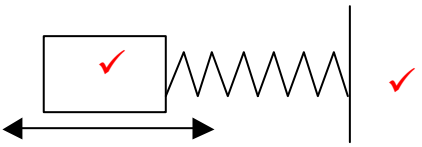
Schriftliche Abiturprüfung 2008
Leistungskursfach Physik
– Ersttermin –

Lösungen

Teil A:

Aufgabe A: Mechanik / Elektrizitätslehre

1 horizontaler Federschwinger
geg.: $t = 8{,}4\ s$; $n = 40$; $y_{max} = 1{,}6\ cm$; $y(t = 0\ s) = +1{,}6\ cm$



1.1 ges.: f, D
Lsg.: Berechnung

$$f = \frac{1}{T} \quad T = \frac{t}{n} = \frac{8{,}4s}{40} = 0{,}21s \quad f = \frac{1}{0{,}21s} = \underline{\underline{4{,}76Hz}} \qquad T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}} \quad D = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = \underline{\underline{107{,}42\frac{N}{m}}}$$

1.2 Ermitteln weiterer Wertepaare (t; y);
Zeichnen des y – t – Diagramms,
Skizzieren des v– t – und a – t – Diagramms

t/s	y/cm
0,00	1,600
0,02	1,322
0,04	0,585
0,06	-0,356
0,08	-1,173
0,10	-1,582
0,12	-1,442
0,14	-0,800
0,16	0,120
0,18	0,998
0,20	1,529

1.3 Angabe des Ortes für v_{max}
v_{max} beim Durchgang durch die Nulllage, also bei y = 0

Nachweis: Ansatz

Nachweis

Weg I: $y = \hat{y}\cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \quad v = \dot{y} = -\hat{y}\cdot\frac{2\pi}{T}\cdot\sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \quad \hat{v} = \hat{y}\cdot\frac{2\pi}{T} = 1{,}6cm\cdot\frac{2\pi}{0{,}21s} = \underline{\underline{0{,}479\frac{m}{s}}}$

Weg II: $E_{Feder} = E_{kin} \quad \frac{D}{2}\hat{y}^2 = \frac{m}{2}\hat{v}^2 \quad \hat{v} = \sqrt{\frac{D}{m}}\hat{y} = \sqrt{\frac{107{,}42Nm^{-1}}{0{,}120kg}}\cdot 1{,}6cm = \underline{\underline{0{,}479\frac{m}{s}}}$

Weg III: mit dem GTR im TABL-MENUE den Anstieg (Derivative einstellen) zu Zeiten des Nulldurchganges also z.B. t = 0,25·T = 0,0525 s bestimmen

1.4 Untersuchung: Ansatz

Weg I: $a = \dot{v} = -\hat{y}\cdot\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2\cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \quad \hat{a} = \hat{y}\cdot\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = 1{,}6cm\cdot\left(\frac{2\pi}{0{,}21s}\right)^2 = \underline{\underline{14{,}32\frac{m}{s^2} > 5\frac{m}{s^2}}}$

Weg II: $a = \frac{F_{rück}}{m} = \frac{D\hat{y}}{m} = \frac{107{,}42Nm^{-1}\cdot 1{,}6cm}{0{,}120kg} = \underline{\underline{14{,}32\frac{m}{s^2} > 5\frac{m}{s^2}}}$

Weg III: mit dem GTR im TABL-MENUE den Anstieg im v– t – Diagramm (Derivative einstellen) zu Zeiten der Maximalauslenkung also z.B. t = 0,5·T = 0,105 s bestimmen

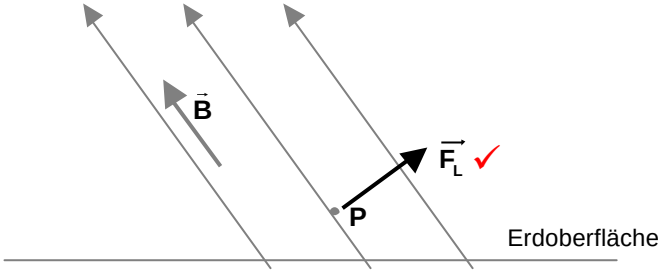
1.5 Bedingung: $F_{rück} \sim y$

2 spezifische Ladung

2.1 Herleitung der Gleichung für v

$$E_{el} = E_{kin} \quad q \cdot U = \frac{m}{2} v^2 \quad v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}}$$

2.2 $\vec{B}$... Vektor der magnetischen Flussdichte des Erdmagnetfeldes
Eintragen des Vektors der Lorentzkraft und Begründung



da F_L stets senkrecht zu v wirkt, ändern beide Größen stets ihre Richtung, somit wirkt F_L als Radialkraft und es entsteht eine Kreisbewegung

2.3 geg.: $U = 250\ V$; $B = 4{,}05 \cdot 10^{-5}\ T$; $r = 1{,}3\ m$

ges.: $\frac{e}{m}$ mit Herleitung der entsprechenden Gleichung

Lsg.: Berechnung mit Herleitung

$$F_L = F_R$$

$$qvB = \frac{mv^2}{r} \qquad |: v$$

$$eB = \frac{mv}{r} \qquad |(\ )^2 \text{ und mit } v^2 = \frac{2eU}{m}$$

$$e^2B^2 = \frac{m^2 \cdot 2eU}{r^2 \cdot m} \qquad |: e \quad |: B^2 \quad |: m$$

$$\frac{e}{m} = \frac{2U}{r^2 \cdot B^2}$$

$$= \frac{2 \cdot 250V}{(1{,}3m)^2 \cdot (4{,}05 \cdot 10^{-5}T)^2} = 1{,}8 \cdot 10^{11} \frac{C}{kg}$$

2.4 Angabe der Richtung des Geschwindigkeitsvektors mit Begründung

Eine geradlinig gleichförmige Bewegung findet statt, wenn resultierend keine Kräfte auf den Körper wirken. Da außer der Lorentzkraft keine weitere Kraft wirkt, kann die Lorentzkraft auch nicht kompensiert werden. Deshalb muss die Richtung so gewählt werden, dass $F_L = 0$. Das ist genau dann der Fall, wenn es keine Komponente des Magnetfeldes gibt, die senkrecht zur Geschwindigkeit verläuft. Demzufolge bleiben nur die Möglichkeiten übrig, bei denen der Vektor des Magnetfeldes und der Vektor der Geschwindigkeit parallel verlaufen, um die geforderte Bedingung zu erfüllen.

Teil B:

Teil B: Thermodynamik / Atomphysik

1 Thermodynamik

geg.: $A = 3{,}00\ dm^3$; $\vartheta = 20°\ C$; $m_K = 2{,}00\ kg$; $p_{Luft} = 1{,}01 \cdot 10^5\ Pa$

1.1 ges.: $p_Z = 1{,}02 \cdot 10^5\ Pa$ (Nachweis)

Lsg.: Nachweis:

$$p_Z = p_{Luft} + p_K$$
$$= p_{Luft} + \frac{F_G}{A}$$
$$= p_{Luft} + \frac{m_K g}{A}$$
$$= 1{,}01 \cdot 10^5\,Pa + \frac{2{,}00\,kg \cdot 9{,}81\,ms^{-2}}{3{,}00 \cdot 10^{-2}\,m^2}$$
$$= 1{,}0165 \cdot 10^5\,Pa \approx \underline{\underline{1{,}02 \cdot 10^5\,Pa}}$$

1.2 ges.: ρ

Lsg.: Berechnung

$$pV = mRT \quad |:V \quad |:R \quad |:T$$
$$\frac{p}{RT} = \frac{m}{V} = \rho$$
$$\frac{1{,}02 \cdot 10^5\,Pa}{287\,kg^{-1}K^{-1} \cdot 293\,K} = \rho$$
$$\underline{\underline{1{,}209\,\frac{kg}{m^3}}} = \rho$$

1.3 mit Zusatzkraft F_Z

1.3.1 geg.: I: adiabatische Zustandsänderung

II: isobare Zustandsänderung

ges.: Änderung der Größen: Druck, Temperatur, Volumen

Lsg.: Beschreibung

Diagramm

I: adiabatisch — kein Wärmeaustausch mit der Umgebung ($\Delta Q = 0$)
durch die zusätzlich wirkende Kraft steigt der Druck, das Volumen sinkt
und die Temperatur steigt ebenfalls

II: isobar — keine Druckänderung (p = konstant)
durch die weiterhin wirkende Zusatzkraft wird nun bei konstantem Druck das Volumen weiter verringert, allerdings sinkt nun die Temperatur

1.3.2 geg.: $h_2 = \frac{mRT}{Ap_{Luft} + gm_K + F_Z}$

Lsg.: Herleitung

$$\frac{pV}{T} = \text{konstant} \Rightarrow \frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}, \text{ wobei } V_2 = A \cdot h_2 \quad p_1 = p_{Luft} \quad p_1V_1 = mRT_1 \quad p_2 = p_{Luft} + p_K + p_Z = p_{Luft} + \frac{m_K g}{A} + \frac{F_Z}{A}$$

$$\frac{mRT_1}{T_1} = \frac{\left(p_{Luft} + \frac{m_K g}{A} + \frac{F_Z}{A}\right) \cdot A \cdot h_2}{T_2} \quad |\cdot T_1 \text{ und } A \text{ kürzen}$$
$$mR = \frac{(p_{Luft} \cdot A + m_K g + F_Z) \cdot h_2}{T_2} \quad |\cdot T_2 \quad |:(p_{Luft} \cdot A + m_K g + F_Z)$$
$$\frac{mRT_2}{p_{Luft} \cdot A + m_K g + F_Z} = h_2$$

2 Spektren

2.1 Erläuterung des Linienspektrums von Wasserstoff aufgrund des Bohrschen Atommodells

- es existieren exakte Bahnen, auf denen sich die Elektronen strahlungsfrei um den Atomkern bewegen ✓
- beim Übergang von der n.ten auf die m.te Bahn wird die entsprechende Energie $\Delta E = E_m - E_n$ absorbiert (m>n) oder in Form elektromagnetischer Strahlung ($\Delta E = h \cdot f$) emittiert (m>n) ✓
- da die emittierte Strahlung somit nur ganz bestimmte Energiebeträge ΔE annehmen kann, kann kein kontinuierliches Spektrum entstehen ✓
- die Linien des Linienspektrums entsprechen jeweils Energien, die beim „Sturz“ von einem höheren (m.ten) auf ein niederes (n.tes) Energieniveau freiwerden ✓

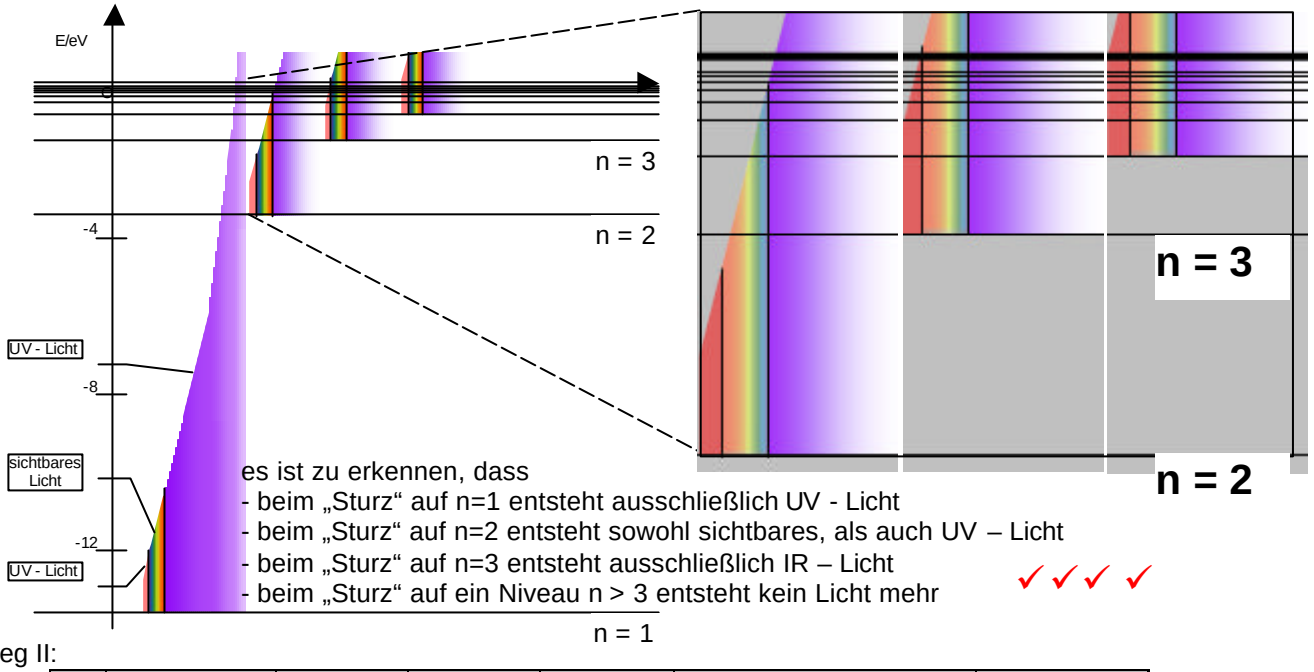
2.2 Begründung des Widerspruches zwischen der Heisenbergschen Unschärferelation und dem Bohrschen Atommodell

- Die Heisenbergsche Unschärferelation besagt „Man kann den Ort und den Impuls von Quantenobjekten gleichzeitig nicht beliebig genau bestimmen.“ ✓
- da die Beschreibung einer Bahn (siehe 2.1, wie von Bohr dargestellt, die gleichzeitige präzise Kenntnis von Ort und Impuls eines Objekts voraussetzt, entsteht hier ein Widerspruch ✓

2.3 Nachweis der Emission ultravioletten, sichtbaren und infraroten Lichtes bei Wasserstoff

Weg I:

	Wellenlänge / nm	Frequenz / 10^{14} Hz	ΔE / 10^{-19} J	ΔE / eV
UV – Licht	10 … 390	299,8 … 7,7	198,6 … 5,1	124,0 … 3,2
sichtbares Licht	390 … 780	7,7 … 3,8	5,1 … 2,55	3,2 … 1,6
IR - Licht	780 … 1400	3,8 … 2,1	2,55 … 1,42	1,6 … 0,9



es ist zu erkennen, dass
- beim „Sturz“ auf n=1 entsteht ausschließlich UV - Licht
- beim „Sturz“ auf n=2 entsteht sowohl sichtbares, als auch UV – Licht
- beim „Sturz“ auf n=3 entsteht ausschließlich IR – Licht
- beim „Sturz“ auf ein Niveau n > 3 entsteht kein Licht mehr ✓✓✓✓

Weg II:

n>m	m	ΔE / 10^{-19} J	ΔE / eV	f / 10^{14} Hz	λ / nm	Farbe
1	2	16,35	10,20	24,67	121,18	UV
1	3	19,38	12,10	29,24	102,25	UV
					wird noch kleiner	bleibt UV
2	3	3,03	1,89	4,57	654,39	sichtbar
2	4	4,09	2,55	6,17	484,73	sichtbar
2	5	4,58	2,86	6,91	432,80	sichtbar
2	6	4,84	3,02	7,31	408,99	sichtbar
2	7	5,00	3,12	7,55	395,86	sichtbar
2	8	5,11	3,19	7,71	387,78	UV
					wird noch kleiner	bleibt UV
3	4	1,06	0,66	1,60	1869,68	kein Licht
3	5	1,55	0,97	2,34	1278,10	IR
3	6	1,82	1,13	2,74	1090,64	IR
3	7	1,98	1,23	2,98	1002,03	IR
3	8	2,08	1,30	3,14	951,83	IR
3	m geht gegen 8	2,42	1,51	3,66	sinkt höchstens auf 817,98	bleibt IR

Teil C:

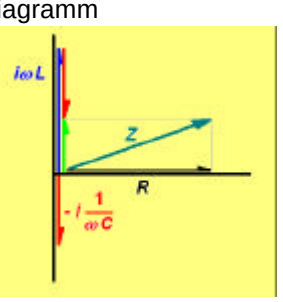
Aufgabe C1: Elektrizitätslehre

1 ges.: Vergleich X_L und X_C im Resonanzfall

Lsg.: Resonanz heißt $I = I_{max}$; das ist genau dann der Fall, wenn der Widerstand minimal ist, also kein Blindwiderstand existiert. Im Zeigerdiagramm ist der Blindwiderstand der senkrecht gezeichnete Anteil und der ist genau dann 0, wenn entweder X_L und X_C Null sind oder wenn $X_L = X_C$ ✓

ges.: Angabe des Verhältnisses von Z zu R mit Begründung aufgrund Zeigerdiagramm

Lsg.: da $R_{Blind} = 0$, resultiert der resultierende Widerstand (= Scheinwiderstand) ausschließlich aus dem Ohmschen Widerstand (= Wirkwiderstand), d.h. Scheinwiderstand Z = Wirkwiderstand R und somit Z : R = 1 : 1 ✓



2 ges.: Bestimmung von Ohmschen Widerstand und Induktivität der Spule

Lsg.: experimentelle Bestimmung von $U_=$; $I_=$; $U_\sim$ und $I_\sim$

z.B. $U_= = 6{,}7$ V; $I_= = 75$ mA; $U_\sim = 6{,}5$ V; $I_\sim = 7{,}2$ mA

$$R = \frac{U_=}{I_=} = \frac{6{,}7V}{0{,}075A} = \underline{\underline{89{,}33\Omega}}$$

$$Z = \frac{U_\sim}{I_\sim} = \frac{6{,}5V}{0{,}0072A} = 902{,}8\Omega \quad \text{außerdem gilt:} \quad Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{R^2 + \left(\frac{2\pi f}{L}\right)^2}$$

$$\Rightarrow L = \frac{2\pi \cdot f}{\sqrt{Z^2 - R^2}} = \underline{0{,}35H}$$

✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓

3 ges.: Zeichnung des Z(C) – Diagramms für den Resonanzfall und Angabe der Kapazität dafür

Lsg.: $$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + \left(X_L - \frac{1}{2\pi f \cdot C}\right)^2}$$

Resonanz für $X_L = X_C$

$$X_L = X_C$$

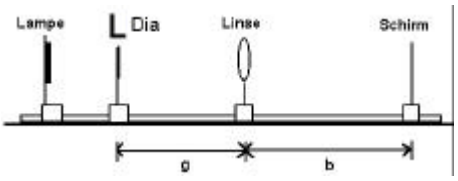
$$\frac{2\pi f}{L} = \frac{1}{2\pi f \cdot C}$$

$$C = \frac{L}{(2\pi f)^2} = \frac{0{,}35H}{(2\pi \cdot 50Hz)^2} = \underline{\underline{3{,}55\mu F}}$$ ✓

✓ ✓ ✓

Aufgabe C2: Strahlenoptik

1 ges.: Experimentieranordnung
Lsg.: Skizze

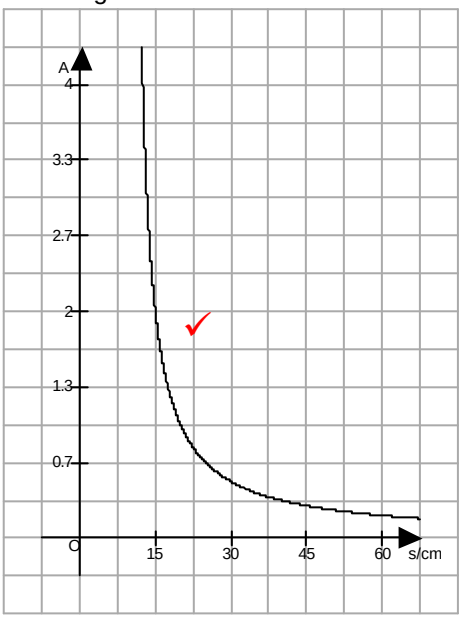


ges Kontrolle der Brennweite (Vorgabe f = 10cm)
Lsg.: experimentelle Aufnahme von Gegenstands- und Bildweite g und b

g = 16 cm; b = 30 cm; $\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} \Rightarrow f = 10{,}4\text{cm}$

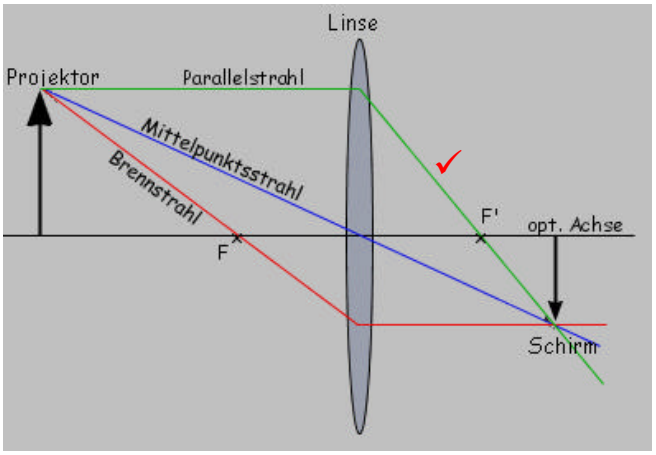
2 Lsg.: Ermitteln des Abbildungsmaßstabes A in Abhängigkeit von der Gegenstandsweite s

s / cm	b / cm	G / cm	B / cm	A
20	20	2	2	1
15	30	2	4	2
16	26, 7	2	3,3	1,67
17	24,3	2	2,9	1,43
18	22,5	2	2,5	1,25
19	21,1	2	2,2	1,11
21	19,1	2	1,8	0,91
22	18,3	2	1, 7	0,83
23	17,7	2	1,5	0,77
24	17,1	2	1,4	0,71
25	16,7	2	1,3	0,67
26	16,3	2	1,3	0,63
27	15,9	2	1,2	0,59
28	15, 6	2	1,1	0,56
29	15,3	2	1,1	0,57
30	15	2	1	0,5



3 ges.: qualitative Beschreibung der Funktion für s > f mit Begründung
Lsg.: beiseitig asymptotischer Verlauf (links gegen s = f = 10cm, rechts gegen A = 0)
links: je näher der Gegenstand dem Brennpunkt der Linse kommt, desto stärker ist die Vergrößerung, befindet sich der Gegenstand direkt im Brennpunkt, gibt es kein scharfes Bild auf dem Schirm
rechts: je weiter sich der Gegenstand vom Brennpunkt der Linse entfernt, desto kleiner wird das Bild

4 ges.: Entscheidung über die nötige Veränderung der Brennweite der Sammellinse mit Begründung
Lsg.: Skizze



- um den Abstand zwischen Projektor und Schirm zu vergrößern, wird auch die Gegenstandsweite vergrößert
- damit die Bildgröße trotz der Vergrößerung gleich bleibt, müssen die schrägen Anteile von Parallelstrahl und Brennpunktstrahl flacher verlaufen, d.h. der Brennpunkt muss sich in einem größeren Abstand zur Linse befinden
→ zur Vergrößerung des Abstandes zwischen Projektor und Schirm muss zur Konstanthaltung der Bildgröße auch die Brennweite vergrößert werden