

Aufgabe 1

Themenbereich: Energie

In dieser Aufgabe wird das grundlegende Konzept der „Energie“ in Mechanik, Thermodynamik und Elektromagnetismus behandelt.

- 1.a In einer elektrischen Fritteuse soll Frittieröl (Siedetemperatur 160°C) erhitzt werden. Es wurde die Temperatur ϑ des Öls im Verlauf der Zeit t direkt nach Einschalten des Stroms gemessen (Abbildung 1):

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abbildung 1

In der Kurve lassen sich zwei Bereiche erkennen. Nennen Sie diese und begründen Sie deren Zustandekommen physikalisch.

Laut Herstellerangabe leistet die Fritteuse $P = 1250\text{W}$. Es wurden $m = 2000\text{g}$ Öl erhitzt.

Berechnen Sie aus einem geeigneten Zeitintervall des Versuchs die spezifische Wärmekapazität c dieses Frittieröls. Dabei können Sie davon ausgehen, dass der erste Abschnitt linearisiert betrachtet werden kann.

(Ergänzung zur Formelsammlung: Erwärmungsenergie $\Delta W = m \cdot c \cdot \Delta T = m \cdot c \cdot \Delta \vartheta$)

(8 Punkte)

- 1.b In einem Kochtopf befand sich Wasser der Masse $m_1 = 800\text{g}$ bei einer Temperatur von $\vartheta_1 = 100^{\circ}\text{C}$. Dort hinein wurden $m_2 = 300\text{g}$ Kartoffeln der Temperatur $\vartheta_2 = 15^{\circ}\text{C}$ gegeben. Es erfolgte keine weitere Wärmeenergiezufuhr.

Berechnen Sie, auf welche Temperatur ϑ_3 sich das Wasser dadurch abkühlt.

Spezifische Wärmekapazitäten: $c_K = 3,35 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C}}$ und $c_W = 4,18 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C}}$.

(7 Punkte)

- 1.c Währenddessen hatte jemand versehentlich den bis auf die darin enthaltene Luft leeren, bereits geschlossenen Schnellkochtopf auf die Gasflamme gestellt. Diese Luft erwärmte sich von der Temperatur $\vartheta_1 = 20^{\circ}\text{C}$ auf $\vartheta_2 = 120^{\circ}\text{C}$.

Rechnen Sie die angegebenen Temperaturen in die Einheit „Kelvin“ (K) um.

Begründen Sie mit Hilfe der universellen Gasgleichung, dass hier gilt: $\frac{p}{T} = \text{const.}$

Berechnen Sie, welcher Druck p_2 dann im Innern des Topfes herrscht, wenn anfangs normaler Luftdruck von $p_1 = 1013\text{hPa}$ geherrscht hatte.

(8 Punkte)

- 1.d Um den absoluten Nullpunkt der Temperatur zu bestimmen, wurde gemessen, welches Volumen V ein ideales Gas bei einer Temperatur ϑ einnimmt (Tabelle 2):

ϑ in $^{\circ}\text{C}$	50	70	150	235
V in ml	105	110	135	165

Tabelle 2

Zeichnen Sie das zugehörige Diagramm in das Koordinatensystem im Anhang ein. Begründen Sie, dass sich aus diesem Diagramm der absolute Nullpunkt der Temperatur ermitteln lässt.

Bestimmen Sie graphisch den sich aus dieser Messung ergebenden absoluten Nullpunkt T_0 Temperatur.

(12 Punkte)

- 1.e Um die Umwandlung von Wärmeenergie in mechanische Energie zu demonstrieren, wurde folgender Versuch gemacht:

Ein Erlenmeyerkolben mit aufgesetztem Kolbenprober und aufgelegtem Massestück wurde in eine Schale mit heißem Wasser gesetzt. (Abbildung 3).

Durch die Erwärmung der Luft im Kolben hebt sich das Massestück samt Kolben ($m_{\text{ges}} = 0,3\text{kg}$) um $h = 0,14\text{m}$.

Das heiße Wasser ($m_w = 1000\text{g}$) kühlt sich von $\vartheta_1 = 88^{\circ}\text{C}$ auf $\vartheta_2 = 76^{\circ}\text{C}$ ab.

Berechnen Sie den Bruchteil der vom Wasser abgegebenen Wärmeenergie, der in mechanische Hubarbeit (potentielle Energie umgewandelt wird. ($c_{\text{Wasser}} = 4,18 \frac{\text{J}}{\text{g}\cdot^{\circ}\text{C}}$)

(Wundern Sie sich nicht über den kleinen Wert!)

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abbildung 3

(6 Punkte)

- 1.f In einem Wasserkraftwerk wird potentielle Energie in elektrische Energie umgewandelt. Die elektrische Energie wird in einer Turbine mit Hilfe eines Generators erzeugt.

Beschreiben Sie die prinzipielle physikalische Funktionsweise eines Generators.

Der elektrische Strom wird bei einer Spannung von $U_1 = 110000\text{V}$ vom Kraftwerk in die Städte transportiert. Hier wird er auf eine Mittelspannung von $U_2 = 10000\text{V}$ transformiert, bevor er auf die Haushaltsspannung $U_3 = 230\text{V}$ heruntertransformiert wird.

Erläutern Sie die physikalischen Grundlagen eines Transformators.

(9 Punkte)

Anhang

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Aufgabe 2

Themenbereich: Ladung

Die elektrische Ladung ist eine der grundlegenden Eigenschaften der Materie. Geladene Körper erzeugen elektrische Felder und erfahren Kräfte in elektrischen Feldern. Diese Wechselwirkungen sind Thema dieser Aufgabe.

- 2.a Wenn man mit einem negativ geladenen Glasstab ein Elektroskop berührt, schlägt der Zeiger aus (Abbildung 1).
Beschreiben Sie die physikalischen Vorgänge, die diesem Experiment zugrunde liegen.
(6 Punkte)

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abbildung 1

- 2.b Nun wird gemessen, welche elektrische Ladung Q Kugeln mit unterschiedlichen Radien r bei gleicher Spannung U aufnehmen können (Tabelle 2):

r in cm	0,25	0,4	0,75	1,2	1,5
Q in $10^{-6} C$	2,8	4,4	8,3	13,3	16,7

Tabelle

2

Stellen Sie die Messwerte in einem Diagramm dar, führen Sie eine Auswertungsrechnung mit allen Wertepaaren durch und stellen Sie das Ergebnis in einer Formel $Q(r)$ dar.

(14 Punkte)

- 2.c Beim Millikan-Versuch beobachtet man geladene Öltröpfchen, die innerhalb eines elektrischen Feldes schweben.
Beschreiben Sie dieses Experiment in seinen wesentlichen Grundgedanken.
Nennen Sie das Ergebnis des Millikan-Versuchs.

(8 Punkte)

- 2.d Stellen Sie das Feldlinienbild zweier ungleichnamiger Punktladungen mit Hilfe einer Skizze dar.
Erläutern Sie die Darstellung der Inhomogenität der Feldstärke dieses Feldes.

(8 Punkte)

2.e Ein Kondensator wird durch eine Spannung von $U = 120V$ aufgeladen. Die Aufschrift besagt, dass seine Kapazität $C = 450\mu F$ beträgt.

Berechnen Sie die Ladung Q und die Energie W_{el} , die der Kondensator speichert.

Nun wird der Kondensator über einen Widerstand entladen und die Entladestromstärke $I(t)$ im Verlauf der Zeit gemessen und in einem Diagramm aufgezeichnet (Abbildung 3).

Beschreiben Sie, wie man aus diesem Diagramm die Ladung bestimmt, die der Kondensator gespeichert hat.

Schätzen Sie mit Hilfe des hinterlegten Gitters diese Ladung Q ab .

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abbildung 3

(14 Punkte)

Aufgabe 3

Themenbereich: **Atomphysik - Spektren**

Mit seinem Atommodell hat Niels Bohr den Übergang vom klassischen zum quantenmechanischen Atommodell eingeleitet. Er modifizierte mit seinen Postulaten das Rutherford'sche Atommodell.

3.a

- Nennen Sie zwei Bohrsche Postulate.
- Die Abbildung 1 zeigt Unterschied und Übereinstimmung von Bohrschem Atommodell und dem Wellenmodell.
Erläutern Sie anhand der Abbildung den Zusammenhang zwischen Bahnradius und de-Broglie-Wellenlänge.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abbildung 1

- Das Elektron im Wasserstoffatom kann auch mithilfe des so genannten linearen Potentialtopfs beschrieben werden.
Erläutern Sie das Konzept des linearen Potentialtopfes.

(14 Punkte)

3.b Ein Wasserstoffatom sendet beim Übergang vom zweiten in den ersten Energiezustand ein Photon der Wellenlänge $\lambda = 121,6\text{nm}$ aus.

Berechnen Sie die Breite a des linearen Potentialtopfes, die sich daraus ergibt.

(9 Punkte)

3.c Abbildung 2 zeigt den Aufbau und das Ergebnis des Franck-Hertz-Versuches.

Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.

Abbildung 2

Beschreiben Sie den Aufbau und die Versuchsdurchführung des Franck-Hertz-Versuches. Erläutern Sie die Entstehung des auf der rechten Seite dargestellten $U - I -$ Diagramms. diese Sichtweise.

Begründen Sie, dass dieser Verlauf als Bestätigung des Bohrschen Atommodell gesehen wurde.

(11 Punkte)

- 3.d Abbildung 3 zeigt das Energieniveauschema eines fiktiven, also nicht real existierenden Gases. Berechnen Sie die Wellenlängen aller Emissionslinien im Bereich von $220\text{nm} - 800\text{nm}$. Skizzieren Sie das dazu passende Emissionslinienspektrum.

(12 Punkte)

- 3.e Erklären Sie die Funktion, die ein physikalisches „Modell“ im Erkenntnisprozess der Naturwissenschaften besitzt. Beschreiben Sie dies anhand eines selbstgewählten Beispiels eines Atommodells.

(4 Punkte)

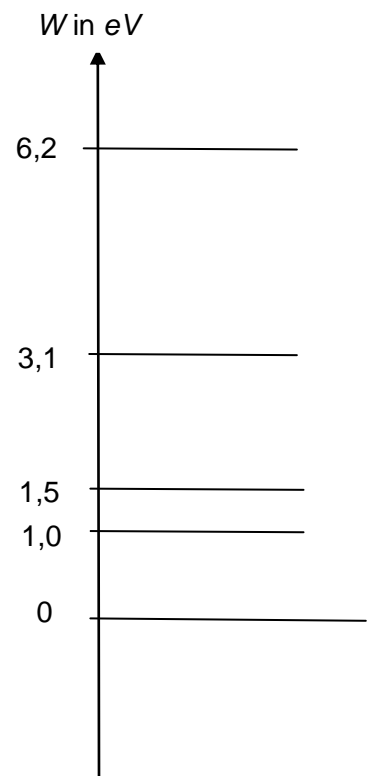


Abbildung 3

Schriftliche Abiturprüfung 2014 im dritten Prüfungsfach

Grundkurs Physik

Mittwoch, 30. April, 9.00 Uhr

Unterlagen für Referenten und Korreferenten

- Diese Unterlagen sind nicht für Schülerinnen und Schüler bestimmt -

Diese Unterlagen enthalten ...

- Allgemeines,
 - Erwartungshorizonte, Bewertungen und Korrekturhinweise zu den Aufgaben,
 - keine Aufgabenstellungen – Ihre Exemplare entnehmen Sie bitte den Schüleraufgaben – ,
 - einen Protokollbogen zur Auswahl der Aufgaben für die Prüfungsakten Ihrer Schule,
 - einen Rückmeldebogen für die Zentralabiturkommission zur Auswahl der Aufgaben.
-

Allgemeines

- Prüfen Sie die Prüfungsaufgaben vor der Aushändigung an die Schülerinnen und Schüler auf ihre Vollständigkeit und formale und inhaltliche Korrektheit und ergänzen Sie sie gegebenenfalls. Bei nicht ausreichender Anzahl erstellen Sie entsprechende Kopien vor Ort. Bei einem schwerwiegenden inhaltlichen Fehler informieren Sie sofort die Senatorin für Bildung und Wissenschaft von 7.00 bis 9.30. Die von der Senatorin für Bildung und Wissenschaft vorgenommene Korrektur gibt die Schule sofort an die für die schriftliche Prüfung zuständige Lehrkraft weiter.
- Wählen Sie gemeinsam mit Ihrer Korreferentin / Ihrem Korreferenten aus den drei vorgelegten Aufgaben zwei aus. Kommt es zu keiner Einigung, bestimmt die/der Vorsitzende des Fachprüfungsausschusses die Auswahl der Aufgaben (§ 10 Abs. 2 Nr. 1 AP-V). Protokollieren Sie auf dem beigefügten Protokollformular, welche Aufgaben Sie gewählt haben (Prüferin/Prüfer und Korreferentin/Korreferent und ggf. auch die/der Vorsitzende des Fachprüfungsausschusses unterschreiben das Protokoll).
- Füllen Sie bitte für die Zentralabiturkommission Physik den beigefügten Rückmeldebogen zur Auswahl der Aufgaben aus und schicken ihn an die dort genannte Adresse.
- Fragen Sie vor Verteilung der Aufgaben nach der Arbeitsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler und weisen Sie diese auf die Regelungen des § 5 AP-V (Täuschung und Behinderung) hin.
- Machen Sie die Schülerinnen und Schüler auf die Arbeitshinweise aufmerksam, die am Anfang ihrer Unterlagen für die Prüfung stehen. Geben Sie ihnen ggf. die nötigen Angaben zur Schulnummer sowie zur genauen Kursbezeichnung.
- Die Bearbeitungszeit beträgt 180 Minuten.
- Erlaubte Hilfsmittel: Rechtschreiblexikon, Formelsammlung, Taschenrechner.

14

Aufgabe 1 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt / Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
a.	<p>0min bis 4min : Die Temperatur steigt fast proportional an. 4min bis 8min : Die Temperaturzunahme wird immer schwächer. Anfangs gibt die Fritteuse noch fast ihre volle Leistung an das Öl ab, das Öl wird kontinuierlich erhitzt. Gegen Ende wird die Wärmeenergieabgabe an die Umgebung immer größer.</p> <p>Es gilt: $P = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \Delta W = c \cdot m \cdot \Delta \vartheta$</p> <p>Daraus folgt: $c = \frac{P \cdot \Delta t}{\Delta \vartheta \cdot m} = \frac{1250W \cdot 300s}{(100^{\circ}C - 20^{\circ}C) \cdot 2000g} = 2,34 \frac{J}{g \cdot ^{\circ}C}$</p>	4	4	
b.	<p>Die Wärmeenergie des heißen Wasser und der kalten Kartoffeln verteilt sich auf die Massen von Wasser und Kartoffeln:</p> $\vartheta_{\text{misch}} = \frac{c_W \cdot m_W \cdot \vartheta_W + c_K \cdot m_K \cdot \vartheta_K}{c_W \cdot m_W + c_K \cdot m_K} = \frac{4,18 \cdot 800 \cdot 100 + 3,35 \cdot 300 \cdot 15}{4,18 \cdot 800 + 3,35 \cdot 300} ^{\circ}C = 80,36^{\circ}C$	4	3	
c.	<p>Da die universelle Gasgleichung bei der niedrigsten Temperatur von einem Druck von Null und einem Volumen von Null ausgeht, gilt:</p> $\vartheta \text{ (in } ^{\circ}C) \propto T - 273,15 \text{ (in } K)$ <p>Da hier Volumen und $n \cdot R$ konstant bleiben, folgt aus der universellen Gasgleichung :</p> $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \rightarrow p_2 = \frac{T_2 \cdot p_1}{T_1} = \frac{393,15K \cdot 101300Pa}{293,15K} = 135856Pa$	2	4	2
d.	<p>Man geht davon aus, dass bei der Temperatur von 0K das Volumen Null beträgt.</p> <p>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.</p> <p>Der Schnittpunkt mit der Temperaturachse liegt bei ca. $\vartheta = -275^{\circ}C$</p>	3	6	3
e.	<p>Vom Wasser abgegebene Wärmeenergie:</p> $\Delta Q = m_W \cdot c_W \cdot \Delta \vartheta = 1000g \cdot 4,18 \frac{J}{g \cdot ^{\circ}C} \cdot 12^{\circ}C = 50160J$ <p>Verrichtete Hubarbeit: $W_{\text{Hub}} = m \cdot g \cdot h = 0,3kg \cdot 9,81 \frac{N}{kg} \cdot 0,14m = 0,41J$</p> <p>Das entspricht $8 \cdot 10^{-4}\%$, also $\frac{1}{125000}$</p>		6	14

f.	Eine Spule wird innerhalb eines Magnetfelds gedreht. Dadurch wird in der Spule ein elektrischer Strom induziert. Diese Transformation kann nur mit Wechselstrom funktionieren. Die so genannte Primärspule induziert durch ein sich ständig änderndes Magnetfeld eine Wechselspannung in der Sekundärspule. Durch entsprechende Wahl der Windungszahlen wird die Spannung heruntertransformiert.	7	2	
Verteilung der insgesamt 50 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		20	25	5

Aufgabe 2 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt / Lösungsskizze		Bewertung																							
		I	II	III																					
a.	Bei Berührung des Elektroskops gehen die beweglichen negativen Ladungsträger in das gesamte Elektroskop über, welches nun negativ geladen ist. Die elektrische Abstoßung bewirkt die Spreizung der Zeiger.	6																							
b.	<p>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.</p> <p>Sieht nach einem proportionalen Zusammenhang aus: $Q = k \cdot r$, also:</p> $k = \frac{Q}{r}$ <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>r in m</th> <th>Q in C</th> <th>$\frac{Q}{r}$ in $\frac{C}{m}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,0025</td> <td>2,80E-06</td> <td>1,12E-03</td> </tr> <tr> <td>0,004</td> <td>4,40E-06</td> <td>1,10E-03</td> </tr> <tr> <td>0,0075</td> <td>8,30E-06</td> <td>1,11E-03</td> </tr> <tr> <td>0,012</td> <td>1,33E-05</td> <td>1,11E-03</td> </tr> <tr> <td>0,015</td> <td>1,67E-05</td> <td>1,11E-03</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Mittelw.</td> <td>1,11E-03</td> </tr> </tbody> </table> <p>Das Gesetz lautet: $Q = 1,11 \cdot 10^{-3} \frac{C}{m} \cdot r$</p>	r in m	Q in C	$\frac{Q}{r}$ in $\frac{C}{m}$	0,0025	2,80E-06	1,12E-03	0,004	4,40E-06	1,10E-03	0,0075	8,30E-06	1,11E-03	0,012	1,33E-05	1,11E-03	0,015	1,67E-05	1,11E-03		Mittelw.	1,11E-03	3	9	2
r in m	Q in C	$\frac{Q}{r}$ in $\frac{C}{m}$																							
0,0025	2,80E-06	1,12E-03																							
0,004	4,40E-06	1,10E-03																							
0,0075	8,30E-06	1,11E-03																							
0,012	1,33E-05	1,11E-03																							
0,015	1,67E-05	1,11E-03																							
	Mittelw.	1,11E-03																							
c.	Öltröpfchen bekannter Masse werden in ein horizontales elektrisches Feld gesprüht. Durch das Einsprühen erhalten sie eine geringe elektrische Ladung. Durch Variation der Spannung werden die Tröpfchen zum Schweben gebracht, d.h. Gravitations- und elektrische Kraft heben sich auf. Daraus lässt sich ihre konkrete Ladung berechnen. Es ergab sich, dass diese immer ein Vielfaches einer Ladung von $q \approx 1,6 \cdot 10^{-19} C$ betrug. Daraus folgerte man, dass die elektrische Ladung gequantelt ist. Der Wert der so genannten Elementarladung ist $e = 1,602 \cdot 10^{-19} C$.	4	4																						
d.	<p>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.</p> <p>Im inhomogenen Feld ist die elektrische Feldstärke nicht überall gleich. Das wird durch unterschiedliche Abstände der Feldlinien dargestellt.</p>	4	4																						

e.	$Q = C \cdot U = 450 \cdot 10^{-6} F \cdot 120V = 0,054C$ $W_{el} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 = \frac{1}{2} \cdot 450 \cdot 10^{-6} F \cdot (120V)^2 = 3,24J$ <p>Für Konstante Stromstärken gilt: $Q = I \cdot t$</p> <p>Bei variabler Stromstärke gilt: $Q = \int_{t_1}^{t_2} I(t) dt$,</p> <p>d.h. die Ladung entspricht der Fläche unterhalb des Diagramms. Eine Auszählung anhand des Gitters ergibt ungefähr 45 Kästchen. Ein Kästchen entspricht $q = 0,002A \cdot 0,5s = 0,001C$</p> $Q = 45 \cdot 0,001C = 0,045C$	3	8	3
Verteilung der insgesamt 50 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		20	25	5

(Sämtliche Antworten, welche sich aus der Behandlung des Themas im Unterricht ergeben, sind entsprechend zu werten.)

Aufgabe 3 Erwartungshorizont und Bewertung nach Anforderungsbereichen

Erwarteter Inhalt / Lösungsskizze		Bewertung		
		I	II	III
a.	<p>Die Bohrschen Postulate fordern, dass</p> <ul style="list-style-type: none"> - auf dieser Bahn, die ja eine beschleunigte Ladung darstellt, keine elektromagnetische Strahlung abgegeben wird, weil diese Bahn infolge des Energieverlustes zusammenbrechen müsste. - diese Bahn sich nicht beliebig verändern kann, sondern dass dieses sprunghaft geschieht, weil sonst keine diskreten Energieportionen in Form von Licht abgegeben werden würden. <p>Dargestellt ist das 1. Bohrsche Postulat: Der Bahnradius nur dann stabil ist, wenn der Umfang ein ganzzahliges Vielfaches der de-Broglie-Wellenlänge des Elektrons beträgt, weil sich das Elektron sonst durch Interferenz selbst vernichten würde.</p> <p>Betrachtet wird ein Elektron, das sich entlang einer Strecke a innerhalb eines geschlossenen Raumes hin- und her bewegen kann. Auf das Elektron wirkt keine Kraft und seine potentielle Energie ist Null. Das Elektron darf nicht in die Wände eindringen können. Dies wird erreicht, wenn angenommen wird, dass dort die potentielle Energie unendlich groß sein soll, so dass das Elektron nicht die nötige Energie für das Eindringen in die Wände aufbringen kann.</p>	13	1	
b.	$h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda} = W_2 - W_1 = \frac{h^2}{8 \cdot m_e \cdot a^2} \cdot 2^2 - \frac{h^2}{8 \cdot m_e \cdot a^2} \cdot 1^2$ $\rightarrow \frac{h^2}{8 \cdot m_e \cdot a^2} \cdot 3 = \frac{h \cdot c}{\lambda} \rightarrow a = \sqrt{\frac{3 \cdot h \cdot \lambda}{8 \cdot c \cdot m_e}}$ $a = \sqrt{\frac{3 \cdot 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 121,6 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{8 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = 3,33 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ <p>Der lineare Potentialtopf hat also eine Breite von $a = 3,33 \cdot 10^{-10} \text{ m}$</p>		9	
c.	<p>Beim Franck-Hertz-Versuch ist Quecksilberdampf in einer evakuierten Röhre. In dieser Röhre befinden sich auch eine Glühkatode, ein Gitter und eine Anode. Die Elektronen, die aus der Katode austreten, werden zum Gitter hin beschleunigt, müssen danach eine Gegenspannung überwinden und werden an der Anode mit einem empfindlichen Amperemeter detektiert. Bei der Versuchsdurchführung wird die Beschleunigungsspannung zwischen Katode und Gitter erhöht und jeweils der Anodenstrom gemessen.</p> <p>Mit zunehmender Spannung steigt auch die Energie der einzelnen Elektronen und es erreichen immer mehr Elektronen die Anode. Ab einer bestimmten Spannung fällt der Anodenstrom rapide ab. Dies ist dadurch zu erklären, dass die Elektronen nun ausreichend Energie haben, damit sie von den Quecksilberatomen aufgenommen werden kann. Nach der Energieabgabe haben die Elektronen deutlich weniger Energie und es erreichen deutlich</p>			14

	<p>weniger Elektronen die Anode. Im weiteren Verlauf steigt die Energie der Elektronen mit der Spannung wieder an, bis es zu einer erneuten Energieabgabe an die Quecksilberatome kommt.</p> <p>Am $I - U_B$ -Diagramm kann man erkennen, dass die Elektronen nur nach einer bestimmten Beschleunigungsspannung von $U_B = 4,9V$ ihre Energie an die Quecksilberatome abgeben. Daraus wurde geschlossen, dass Atome Energie nur in bestimmten Portionen aufnehmen können. Dies wurde als eine Bestätigung des Bohrschen Atommodells angesehen.</p>		10	1
d.	<p>Aus dem Energieniveauschema ergeben sich insgesamt 10 mögliche Übergänge. Die zu diesen Übergängen gehörenden Wellenlängen lassen sich bestimmen mit $\Delta E = h \cdot \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \lambda = h \cdot \frac{c}{\Delta E}$. Es ergeben sich folgende Werte für die Wellenlänge, die in dem angegebenen Bereich liegen:</p> <p>$\lambda_1 = 238nm$ ($6,2eV \rightarrow 1,0eV$) $\lambda_2 = 264nm$ ($6,2eV \rightarrow 1,5eV$) $\lambda_3 = 400nm$ ($6,2eV \rightarrow 3,1eV; 3,1eV \rightarrow 0eV$) $\lambda_4 = 590nm$ ($3,1eV \rightarrow 1,0eV$) $\lambda_5 = 775nm$ ($3,1eV \rightarrow 1,5eV$)</p> <p>Die Abbildung wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt.</p>	7	5	
e.	<p>Je nach unterrichtlicher Vorbereitung sind verschiedene Aspekte möglich, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ein Modell ist eine Vorstellungshilfe, um die untersuchten Aspekte der realen Welt begrifflich und gedanklich fassen zu können. Dies kann ein schon bekanntes Objekt oder ein mathematisches Konstrukt sein. • Es konzentriert sich auf das Wesentliche. • Es nimmt eine Vereinfachung der komplexen Realität vor. • Mit dem Modell lassen sich Analogieschlüsse herstellen. • Modelle sind Annäherung an die Wirklichkeit und haben deshalb Grenzen der Gültigkeit. • Die Annäherung ist jeweils so gut, wie Problemstellung es erfordert. • Modelle sind nie als „richtig“ oder „wahr“ aufzufassen, lassen aber richtige Rückschlüsse auf die reale Welt zu. • Bsp.: Kreisbewegung als Modell für Elektronenbahnen, Stehende Wellen für Aufenthaltswahrscheinlichkeiten, Massepunkt. 			4
Verteilung der insgesamt 50 Bewertungseinheiten auf die Anforderungsbereiche		20	25	5