

PRÜFUNGSVORBEREITUNG PHYSIK: WELLEN, QUANTENPHYSIK

Theoriefragen: Diese Begriffe musst du auswendig in ein bis zwei Sätzen erklären können.

- a) Vektor/Skalar
- b) Schwingung
- c) Auslenkung
- d) Amplitude
- e) Periode
- f) Frequenz
- g) Winkelgeschwindigkeit/Kreisfrequenz
- h) Wellenlänge
- i) Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Welle
- j) Longitudinalwelle
- k) Transversalwelle
- l) Welches ist die grösste Geschwindigkeit und wie gross ist diese (gerundeter Wert)?
- m) Inertialsystem
- n) Auf welchen zwei Voraussetzungen beruht die spezielle Relativitätstheorie? (Postulate von Einstein)
- o) Mit welcher Geschwindigkeit breitet sich eine elektromagnetische Welle aus?
- p) Elektromagnetische Welle: Was schwingt, wenn sich eine elektromagnetische Welle ausbreitet?
- q) Nenne Beispiele für elektromagnetische Wellen und gib (ungefähr) den Wellenlängenbereich an.
- r) Fotoelektrischer Effekt
- s) Nenne die zwei Modelle, die zur Beschreibung der Eigenschaften von Licht verwendet werden.
- t) Beschreibe ein Experiment, das zeigt, dass Licht sich wie eine Welle verhält.
- u) Beschreibe ein Experiment, das zeigt, dass Licht sich wie ein Teilchen verhält.
- v) Wie beschreibt man in den beiden Modellen «Farbe»?
- w) Wie beschreibt man in den beiden Modellen «Intensität»?
- x) Beschreibe das Bohrsche Atommodell. Fertige evtl. eine Skizze an.
- y) Was ist so erstaunlich am Bohrschen Atommodell? Worin steht es im Widerspruch zur klassischen Physik?

Fähigkeiten:

- Formeln umformen, Zahlenwerte mit Einheiten einsetzen und ausrechnen
- Resultate auf die richtige Anzahl Ziffern runden und mit einer Zehnerpotenz in der wissenschaftlichen Schreibweise schreiben
- Diagramme zeichnen und interpretieren
- Elektrische und magnetische Feldlinienbilder interpretieren und zeichnen können
- Elektrische Schaltpläne interpretieren und zeichnen können
- Joule in Kilowattstunden umwandeln können und umgekehrt
- Joule in Elektronvolt umwandeln können und umgekehrt
- Winkel vom Gradmass ins Bogenmass umrechnen können und umgekehrt
- Aufgaben mit vektoriellen Grössen zeichnerisch und rechnerisch lösen
- Fehlerschranken ausrechnen und korrekt angeben für Resultate, die aus Messwerten (mit Fehlerschranken) berechnet wurden

Formeln: An der Prüfung erhältst du ein Formelblatt. Auf dem Formelblatt findest du alle Formeln, die du brauchst, sowie Tabellenwerte und ein paar wichtige Formeln aus der Mathematik. Das Formelblatt kannst du auf massenpunkt.ch anschauen und herunterladen.

Physikalische Grössen: Für diese physikalischen Grössen musst du Symbol und Einheit kennen.

	Symbol	Einheit		Symbol	Einheit
Weg/Strecke			Zeit		
Geschwindigkeit			Beschleunigung		
Kraft			Masse		
Arbeit			Energie		
Leistung			Lichtgeschwindigkeit		
Auslenkung			Amplitude		
Periode			Frequenz		
Kreisfrequenz / Winkelgeschwindigkeit			Winkel im Bogenmass		
Wellenlänge			Ausbreitungsgeschwindigkeit (einer Welle)		

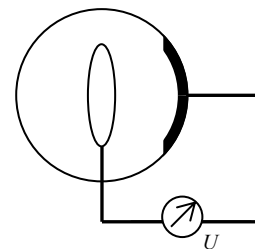
Übungsaufgaben:

Alle Arbeitsblätter und Aufgabenblätter A75 und A76

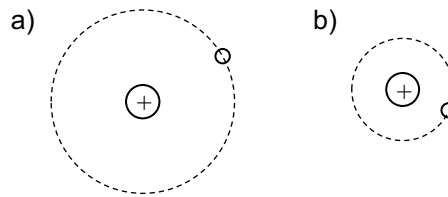
Weitere Aufgaben

- Eine harmonische Welle ($\lambda = 0.09760 \text{ cm}$) breitet sich mit $c = 1'230.00 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ aus. Die Frequenz (in Hz) soll berechnet werden.
 - Markiere bei den benötigten Zahlenwerten die signifikanten Ziffern mit einem Punkt über der Ziffer. Wie viele signifikante Ziffern besitzen diese? Wie viele Ziffern sollte das Resultat besitzen?
 - Berechne die Frequenz.
 - Notiere das Resultat (in Hz) mit einer Zehnerpotenz in der wissenschaftlichen Schreibweise und runde auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern.
- Albert spielt das e'' auf seiner Geige ($f = 0.66 \text{ kHz}$). Wie gross ist die Wellenlänge dieser Schallwelle in Luft?
- Bei dem verheerenden Erdbeben in Christchurch in Neuseeland am 22. Februar 2011 war der Erdbebenherd ca. 10 km entfernt.
 - Wie lange dauerte es, bis die schnellen Primärwellen ($c = 6.0 \frac{\text{km}}{\text{s}}$) Christchurch erreichten?
 - Nach welcher Zeit erreichten die zerstörerischen Oberflächenwellen ($c = 3.5 \frac{\text{km}}{\text{s}}$) Christchurch?

4. Um die Entfernung des Blitzes zu bestimmen, misst man die Zeit zwischen Blitz und Donner in Sekunden und dividiert sie durch 3; man erhält so die Entfernung in Kilometern. Begründe diese Regel.
5. Mit ihrem Echoverfahren sind Fledermäuse in der Lage selbst Mücken im Flug wahrzunehmen. Dazu benützen sie hohe Ultraschallfrequenzen bis 120 kHz. Berechne die Wellenlänge.
6. Im Kino sitzt ein Zuschauer 14.0 m vor der Leinwand und somit auch 14.0 m von den Lautsprechern entfernt. Mit welcher zeitlichen Verzögerung zum Bild gelangen die Schallsignale ins Ohr des Zuschauers (Angabe in ms)?
7. Von einer Sendestation in einem See werden über und unter der Wasseroberfläche gleichzeitig akustische Signale abgegeben. Wie weit ist eine Messstation entfernt, wenn Über- und Unterwassersignal mit einer zeitlichen Verschiebung von 500.0 ms empfangen werden?
8. In einem Glasstab breitet sich eine elektromagnetische Welle mit einer Wellenlänge von $(683 \pm 2) \text{ nm}$ und einer Geschwindigkeit von $(190 \pm 5) \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ aus. Gib die Frequenz dieser elektromagnetischen Welle korrekt mit (absoluter) Fehlerschranke an.
9. Eine Aluminiumplatte ($A = 28.00 \text{ cm}^2$) wird mit blauem Licht ($\lambda = 436 \text{ nm}$) beleuchtet. Die Lichtquelle besitzt eine Leistung von 75.2 mW und befindet sich im Abstand von 39.4 cm von der Aluminiumplatte (siehe Abbildung) entfernt. Auf die gesamte Fläche der Aluminiumplatte trifft eine Leistung von 0.1079 mW auf. Nach einer Weile misst man die Spannung 2.04 V zwischen dem Ring und der Aluminiumplatte.
- a) Wie gross ist die Austrittsarbeit in Aluminium? (in eV und in J)
- b) Wie gross muss die Frequenz des Lichts mindestens sein, damit überhaupt Elektronen aus der Aluminiumplatte austreten?
- c) Wie viele Photonen treffen pro Sekunde auf die Aluminiumplatte auf?
10. Ergänze die folgenden Sätze:
 Im Wasserstoff-Atom kann sich das Elektron auf Bahnen mit
 (*beliebigen/nur ganz bestimmten*) Radien bewegen. Auf jedem dieser Radien besitzt es eine
 (*beliebigel/nur ganz bestimmte*) Energie.
 Wenn sich ein Wasserstoff-Atom im Grundzustand befindet, bewegt sich das Elektron auf der Bahn mit dem
 (*kleinstmöglichen/grösstmöglichen*) Radius. In diesem Zustand hat es die
 (*kleinstmögliche/grösstmögliche*) Energie.
 Durch
 (*Aufnahme/Abgabe*) von Energie kann es in einen angeregten Zustand übergehen. Im angeregten Zustand besitzt es
 (*weniger/mehr*) Energie als im Grundzustand und das Elektron bewegt sich auf einer Bahn mit einem
 (*kleineren/grösseren*) Radius.
 Wenn es sich in einem angeregten Zustand befindet, kehrt das Atom nach kurzer Zeit von selber in den Grundzustand zurück. Dabei wird Energie in Form von Strahlung (Licht)
 (*abgegeben/aufgenommen*).



11. Hier siehst du zwei Wasserstoff-Atome im Bohrschen Atom-Modell dargestellt. Welches der beiden besitzt mehr Energie? Erkläre, woran du das erkennst.



12. Berechne für das Wasserstoff-Atom den Bahnradius eines Elektrons im Grundzustand sowie im ersten und im zweiten angeregten Zustand.
13. Wenn das Elektron im Wasserstoff-Atom von der dritten auf die zweite Kreisbahn «herunterfällt» wird ein Photon als rotes Licht mit einer Wellenlänge von 656 nm ausgesendet. Wie gross ist der Energieunterschied zwischen diesen beiden Bahnen?

Lösungen

1. a) $\lambda = 0.09760 \text{ cm}$: 4 signifikante Ziffern; $c = 1230.00 \frac{\text{km}}{\text{h}}$: 6; Resultat: 4 Ziffern

$$b) c = 1230.00 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1230.00}{3.6} \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad f = \frac{c}{\lambda} = \frac{\frac{1230.00}{3.6} \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0.09760 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = 350'068 \text{ Hz} = \underline{\underline{350.1 \text{ kHz}}}$$

$$c) f = \underline{\underline{3.501 \cdot 10^5 \text{ Hz}}}$$

$$2. \lambda = \frac{c}{f} = \frac{344 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{660 \text{ Hz}} = \underline{\underline{0.52 \text{ m}}} = \underline{\underline{52 \text{ cm}}}$$

$$3. a) t = \frac{s}{c} = \frac{10'000 \text{ m}}{6'000 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \underline{\underline{1.7 \text{ s}}}$$

$$b) t = \frac{s}{c} = \frac{10'000 \text{ m}}{3'500 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \underline{\underline{2.9 \text{ s}}}$$

4. Der Blitz breitet sich mit Lichtgeschwindigkeit aus, der Donner mit Schallgeschwindigkeit:
 $c_{\text{Luft}} = 344 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; in drei Sekunden kommt der Schall $s = c \cdot t = 344 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 3 \text{ s} = 1032 \text{ m} \approx 1 \text{ km}$ weit.

5. $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{344 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{120'000 \text{ Hz}} = 0.00286 \text{ m} = \underline{2.9 \text{ mm}}$

6. $t = \frac{s}{c} = \frac{14.0 \text{ m}}{344 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0.041 \text{ s} = \underline{41 \text{ ms}}$

7. $s = \frac{c_{\text{Wasser}} \cdot c_{\text{Luft}} \cdot \Delta t}{c_{\text{Wasser}} - c_{\text{Luft}}} = \frac{1'483 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 344 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0.500 \text{ s}}{1'483 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 344 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \underline{224 \text{ m}}$

8. $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{190 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{683 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 2.781844 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

$$f_{\text{max}} = \frac{c_{\text{max}}}{\lambda_{\text{min}}} = \frac{195 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{681 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 2.863436 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\Delta f = f_{\text{max}} - f = 2.863436 \cdot 10^{14} \text{ Hz} - 2.781844 \cdot 10^{14} \text{ Hz} = 0.08159132 \cdot 10^{14} \text{ Hz} = 0.08 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$f = \underline{(2.78 \pm 0.08) \cdot 10^{14} \text{ Hz}}$$

9. a) $E_{\text{kin}} = q \cdot U = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 2.04 \text{ V} = 3.246 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$$W_A = h \cdot f - E_{\text{kin}} = \frac{h \cdot c}{\lambda} - E_{\text{kin}} = \frac{6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 2.998 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{436 \cdot 10^{-9} \text{ m}} - 3.264 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$= \underline{1.29 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = \underline{0.808 \text{ eV}}$$

b) $W_A = h \cdot f \quad f = \frac{W_A}{h} = \frac{1.29 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}} = \underline{1.95 \cdot 10^{14} \text{ Hz}}$

c) 0.1079 mW sind pro Sekunde 0.1079 mJ

Energie eines einzelnen Photons:

$$E = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 2.998 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{436 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 4.56 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{Anzahl Photonen: } \frac{0.10794 \cdot 10^{-3} \text{ J}}{4.56 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = \underline{2.37 \cdot 10^{14} \text{ Photonen}}$$

10. nur ganz bestimmten/ nur ganz bestimmte/ kleinstmöglichen/ kleinstmögliche/ Aufnahme/ mehr/ grösseren/ abgegeben
11. Bei a) bewegt sich das Elektron auf einer Bahn mit einem grösseren Radius als bei b).
 Daran erkennt man, dass sich das Wasserstoff-Atom in einem angeregten Zustand befindet und mehr Energie besitzt.

12. $r_n = \frac{h^2 \cdot \epsilon_0}{m_{\text{Elektron}} \cdot e^2 \cdot \pi} \cdot n^2$

$$r_1 = \frac{h^2 \cdot \epsilon_0}{m_{\text{Elektron}} \cdot e^2 \cdot \pi} = \frac{(6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})^2 \cdot 8.854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{A} \cdot \text{s}}{\text{V} \cdot \text{m}}}{9.109 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot (1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C})^2 \cdot \pi} = \underline{5.29 \cdot 10^{-11} \text{ m}}$$

$$r_2 = \underline{2.12 \cdot 10^{-10} \text{ m}}, r_3 = \underline{4.76 \cdot 10^{-10} \text{ m}}$$

13. $E = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 2.998 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{656 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = \underline{3.03 \cdot 10^{-19} \text{ J}}$