stabile Blei- isotoop ${}_{82}^{206}\text{Pb}$.
4	a) Wie groß ist die längste Halbwertszeit eines Folgeprodukts von ${}^{238}\text{U}$? Warum ist die Annahme gerechtfertigt, dass die Hälfte der ${}^{238}\text{U}$ -Kerne in der Zeit $T = 4,5 \cdot 10^9$ a in das stabile Endprodukt zerfallen ist?
8	b) Berechnen Sie die Anzahl der Atome, die in 1,0 g des Isotops ${}^{238}\text{U}$ enthalten sind, und bestimmen Sie die Gesamtmasse der ${}^{206}\text{Pb}$ -Atome, die nach $5,0 \cdot 10^8$ a aus den ${}^{238}\text{U}$ -Atomen entstanden sind.
60	

BE	GPh5	
	1.	William Herschel entdeckte 1781 im Sternbild Stier ein Objekt, das in seinem Teleskop deutlich größer erschien als ein Fixstern. Weitere Beobachtungen zeigten, dass sich das Objekt näherungsweise auf einer Kreisbahn um die Sonne bewegt. Herschel hatte damit am 13.3.1781 den Planeten Uranus entdeckt.
6	a)	Danach konnte man die synodische Umlaufzeit von Uranus zu 369,6 d bestimmen. Berechnen Sie damit die siderische Umlaufzeit und die große Halbachse des Planeten Uranus.
9	b)	Am Tag der Entdeckung von Uranus betrug der Winkel φ zwischen den Richtungen Sonne-Erde und Sonne-Uranus 85°. In den folgenden Wochen wurde der Winkel φ täglich um $\Delta\varphi$ größer. α) Fertigen Sie dazu eine nichtmaßstäbliche Skizze und berechnen Sie den Wert von $\Delta\varphi$ in Winkelminuten. [zur Kontrolle: $\Delta\varphi = 58'$] β) Wie viele Tage vor seiner Entdeckung stand Uranus letztmals in Opposition zur Sonne?
4	c)	Welche Planeten können in Opposition zur Sonne stehen? Was lässt sich allgemein über die Beobachtbarkeit von Planeten in Oppositionsstellung zur Sonne aussagen? Begründen Sie Ihre Antwort.
5	d)	In Oppositionsstellung erschien Uranus in Herschels Teleskop mit einem Winkeldurchmesser von etwa $3,9''$. Welchen Radius konnte man damit für Uranus abschätzen? (Ergebnis in Vielfachen des Erdradius)
9	2. a)	1986 entdeckte die Raumsonde Voyager 2 den kleinen Uranusmond Ophelia. Dieser hat eine annähernd kreisförmige Bahn, deren Abstand vom Zentrum des Uranus 2,1 Uranusradien beträgt. Die Umlaufdauer von Ophelia beträgt 9,0 Stunden. Berechnen Sie die Masse und die mittlere Dichte des Uranus. Welchen Schluss ziehen Sie aus dem Wert für die mittlere Dichte über die grundsätzliche Beschaffenheit von Uranus?
9	b)	Uranus rotiert in etwa 17 Stunden um eine Achse, die nahezu in seiner Bahnebene liegt. Wie verändert sich am Pol des Uranus die Höhe der Sonne über dem Horizont während einer Umdrehung um die eigene Achse? Wie ändert sich die Sonnenhöhe an einem Pol des Uranus während eines Umlaufs um die Sonne? Begründen Sie Ihre Antwort mit einer beschrifteten Skizze.

(Fortsetzung nächste Seite)

BE	
9	c) α) Berechnen Sie die von der Sonne auf den Uranus einfallende Strahlungsleistung. β) Die Temperatur an der bewegten Wolkenoberfläche des Uranus hat überall annähernd den Wert 58 K. Welche Strahlungsleistung emittiert Uranus auf Grund seiner Temperatur? γ) Wie kann Uranus trotz der unterschiedlichen Werte in den Teilaufgaben α und β im Strahlungsgleichgewicht sein?
4	3. a) In der Nähe der Magnetpole des Uranus konnten inzwischen Polarlichter beobachtet werden. Erläutern Sie die Entstehung dieser Polarlichter.
5	b) Bei der Suche nach Polarlichtern des Uranus registrierte ein erdumkreisender Satellit Spektrallinien. Diese werden von Wasserstoffatomen beim Übergang vom ersten angeregten Zustand in den Grundzustand emittiert. Berechnen Sie die Wellenlänge dieser Strahlung und geben Sie den Bereich des elektromagnetischen Spektrums an, in dem der Satellit beobachtet hat.
60	

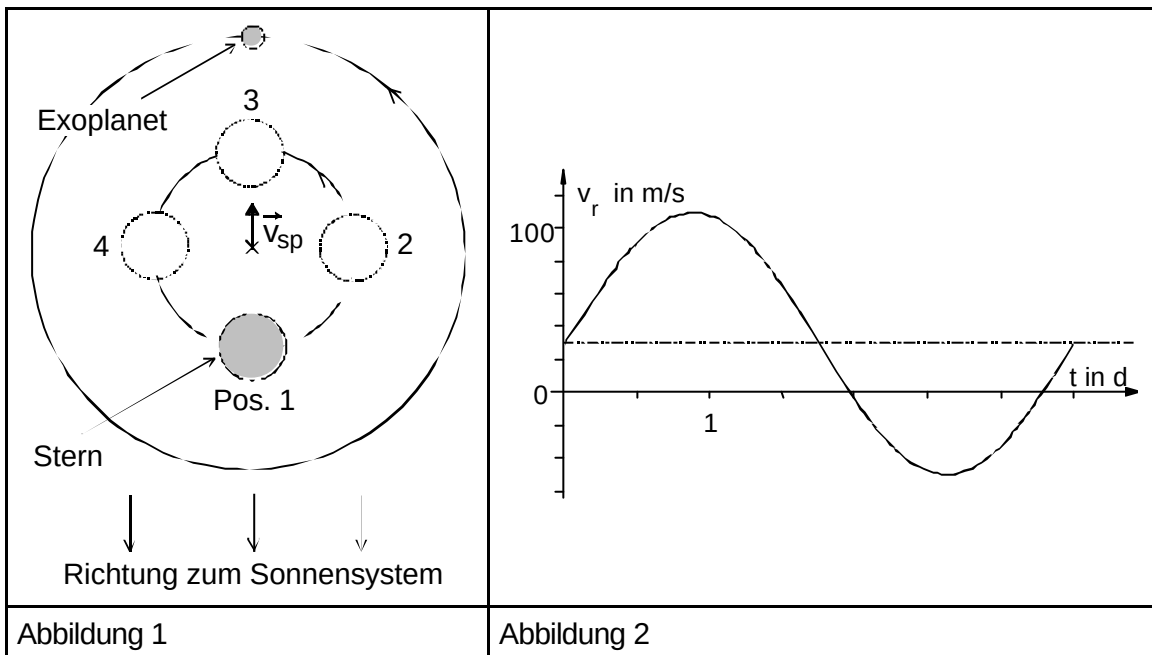
BE

GPh6

1. Der Planet des Sterns HD209458

Im Jahre 1999 konnte durch Beobachtung des Spektrums von HD209458 (im Folgenden kurz „Stern“ genannt) die Existenz eines planetaren Begleiters (Exoplanet) nachgewiesen werden. Beide Himmelskörper bewegen sich, wie in der (nicht maßstabsgetreuen) Abbildung 1 dargestellt, auf Kreisbahnen um ihren gemeinsamen Schwerpunkt. Dieser entfernt sich mit der Geschwindigkeit v_{sp} von uns. Vereinfachend wird angenommen, dass die Bahnebenen von Exoplanet und Erde übereinstimmen.

Die Radialgeschwindigkeit v_r des Sterns gegenüber unserem Sonnensystem, bereinigt von allen Zusatzeffekten, wurde über mehrere Tage gemessen. Abbildung 2 zeigt die zeitliche Abhängigkeit dieser Radialgeschwindigkeit v_r .



- 3 a) Tragen Sie in einer Skizze für die Sternposition 2 die Lage von Stern, Exoplanet und deren gemeinsamen Schwerpunkt ein.
- 6 b) Ermitteln Sie aus Abbildung 2 für jede der Sternpositionen 1 bis 4 die Werte der Radialgeschwindigkeiten v_r des Sterns. Begründen Sie, dass der Wert $v_r = 110 \text{ m/s}$ in Position 2 erreicht wird.
- 8 c) Die Wellenlänge der H_α -Linie im Labor beträgt $656,5 \text{ nm}$. Berechnen Sie die Wellenlängenänderung $\Delta\lambda$ der H_α -Linie im Spektrum des Sterns gegenüber dem Laborwert, wenn sich der Stern in Position 2 befindet. Beschreiben und erklären Sie die weitere zeitliche Entwicklung der Wellenlängenänderung der H_α -Linie.

(Fortsetzung nächste Seite)

BE	
3	d) Bestimmen Sie die Bahngeschwindigkeit des Massenzentrums des Sterns um den gemeinsamen Schwerpunkt des Systems.
	[zur Kontrolle: $v = 80 \text{ m/s}$]
5	e) Ermitteln Sie aus Abbildung 2 die Umlaufdauer des Sterns und berechnen Sie den Abstand r_s zwischen Schwerpunkt und Sternzentrum.
	[zur Kontrolle: $r_s = 3,9 \cdot 10^3 \text{ km}$]
	Untersuchungen zeigen, dass der Stern unserer Sonne sehr ähnlich ist. Für die weiteren Überlegungen können für die Größe, die Masse und die Leuchtkraft die Werte unserer Sonne verwendet werden.
7	f) Folgern Sie aus der Bewertung des Ergebnisses von Teilaufgabe 1e, dass die Masse des Exoplaneten sehr klein gegenüber der Sternmasse ist. Verwenden Sie, dass der Bahnradius des Exoplaneten größer als der Sternradius sein muss.
10	g) Begründen Sie, dass der Bahnradius r_p des Exoplaneten um den Stern wesentlich kleiner ist als 1 AE. Bestimmen Sie die Bestrahlungsstärke auf dem Exoplaneten für $r_p = 0,05 \text{ AE}$ und vergleichen Sie diese mit der Solarkonstanten. Welche Folgerungen können aus dem Ergebnis für die Verhältnisse auf dem Exoplaneten gezogen werden?
4	h) Der Stern hat die scheinbare Helligkeit $m = 8,2$. Berechnen Sie seine Entfernung von der Erde in Lichtjahren.
	2. Cepheiden und Weltalter
6	a) Bei einem typischen δ -Cepheiden liegt die Temperatur im Helligkeitsminimum bei 6000 K und im Helligkeitsmaximum bei 7500 K. Dabei kann man davon ausgehen, dass der Stern im Minimum ungefähr denselben Radius wie im Maximum hat. Berechnen Sie das Verhältnis aus maximaler und minimaler Leuchtkraft und bestimmen Sie damit den maximalen Unterschied in der scheinbaren Helligkeit des Cepheiden.
8	b) Neuere Untersuchungen könnten darauf hindeuten, dass alle Cepheiden in unserer Milchstraße weiter von uns entfernt sind als man bisher annahm. Bewerten Sie in diesem Zusammenhang die Ergebnisse der früher durchgeführten Leuchtkraftberechnungen für diese Cepheiden. Begründen Sie, dass damit auch ferne Galaxien, deren Entfernung man mit Hilfe der Cepheiden bestimmt hat, weiter von uns weg sind als bisher angenommen. Welche Bedeutung hat dies für den Wert der Hubblekonstanten und wie wirkt sich dies auf unsere bisherige Vorstellung vom Alter des Universums aus? Begründen Sie Ihre Antwort.
60	