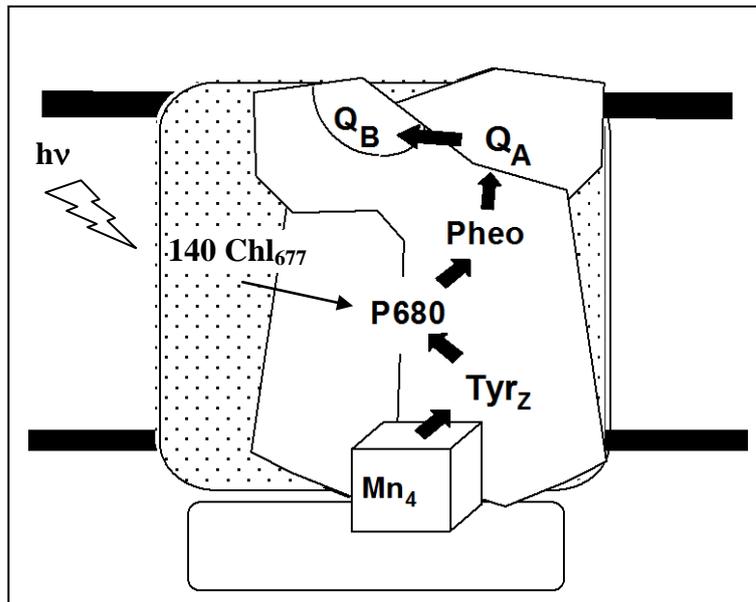


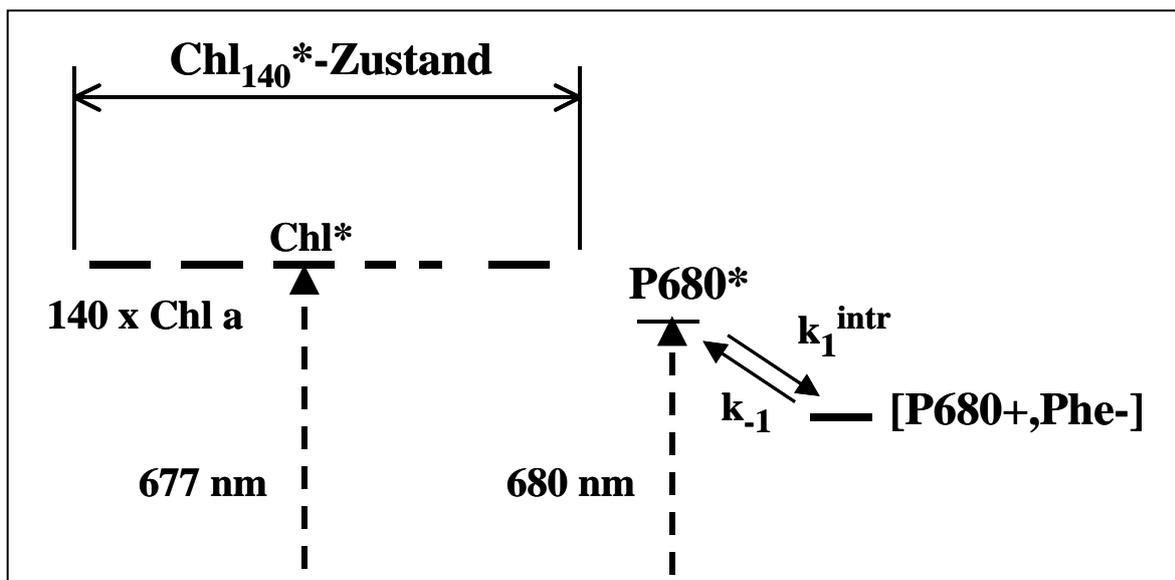
3. Übungsblatt

Aufgabe zum Thema Gibbs'sche Freie Energie, Entropie und Enthalpie

Betrachten sie das Schema des Photosystem II (PSII) und der involvierten Redoxkofaktoren in der folgenden Abbildung.



Die Primärprozesse lassen sich unter Verwendung eines vereinfachten Modell des Antennensystems des PSII beschreiben, welches im folgenden Schema gezeigt ist.



Modell und Übungsaufgaben dazu

(I) Es werden 140 Chlorophyll-a-Moleküle sowie ein Reaktionszentrums-Pigment berücksichtigt, welches nach seinem Absorptionsmaximum als P680 bezeichnet wird. Die 140 Chl-a haben alle ihr Absorptionsmaximum dicht bei 677 nm, d. h. die Energie des ersten angeregten Singlett-Zustandes sei bei den 140 Chl-a jeweils dieselbe und entspricht der Energie eines 677 nm Photons.

Berechnen sie die der Absorptionswellenlänge entsprechenden Energien-Niveaus des angeregten Zustandes für die bei 677 nm absorbierenden Chlorophylle und für das bei 680 nm absorbierende P680! (2)

(II) Der angeregte Zustand bewegt sich (durch Anregungsenergieübertragung) ultraschnell zwischen den 140 Chl-Molekülen und P680, so dass sich nach kurzer Zeit (< 10 ps) eine Gleichgewichtsverteilung eingestellt hat. Dies bedeutet, dass die Aufenthaltswahrscheinlichkeit auf jedem einzelnen der 140 Chl-a Moleküle gleich groß ist, während die Wahrscheinlichkeit für den P680*-Zustand um den Boltzmann-Faktor " $\exp((E_{677}-E_{680})/k_B T)$ " größer ist.

Berechnen Sie

(a) die Enthalpie-Differenz,

(b) die Entropie-Differenz und

(c) die Differenz der ΔG -Werte

zwischen dem Zustand Chl_{140}^* (eines der identischen 140 Chl-Moleküle angeregt) und dem P680*-Zustand (das eine Reaktionszentrumsmolekül ist angeregt) bei 20° C! (5)

(d) Berechnen Sie ebenfalls die entsprechende Gleichgewichtskonstante! (2)

(III) Nach Bildung von P680* kommt es mit der Ratenkonstante $k_1 = 570 \text{ ns}^{-1}$ zum Elektronentransfer vom P680* zu einem spezifischen Pheophytin des PSII (Bildung von $[\text{P680}^+, \text{Phe}^-]$; die Ratenkonstante $k_1 = 570 \text{ ns}^{-1}$ ist Temperatur-unabhängig. Die entsprechende Rückwärtsreaktion läuft bei 20 °C mit der Ratenkonstante $k_{-1} = 1 \text{ ns}^{-1}$ ab.

(a) Wie groß ist die freie Energie-Differenz (ΔG_1) für die Reaktion $\text{P680}^* \leftrightarrow [\text{P680}^+, \text{Phe}^-]$ bei 20°C ? (2)

(b) Wie groß ist die Differenz in der Gibbs'schen Freien Energie zwischen $[\text{P680}^+, \text{Phe}^-]$ und Chl_{140}^* bei 20° C ? (2)

(c) Wie groß ist der Wert von k_{-1} bei 0° C ? (2)