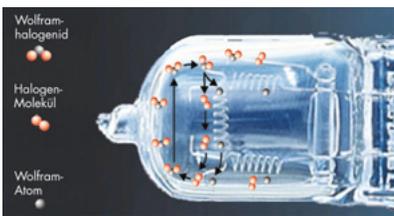




B1 Glühlampen, Laserpointer und LEDs.
A: Nennen Sie die Anwendungen der verschiedenen Lampentypen.



B2 In der Halogenlampe verbinden sich Wolfram-Atome mit Brom- oder Iod-Molekülen zu Wolframhalogenid. Dieses wird an der 3000 °C heißen Wendel wieder in Elemente zerlegt. **A:** Erklären Sie die längere Haltbarkeit des Glühdrahts, die auf dieser Reaktion beruht.



B3 Die Innenbeschichtung bei Leuchtstoffröhren bestimmt das Farbenspektrum des Lichts. **A:** Erläutern Sie, warum Lebensmittel unter einer entsprechenden Lampe appetitlicher aussehen.

Aus Strom wird Licht

Versuche

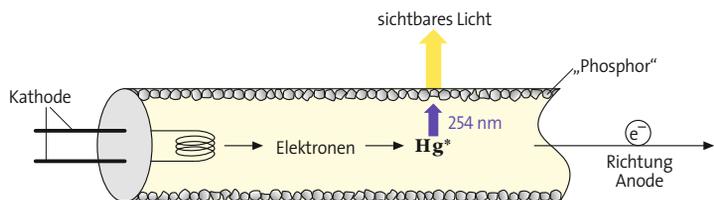
LV1 Eine Leuchtstoffröhre und eine Energiesparlampe werden über einer Wanne zertrümmert. Eventuell herausfallende Quecksilbertröpfchen* werden in einem Behälter unter Wasser zur Entsorgung gesammelt. Mit den Glasscherben werden V2 und V3 durchgeführt.

V2 Betrachten Sie die Glasscherben aus LV1 von beiden Seiten unter der UV-Handlampe bei verschiedenen Wellenlängen ($\lambda = 366 \text{ nm}$ und $\lambda = 254 \text{ nm}$). Beobachten Sie die Innenbeschichtung und ermitteln Sie, ob diese fluoresziert oder phosphoresziert (vgl. V4, S. 167).

V3 Untersuchen Sie, mit welchen der folgenden Chemikalien die Beschichtung der Glasscherben aus LV1 gelöst bzw. zur Reaktion gebracht werden kann: Hepatan*, Aceton*, Wasser, Salzsäure*, $c = 3 \text{ mol/L}$, Natronlauge*, $c = 3 \text{ mol/L}$.

Auswertung

- Glühlampen sind mit Stickstoff oder Argon gefüllt. Erklären Sie, warum die Glühwendel schneller durchbrennen würde, wenn der Glaskolben mit Luft gefüllt wäre.
- Stellen Sie die Ergebnisse aus V2 tabellarisch dar. Erklären Sie die Ergebnisse mithilfe von B4.
- Deuten und erläutern Sie die Ergebnisse aus V3 dahingehend, ob die Beschichtung der Innenwand bei den untersuchten Lampen aus organischen oder anorganischen Verbindungen besteht.
- Die Beschichtungen in den Leuchtstoffröhren werden als „Phosphore“ bezeichnet. Erklären Sie mithilfe von S. 167, warum diese Bezeichnung irreführend ist.
- Formulieren Sie die in B2 skizzierten Reaktionen in einer Halogenlampe mit Angabe des Vorzeichens der Reaktionsenthalpie ΔH_R .



B4 In der Leuchtstoffröhre werden Quecksilber-Atome durch Elektronen angeregt. Sie übertragen UV-Quanten mit $\lambda = 254 \text{ nm}$ an die Leuchtstoffschicht. Diese strahlt sichtbares Licht aus. **A:** Erklären Sie mithilfe eines Energiediagramms, wo die zusätzliche Energie der UV-Quanten bleibt.

Angeregte Zustände in künstlichen Lichtquellen

Lampen aller Art (B1) sind künstliche Quellen für Licht und Farben. In ihnen wird „edle“ elektrische Energie in Licht umgewandelt. Je nach Lampentyp wird aber ein Teil der elektrischen Energie zu „unedler“ Wärme und damit entwertet¹. Bei herkömmlichen **Glühlampen** beträgt der Wärmeverlust bis zu 90%, da das Licht durch einen dünnen, glühenden Draht aus Wolfram erzeugt wird. Um die Oxidation des Wolframs zu verhindern, ist der Glaskolben mit Argon gefüllt. Zwar schmilzt Wolfram erst bei 3410 °C, aber bereits bei Temperaturen unter 3000 °C werden nach und nach Wolfram-Atome von der Glühwendel abgetragen, sie wird dünner und schließlich brennt die Lampe durch.

Bei **Halogenlampen** wird das abgetragene Wolfram nach dem in B2 beschriebenen Stoffkreislauf mithilfe eines Halogens zurück auf die Wendel geführt. Das macht nicht nur eine höhere Temperatur an der Wendel und damit intensiveres Licht möglich, sondern verlängert auch die Lebensdauer dieser Lampen erheblich.

In **Leuchtströhren** werden Edelgas-Atome bei einer Hochspannung von ca. 5000 V elektronisch angeregt. Sie strahlen bei der Rückkehr in die Grundzustände gelbes (Helium), rotes (Neon), blaues (Argon), gelbgrünes (Krypton) oder violettes (Xenon) Licht aus.

Leuchtstoffröhren und **Energiesparlampen** funktionieren bereits bei 230 V und liefern ca. fünfmal mehr Licht als Glühlampen gleicher Leistung (gleicher Wattzahl). In ihnen sind Argon und eine sehr geringe Menge Quecksilber enthalten, das beim Einschalten der Lampe zunächst verdampft. Dann kommt es durch Anregung der Quecksilber-Atome und Energieübertragung auf den fluoreszierenden Feststoff der Innenwand zur Lichtemission durch letzteren (B4). Als fluoreszierende Materialien in Leuchtstoffröhren werden in der Regel anorganische Salze mit Zusätzen aus Verbindungen von Übergangsmetallen und Lanthanoiden verwendet. Durch die passenden Zusätze lässt sich das Spektrum des emittierten Lichts einstellen (B3, B5, B6).

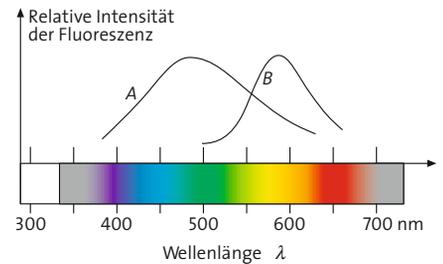
Wenn im Gasraum Xenon- statt Quecksilber-Atome primär angeregt würden, könnte die Lichtemission im sichtbaren Bereich verdoppelt werden (B7). Leuchtstoffröhren dieser Art werden erforscht, weil darin auch das giftige Quecksilber durch das harmlose Erdgas Xenon ersetzt wäre.

Auf einem ganz anderen Prinzip als die Lampen von dieser Seite basieren **Leuchtdioden**. Ihr Funktionsprinzip wird auf den folgenden Seiten erschlossen.

Aufgaben

A1 Erläutern Sie, dass weder Beschichtung A noch Beschichtung B aus B5 alleine für eine Leuchtstoffröhre im Klassenraum geeignet ist. Erklären Sie, was durch die Mischung von A mit B erreicht wird.

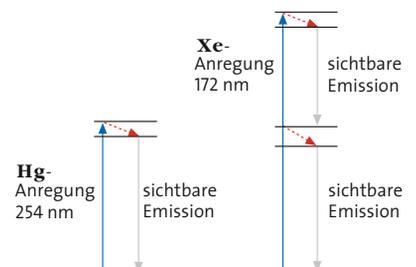
A2 Erläutern Sie im Zusammenhang mit der Aufgabe zu B3, warum ganz allgemein Objekte im Licht einer anderen Lampe in anderen Farben erscheinen können.



B5 Emissionsspektren häufiger „Phosphore“ aus Leuchtstoffröhren [A: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ mit Zusätzen von SbF_3 , B: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ mit Zusätzen von MnCl_2]



B6 Anorganische Leuchtstoffe [blau: $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}(\text{Eu}^{2+})$, grün: $\text{CaMgAl}_{11}\text{O}_{19}(\text{Tb}^{3+})$, rot: $\text{Y}_2\text{O}_3(\text{Eu}^{3+})$]. Die in Klammern angegebenen Ionen sind nur in Spuren enthalten. **A:** Geben Sie die Positionen dieser Elemente im Periodensystem an.



B7 Verdopplung von sichtbaren Lichtquanten bei der Anregung des „Phosphors“ mit Xenon. **A:** Zeigen Sie rechnerisch, dass dies möglich ist.

¹ Elektrische Energie ist „edel“, weil sie mit sehr hohem Wirkungsgrad in jede andere Energieform umgewandelt werden kann.