

Ausgabe: 1.2.2016

Abgabe: 8.2.2016, 10:15 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Laser (3 Punkte)

Laser haben ein vielfältiges Einsatzgebiet in der Medizin und Medizintechnik. Für das grundlegende Verständnis der Funktionsweise eines Lasers sollen die folgenden Fragen kurz beantwortet werden.

- Benennen und erläutern Sie die drei Hauptkomponenten eines Lasers.
- Erläutern Sie die Funktionsweise eines Lasers, indem Sie die Begriffe Besetzungsinversion und stimulierte Emission erklären.
- Erläutern Sie die Funktionsweise eines 4-Niveau-Lasers.
- Informieren Sie sich über zwei verschiedene Lasertypen und ihren Einsatz in der Medizin.

Aufgabe 2: Laser in der Augenheilkunde (3 Punkte)

Eine an der Augenlinse abgelöste Netzhaut kann durch Pulse aus einem Excimer-Laser wieder angeschweißt werden, indem dieser an verschiedenen Stellen fokussiert wird. Der Laser erzeugt Pulse mit einer Dauer von $t = 20 \text{ ns}$, einer Wellenlänge von $\lambda = 600 \text{ nm}$, und einer Pulsleistung von $P = 60 \text{ mW}$. Der Laserstrahl hat einen kreisförmigen Querschnitt mit Strahldurchmesser $d = 125 \text{ }\mu\text{m}$ und die Energie wird in einer Schicht der Dicke $l = 268 \text{ }\mu\text{m}$ absorbiert.

- Wie groß ist die Pulsenenergie und die mittlere Anzahl von Photonen bei jedem Puls?
- Um wie viel Grad wird das Gewebe durch 10^6 Pulse im Fokus aufgewärmt? Vernachlässigen Sie bei Ihrer Rechnung einen möglichen Phasenübergang und nähern Sie das Gewebe mit Wasser an.

Aufgabe 3: Weitere Anwendungsbereiche - UV/Vis-Spektroskopie (3 Punkte)

In der Spektroskopie werden aufgrund der hohen Intensität auch Laser als Leuchtquelle verwendet. Abhängig von der Probe wird dabei auf einen unterschiedlichen Bereich des elektromagnetischen Spektrums zurückgegriffen.

In der quantitativen Spektroskopie wird über die Absorbanz $A = \log(I_0/I) = \sum \epsilon_i(\lambda) c_i d$ die Konzentration c einer Lösung, aufgrund der spezifischen Absorption von Molekülen bzw. Bindungen, bestimmt. Dabei ist ϵ der dekadische Absorptionskoeffizient und d die Dicke der Messküvette (*typisch 1 cm*).

- Zeichnen Sie die Absorption von UV und IR-Strahlung sowie Fluoreszenz in ein Jablonski-Diagramm ein und erläutern Sie welche molekularen Anregung damit einhergehen.
- Recherchieren Sie welche Wellenlänge für die Konzentrationsbestimmung von DNA geeignet ist. Welche negativen Folgen kann die Messung für die Probe haben.

Bei zeitlich aufgelösten Absorptionsmessungen können Reaktionsverläufe anhand der Änderungen im Absorptionsspektrum beobachtet werden. Zur Bestimmung der Reaktionsrate k der Reaktion $A \rightarrow B$ wird eine Messung mit einem Laser der Wellenlänge $\lambda = 275 \text{ nm}$ und einer Leistung von $0,1 \text{ mW}$ durchgeführt. Der Durchmesser des Strahls betrage $0,1 \text{ mm}$. Die Substanz A besitzt bei dieser Wellenlänge einen dekadischen Absorptionskoeffizienten von $\epsilon(275 \text{ nm}) = 2300 \text{ l mol/cm}$, die Substanz B hingegen absorbiert schwächer mit $\epsilon(275 \text{ nm}) = 1600 \text{ l mol/cm}$. Die transmittierte Intensität betrage zum Startpunkt ($t = 0$) 45% der einfallenden Intensität, nach 2 Sekunden wird eine Intensität von 50% der einfallenden Intensität gemessen.

- Berechnen Sie die Intensität und den Strahlungsdruck des verwendeten Lasers.
- Berechnen Sie die Anfangskonzentration von A und die Reaktionsrate k , wenn es sich um eine Reaktion erster Ordnung handelt und zum Start der Reaktion noch nichts von der Substanz B vorliegt.