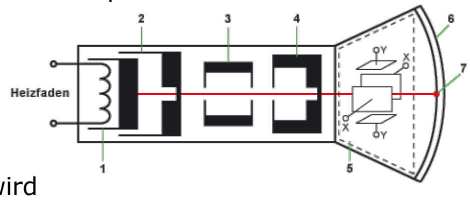
Thema: Mündliche Prüfung	Übungsaufgaben zu Berechnungen

1 Berechnen Sie die Kapazität eines luftgefüllten Plattenkondensators, dessen Platten den Flächeninhalt 0,900 m^2 und den Abstand 2,50 mm besitzen.

2 Berechne den Plattenabstand eines luftgefüllten Plattenkondensators mit zwei quadratischen Platten der Seitenlänge 20cm und der Kapazität 350pF.

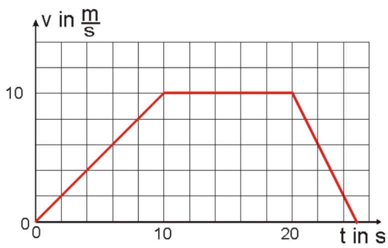


3 In einer Elektronenstrahlröhre werden Elektronen durch eine Spannung von 900 V beschleunigt.
Berechnen Sie die Endgeschwindigkeit der Elektronen.

4 In einer 60 cm langen, mit Luft gefüllten Spule mit 1000 Windungen wird mit einem Erregerstrom von 0,2 A ein Magnetfeld erzeugt.
a) Ermitteln Sie die magnetische Flussdichte.
b) Wie groß wird sie, wenn man die Spule mit Eisen (μ_{rel} = 1000) ausfüllt?

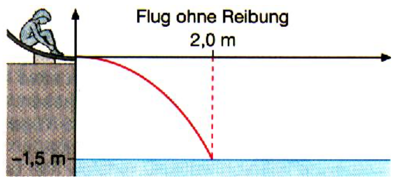
5 Der Jet d'eau (franz. Wasserstrahl) ist ein Springbrunnen im Genfer See mit einem bis zu 140m hohen Wasserstrahl. Er ist eines der Wahrzeichen der Stadt Genf.
a) Berechnen Sie mit einem Energieansatz die notwendige Geschwindigkeit v_0 , mit der das Wasser für diese Höhe aus der Düse strömen müsste. (Vor.: Kein Verlust an mechanischer Energie.)
b) Berechnen Sie, welche Höhe die Fontäne erreichen würde, wenn v_0 nur halb so groß wie der in Aufgabenteil **a)** berechnete Wert wäre.

6 Die Menschen planen in den nächsten Jahrzehnten eine Marsmission. Der Mars sei von der Erde $1{,}0 \cdot 10^8$km entfernt.
Berechnen Sie, wie lange es beim Sprechfunkverkehr Erde-Mars mindestens dauert, bis nach einer Frage vom Kontrollzentrum auf der Erde die Antwort der Marsastronauten wieder auf der Erde ankommt.

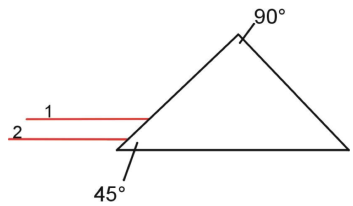


7 Die Bewegung eines Körpers wird durch das gezeigte $v = f(t)$ -Diagramm beschrieben. (siehe Abbildung)
Berechnen Sie die Beschleunigungen, die der Körper in den verschiedenen Bewegungsabschnitten erfährt.

8 Berechnen Sie, aus welcher Höhe *h* ein Auto auf die Straße stürzen müsste, damit die gleichen Verformungen auftreten wie bei einem Zusammenprall des Autos mit einer Betonwand bei *v* = 90 km/h.



9 Ein Kind rutscht im Schwimmbad eine Rutsche hinunter.
Es verlässt sie horizontal und trifft 1,5 m tiefer in 2,0m horizontaler Entfernung auf das Wasser.
Berechnen Sie den Betrag der Geschwindigkeit, mit der das Kind die Rutsche verlässt.



10 Der Lichtstrahl 1 trifft von Luft parallel zur Grundfläche auf ein Prisma aus leichtem Kronglas. Er wird so gebrochen, dass er die Grundfläche des Prismas trifft.
Begründen Sie rechnerisch, dass der Lichtstrahl an der Grundfläche des Prismas nicht gebrochen wird.

11 Bei einem Beugungsversuch mit einem optischen Gitter wird grünes Licht mit der Wellenlänge 527 nm verwendet. Der Auffangschirm ist 125 cm vom Gitter entfernt. Der Abstand der beiden hellen Beugungsstreifen 2. Ordnung voneinander beträgt 53 mm. Berechnen Sie die Gitterkonstante.

12 Für ein Experiment zur Gegenfeldmethode werden für das monochromatische Licht folgende Messwerte ermittelt:

***λ* in nm**	470	510	550	590
***Ug* in V**	0,730	0,522	0,344	0,190

a) Ermitteln Sie aus den Messwerten das Planck'sche Wirkungsquantum. (graphisch/mit GTR)

b) Geben Sie die Austrittsarbeit und die Grenzfrequenz für diesen Versuch an.
(Bei einem Lösungsweg mit dem GTR sind die wesentlichen Schritte zu notieren.)

13 Monochromatisches ultraviolettes Licht der Wellenlänge 25 nm wird beim Durchgang durch Wasserstoff teilweise absorbiert. Dabei werden Wasserstoffatome, deren Elektronen sich vorher im Grundzustand befanden, ionisiert.

a) Berechnen Sie die Energie eines Photons und die Geschwindigkeit, mit der ein abgelöstes Elektron sein Wasserstoffatom verlässt.

b) Ermitteln Sie die Wellenlänge des Lichtquants das beim Übergang eines Elektrons des Wasserstoffatoms vom 2. angeregten Zustand in den 1. angeregten Zustand emittiert wird.

14 Eine wichtige Größe bei Überlegungen zur Energiegewinnung durch Fusions- bzw. Spaltprozesse ist die mittlere Bindungsenergie pro Nukleon.
Berechnen Sie die mittlere Bindungsenergie E_B/A pro Nukleon für das Isotop Fe - 56.
geg.: $m_P = 1{,}007825\ u$ $m_N = 1{,}008665\ u$

$(m_A\left({}^{56}_{26}\mathrm{Fe}\right) = 55{,}934936\mathrm{u})$

Thema: Mündliche Prüfung	Übungsaufgaben zu Berechnungen **Lösungen**

zu 1 Mit $\varepsilon_r = 1{,}00$, $A = 0{,}900\,\mathrm{m}^2$ und $d = 2{,}50\,\mathrm{mm} = 2{,}50 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{m}$ nutzt man die Formel für die Kapazität eines Plattenkondensators

$$C = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot \frac{A}{d}$$

Einsetzen der gegebenen Werte liefert

$$C = 8{,}85 \cdot 10^{-12}\,\frac{\mathrm{A\,s}}{\mathrm{V\,m}} \cdot 1{,}00 \cdot \frac{0{,}900\,\mathrm{m}^2}{2{,}50 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{m}} = 3{,}19 \cdot 10^{-9}\,\mathrm{F} = 3{,}19\,\mathrm{nF}$$

zu 2 Mit $\varepsilon_r = 1{,}00$, $A = (0{,}20\,\mathrm{m})^2 = 0{,}040\,\mathrm{m}^2$ und $C = 350\,\mathrm{pF} = 350 \cdot 10^{-12}\,\mathrm{F}$ ergibt sich mit der Formel für die Kapazität eines Plattenkondensators

$$C = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot \frac{A}{d} \Leftrightarrow d = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot \frac{A}{C}$$

Einsetzen der gegebenen Werte liefert

$$d = 8{,}85 \cdot 10^{-12}\,\frac{\mathrm{A\,s}}{\mathrm{V\,m}} \cdot 1{,}00 \cdot \frac{0{,}040\,\mathrm{m}^2}{350 \cdot 10^{-12}\,\mathrm{F}} = 1{,}0 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{m} = 1{,}0\,\mathrm{mm}$$

zu 3

Geschwindigkeit $1{,}8\cdot 10^7\,\mathrm{m/s}$

zu 4

a) Flussdichte $4{,}2\cdot 10^{-4}\,\mathrm{T}$
b) Flussdichte $4{,}2\,\mathrm{T}$

zu 5a) Die Maximalhöhe von $h_{\max} = 140\mathrm{m}$ wird erreicht, wenn die kinetische Energie zu Beginn vollständig in potentielle Energie umgewandelt ist. Die Anfangsgeschwindigkeit ergibt sich dann durch

$$E_{\mathrm{kin}} = E_{\mathrm{pot}} \Leftrightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot {v_0}^2 = m \cdot g \cdot h_{\max} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_{\max}}$$

Einsetzen der gegebenen Werte liefert

$$v_0 = \sqrt{2 \cdot 9,81\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 140\mathrm{m}} = 52,4\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 52,4 \cdot 3,6\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = 189\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$$

b) Dadurch, dass die Geschwindigkeit quadratisch in die Gleichung (vgl. Aufgabenteil **a)**) eingeht, sorgt eine Halbierung dafür, dass nur noch ein Viertel der ursprünglichen Höhe erreicht wird, also $35\mathrm{m}$. Noch einmal konkret gerechnet ergibt sich

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(\frac{v_0}{2}\right)^2 = m \cdot g \cdot h_2 \Leftrightarrow h_2 = \frac{{v_0}^2}{8 \cdot g} \Rightarrow h_2 = \frac{\left(52,4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)^2}{8 \cdot 9,81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}} = 35\mathrm{m}$$

zu 6 Das Funksignal muss die Strecke von der Erde zum Mars und wieder zurücklaufen, also ist $s = 2 \cdot 1,0 \cdot 10^8\mathrm{km} = 2,0 \cdot 10^8\mathrm{km}$. Die Geschwindigkeit, mit der das Signal fortschreitet, ist $v = c = 3,0 \cdot 10^5\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{s}}$. Somit gilt

$$v = \frac{s}{t} \Leftrightarrow t = \frac{s}{v} \Rightarrow t = \frac{2,0 \cdot 10^8\mathrm{km}}{3,0 \cdot 10^5\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{s}}} = 6,7 \cdot 10^2\mathrm{s} = 11\mathrm{min}$$

Die Antwort auf die von der Erde abgeschickte Frage trifft also frühestens nach 11 Minuten auf der Erde ein.

zu 7 Zwischen $0\mathrm{s}$ und $10\mathrm{s}$ ändert der Körper seine Geschwindigkeit von $0\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ auf $10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Die Beschleunigung beträgt

$$a = \frac{10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} - 0\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{10\mathrm{s} - 0\mathrm{s}} = 1\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$$

Zwischen $10\mathrm{s}$ und $20\mathrm{s}$ bewegt er sich mit konstanter Geschwindigkeit von $10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Die Beschleunigung beträgt

$$a = \frac{10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} - 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{20\mathrm{s} - 10\mathrm{s}} = 0\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$$

Zwischen $20\mathrm{s}$ und $25\mathrm{s}$ wird er von $10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ auf $0\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ langsamer. Die Verzögerung (Bremsbeschleunigung) beträgt

$$a = \frac{0\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} - 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{25\mathrm{s} - 20\mathrm{s}} = -2\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$$

zu 8 Die Geschwindigkeit, mit der das Auto aufprallen soll ist $90\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = \frac{90}{3{,}6}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 25\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Die Abwurfhöhe ergibt sich durch geschicktes Kombinieren und Umstellen zweier Gleichungen:

$$v = g \cdot t \quad (1)$$

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} \quad (2)$$

Einsetzen von (2) in (1) und Umstellen liefert

$$v = g \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} \Rightarrow v^2 = 2 \cdot g \cdot h \Leftrightarrow h = \frac{v^2}{2 \cdot g} \Rightarrow h = \frac{\left(25\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)^2}{2 \cdot 9,81\,\frac{m}{s^2}} = 31{,}8\mathrm{m}$$

Das Auto muss also aus $31{,}8\ \mathrm{m}$ Höhe fallen gelassen werden.

zu 9 Die Bewegung in y-Richtung ist eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung mit der Beschleunigung g, bei der eine Strecke von $1,5m$ zurückgelegt wird. Die dafür benötigte Zeit t berechnet man durch

$$y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot y}{g}} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}5\,\mathrm{m}}{9{,}81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}} = 0{,}55\,\mathrm{s}$$

In dieser Zeit t ist in x-Richtung bei einer gleichförmigen Bewegung die Strecke $2{,}0\,\mathrm{m}$ zurückgelegt worden. Die Geschwindigkeit v_x dieser gleichförmigen Bewegung berechnet man mit

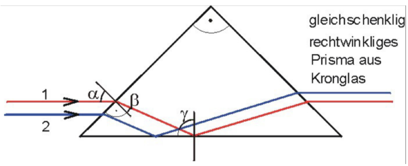
$$x = v_x \cdot t \Leftrightarrow v_x = \frac{x}{t} \Rightarrow v_x = \frac{2{,}0\mathrm{m}}{0{,}55\,\mathrm{s}} = 3{,}6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 13\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$$

zu 10

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = n$$

$$\sin\beta = \frac{\sin\alpha}{n}$$

$$\beta = 27{,}9°$$



Mit diesem Winkel lässt sich der Einfallswinkel an der unteren Kante berechnen:

$\gamma = 72{,}9°$

Frage: wird der Strahl jetzt gebrochen oder tritt Totalreflexion auf. Dazu muss der Grenzwinkel für den Übergang von Glas in Luft berechnet werden:

$$\frac{\sin\gamma}{\sin 90°} = \frac{1}{n}$$

$$\gamma = 41{,}47°$$

Der berechnete Grenzwinkel besagt, dass alle Lichtstrahlen, die unter einem Winkel, der größer als 41,47°ist, einfallen, nicht mehr gebrochen, sondern reflektiert werden.
Ursache: der Brechungswinkel ist größer als 90°, es kann also nicht gebrochen werden.

zu 11 Bei dieser Aufgabe kann der Wert für *e* als Abstand Gitter – Schirm natürlich ebenfalls verwendet werden, da die Abweichung zur tatsächlichen Entfernung minimal ist!

b) Es ist der Abstand der beiden Maxima 2. Ordnung gegeben. In die Gleichung zur Berechnung der Maxima geht aber nur der Abstand Maximum 0. Ordnung - Maximum 2. Ordnung ein. Deshalb ist der gegebene Wert zu halbieren.

$s_2 = 26{,}5\,\text{mm}$

$s_2 = 26{,}5 \cdot 10^{-3}\,\text{m}$

Gleichung für die Maxima:

$$\frac{k \cdot \lambda}{b} = \frac{s_k}{e_k}$$

Für das 2. Maximum ist k=2.

e ist der Abstand Gitter - Schirm, in der Gleichung steht aber der Abstand Gitter - Maximum e_k.

Es gilt:

$$e_k = \sqrt{e^2 + s_k^2}$$

Damit wird:

$$\frac{k \cdot \lambda}{b} = \frac{s_k}{e_k}$$

$$b = \frac{k \cdot \lambda \cdot \sqrt{e^2 + s_k^2}}{s_k}$$

$$b = \frac{2 \cdot 527 \cdot 10^{-9}\,\text{m} \cdot \sqrt{1{,}25^2\,\text{m}^2 + (26{,}5 \cdot 10^{-3})^2\,\text{m}^2}}{26{,}5 \cdot 10^{-3}\,\text{m}}$$

$$b = 49{,}7 \cdot 10^{-6}\,\text{m}$$

Hinweis: Die Abweichung bei Verwendung von e an Stelle von e_k ist minimal.

zu 12 $W_A = 1{,}93\,\text{eV}$; $f_G = 4{,}63 \cdot 10^{14}\,\text{Hz}$

zu 13 $E_{Ph} = 49{,}6\,\text{eV}$; $v = 4{,}4\; 10^6\, m \cdot s^{-1}$; $\lambda = 121{,}5\,\text{nm}$

zu 14

$$\begin{aligned}
\frac{E_B}{A}\left({}^{56}_{26}\text{Fe}\right) &= \frac{\Delta m \cdot c^2}{A} \\
&= \frac{\left[26 \cdot m_A({}^{1}_{1}\text{H}) + 30 \cdot m_A({}^{1}_{0}\text{n}) - m_A({}^{56}_{26}\text{Fe})\right] \cdot c^2}{56} \\
&= \frac{[26 \cdot 1{,}007825u + 30 \cdot 1{,}008665u - 55{,}934936u] \cdot c^2}{56} \\
&= \frac{0{,}528441 \cdot u \cdot c^2}{56} \\
&= \frac{0{,}528441 \cdot 931{,}5\,\text{MeV}}{56} \\
&= 8{,}79\,\text{MeV}
\end{aligned}$$