

## **Grundkurs**

### **Abituraufgaben Photosynthese**

#### **1983/III/3**

- 3.1 Geben Sie eine Übersicht über den Ablauf der Lichtreaktion bei der Photosynthese
- 3.2 Beschreiben Sie die Hauptvorgänge bei der Dunkelreaktion der PS und deren Verknüpfung zur Lichtreaktion

#### **1985/IV**

- 2.1 Erläutern Sie die Lichtreaktionen der Photosynthese, nennen Sie die Produkte, und gehen Sie auf die Bedeutung der Blattfarbstoffe ein! 8BE
- 2.2 Geben Sie eine schematische Übersicht über die Dunkelreaktion der Photosynthese, und gehen Sie dabei insbesondere auf die Verwertung der in den Lichtreaktionen gebildeten Produkte ein! 8BE
- 2.3 Bei einem Photosyntheseexperiment wird Wasser mit dem schweren Sauerstoffisotop  $^{18}\text{O}$  verwendet. Erstellen Sie die Gesamtgleichung der Photosynthese mit  $\text{H}_2^{18}\text{O}$  als Ausgangsstoff!

#### **1987/III**

- 2 Bei der Photosynthese können Licht- und Dunkelreaktion unterschieden werden.
- 2.1 Erläutern Sie unter Mitverwendung einer Übersichtsskizze die Vorgänge bei den Lichtreaktionen! Chemische Formeln sind nicht verlangt. 10BE
- 2.2 Erklären Sie, welche Bedeutung Produkte der Lichtreaktionen im Ablauf der Dunkelreaktionen besitzen! 5BE
- 2.3 Fassen Sie die Dunkelreaktionen in einer Summengleichung zusammen! 5BE

#### **1988/II**

- 3 Unsere Energieträger Kohle, Erdöl und Erdgas stammen aus dem Zerfall biologischen Materials, das vor Millionen von Jahren letztlich durch Photosynthese erzeugt wurde.
- 3.1 Legen Sie die Bedeutung des Blattfarbstoffs Chlorophyll für die Lichtreaktionen der Photosynthese dar! 8BE
- 3.2 Formulieren Sie die exakte Summengleichung der Photosynthese, und beschreiben Sie, wie das Problem der Herkunft des bei der Photosynthese freigesetzten Sauerstoffs geklärt werden konnte! 5BE
- 3.3 Zeigen Sie stark vereinfacht auf, wie bei der Photosynthese Glucose gebildet wird! 4BE

#### **1989/IV**

- 3.1 Geben Sie anhand einer schematischen Darstellung einen Überblick über die Vorgänge in den Dunkelreaktionen der Photosynthese! Gehen Sie dabei unter Formulierung einer Strukturformelgleichung insbesondere auf den Teilschritt ein, in dem der Hauptteil der Produkte der Lichtreaktion verbraucht wird!
- 3.2 Die in der Photosynthese gebildete Glucose wird im Stoffwechsel der Pflanzen unter anderem zum Celluloseaufbau verwendet. Zeichnen Sie einen drei Glucosebausteine umfassenden Strukturformelausschnitt von Cellulose, und benennen Sie die Art der Verknüpfung zwischen den Monomeren!

#### **1990/IV/1**

- 1 Die pflanzliche Stoffproduktion durch Photosynthese ist die Grundlage unserer Ernährung und der Weltwirtschaft.

- 1.1 Zur Klärung der Herkunft des bei der Photosynthese gebildeten Sauerstoffs wurde Pflanzen Wasser mit dem schweren Sauerstoffisotop  $^{18}\text{O}$  geboten. Formulieren Sie die Gesamtgleichung der Photosynthese mit so markiertem Wasser! 2BE
- 1.2 Geben Sie einen Überblick über die Lichtreaktionen, und gehen Sie dabei auch auf die Bedeutung der Blattfarbstoffe ein! 8BE
- 1.3 Begründen Sie die Temperaturabhängigkeit der Photosynthese bei Starklicht! 4BE
- 1.4 Das Photosyntheseprodukt Glucose dient unter anderem zum Aufbau von Stärke / und Cellulose.  
Zeichnen sie von beiden Makromolekülen je einen kennzeichnenden Formelausschnitt (Repetiereinheit)!  
Erläutern Sie die Unterschiede in der Molekülstruktur und - davon ausgehend - die biologische Bedeutung dieser Polysaccharide! 8BE

### 1991/II

- 3 Die Photosynthese ist einer der wichtigsten biochemischen Vorgänge auf der Erde.
- 3.1 Legen Sie die Grundzüge der Dunkelreaktionen im Überblick dar!
- 3.2 Formulieren Sie die Strukturformelgleichung für den Schritt der Dunkelreaktionen, bei dem das Coenzym  $\text{NADPH}/\text{H}^+$  verbraucht wird!
- 3.3 Begründen Sie, warum ein Wegfall der Belichtung sich auch auf die Dunkelreaktionen auswirkt!

### 1992/III/2

- 2 Ein Ziel der modernen Photosyntheseforschung ist die Entwicklung wirksamer Verfahren zur Umwandlung von Sonnenenergie in chemisch gebundene Energie.
- 2.1 Erläutern Sie unter Mitverwendung einer Übersichtsskizze die Lichtreaktionen der Photosynthese! 8 BE
- 2.2 Erläutern Sie die Bedeutung von Produkten der Lichtreaktionen für die Dunkelreaktionen! 4 BE
- 2.3 Formulieren Sie die Dunkelreaktionen in einer Gesamtgleichung!  
Für die beteiligten Coenzyme ist die übliche Kurzschreibweise zu verwenden. 3 BE

### 1994/III/3

- 3 Die Erforschung der Photosynthese wurde bereits mehrfach mit der Verleihung des Nobelpreises gewürdigt.
- 3.1 1939 entdeckte Robert Hill, dass isolierte Chloroplasten bei Belichtung Sauerstoff auch in Abwesenheit von Kohlenstoffdioxid bilden, wenn ihnen geeignete Elektronenakzeptoren, z.B. Eisen(III)-Ionen, zur Verfügung stehen. Stellen Sie die Gleichung für diese Reaktion auf, und vergleichen Sie diese mit dem Primärvorgang bei der Photosynthese intakter Zellen! 5 BE
- 3.2 Erläutern Sie anhand einer Übersichtsskizze die Lichtreaktionen der Photosynthese! 8 BE

### 1996/I

- 2 Die Produkte der Photosynthese sind die Lebensgrundlage für die Mehrzahl der heute lebenden Organismen.
- 2.1 Schildern Sie kurz ein Verfahren, mit dessen Hilfe die Herkunft des bei der Photosynthese gebildeten Sauerstoffs aufgeklärt werden konnte! Formulieren Sie für die photosynthetische Glucosebildung die Bruttogleichung, die diesem

- Sachverhalt Rechnung trägt! 6BE
- 2.2 Im Laufe der Dunkelreaktionen der Photosynthese entstehen durch Fixierung von Kohlenstoffdioxid C<sub>6</sub>-Körper, die jeweils in zwei C<sub>3</sub>-Körper gespalten werden. Es schließt sich ein Reduktionsschritt an. Formulieren Sie diesen Reduktionsschritt mit Strukturformeln! Benennen Sie C<sub>3</sub>-Körper und Reduktionsprodukt! Für beteiligte Coenzyme (Cofaktoren) ist die übliche Kurzschreibweise zu verwenden. 4BE
- 2.3 Die unter Nr. 2.2 formulierte Reduktion läuft bei Pflanzen, die im Dunkeln gehalten werden, nach einiger Zeit nicht mehr ab. Erklären Sie diesen Befund! 4BE

### 1997/III/3

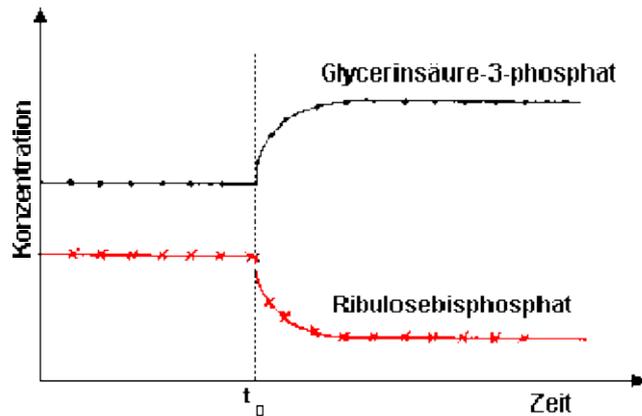
- 3 Zur Photosynthese befähigte Organismen nützen die Lichtenergie zum Aufbau energiereicher Stoffe.
- 3.1 Nennen Sie den Ausgangsstoff, der bei der Photosynthese den Sauerstoff liefert, und geben Sie an, auf welche Weise die Herkunft des Sauerstoffs aufgeklärt wurde! 3BE
- 3.2 Formulieren sie eine Gesamtgleichung der Photosynthese, die die unter Nr. 3.1 angesprochene Herkunft des Sauerstoffs berücksichtigt! 3BE
- 3.3 Erläutern Sie die wichtigsten Vorgänge im Rahmen der Lichtreaktionen der Photosynthese, und stellen Sie dabei die Funktion des Chlorophylls heraus! 8BE

### 1999/IV/I

- 1 Die Fotosynthese ist ein komplexer Vorgang, dessen Schritte nach und nach enträtselt wurden.
- 1.1 Formulieren Sie die Bruttogleichung der Fotosynthese und begründen Sie, warum es sich dabei um einen insgesamt endothermen Vorgang handelt! 3BE
- 1.2 Erläutern Sie die Vorgänge in den Lichtreaktionen und skizzieren Sie kurz ein Verfahren, mit dem die Herkunft des freigesetzten Sauerstoffs ermittelt werden kann! 9 BE
- 1.3 In den Dunkelreaktionen tritt neben anderen Verbindungen Glycerinaldehyd-3-phosphat auf. Beschreiben Sie, ausgehend von der Kohlenstoffdioxid-Fixierung, die Bildung dieser Verbindung! Für die beteiligten Coenzyme ist die übliche Kurzschreibweise zu verwenden. 6BE

### 2000/IV/2

- 2 Wasser und Kohlenstoffdioxid sind die Ausgangsstoffe der Fotosynthese grüner Pflanzen.
- 2.1 Erläutern Sie ein Experiment, mit dem die Herkunft des bei der Fotosynthese gebildeten Sauerstoffs geklärt werden konnte, und formulieren Sie eine Gesamtgleichung der Fotosynthese, die diesem Ergebnis Rechnung trägt! 4BE
- 2.2 Im Rahmen der Dunkelreaktionen der Fotosynthese wird Kohlenstoffdioxid an den C<sub>5</sub>-Körper Ribulosebisphosphat gebunden. In einem Experiment werden fotosynthetisch aktive Algen ab dem Zeitpunkt t<sub>0</sub> abgedunkelt. Interpretieren Sie die in der folgenden Grafik dargestellten Änderungen der Konzentrationen
- a) von Ribulosebisphosphat und
- b) von Glycerinsäure-3-phosphat!



7 BE

### 2001/IV/1

- 1 Eine Teilreaktion der Fotosynthese ist die Reaktion von Glycerinsäure-3-phosphat zu Glycerinaldehyd-3-phosphat.
  - 1.1 Stellen Sie diese Teilreaktion mit Strukturformeln dar! Für die beteiligten Coenzyme (Cofaktoren) ist die übliche Kurzschreibweise zu verwenden. 4 BE
  - 1.2 Erläutern Sie am Beispiel dieser Teilreaktion das Prinzip der energetischen Koppelung! 3
  - 1.3 Zeigen Sie die Herkunft der an dieser Reaktion beteiligten Coenzyme (Cofaktoren) auf! 6 BE

### 2002/IV/2.2

- 2 .Arnon konnte 1958 nachweisen, dass bei der Fotosynthese lichtabhängige und lichtunabhängige Reaktionsfolgen ablaufen.
  - 2.1 Beschreiben Sie ein Experiment, das diese Erkenntnis stützt! 7 BE
  - 2.2 Geben Sie unter Mitverwendung einer Skizze eine Übersicht über den Ablauf der Lichtreaktionen der Fotosynthese! 7 BE

### 2003/I/4

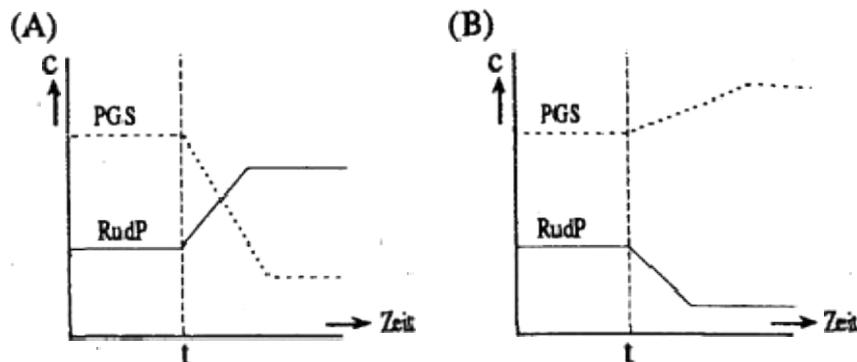
- 4 Glycerinaldehyd-3-phosphat und Glycerinsäure-3-phosphat treten sowohl in der Glykolyse als auch im Calvin-Zyklus auf.
  - 4.1 Formulieren Sie die Strukturformelgleichung für die wechselseitige Umwandlung beider Stoffe
    - a) bei der Glykolyse und
    - b) im Calvin-Zyklus!
 Für die beteiligten Coenzyme (Cofaktoren) ist die übliche Kurzschreibweise zu verwenden. 6 BE
  - 4.2 Vergleichen Sie die beiden Umwandlungsreaktionen
    - a) hinsichtlich des Reaktionstyps und
    - b) hinsichtlich der Energetik!

### 2003/III/1

- 1 Die bei der Fotosynthese produzierte Glucose wird von der Pflanze unter anderem zu Amylose und Cellulose weiter verarbeitet.
  - 1.1 Erstellen Sie je eine Gesamtgleichung für die lichtabhängigen bzw. lichtunabhängigen Reaktionen der Fotosynthese! 4 BE

### 2004/III/2

- 2 In zwei Experimenten werden Algensuspensionen ausreichend mit Kohlenstoffdioxid versorgt und belichtet. Die Konzentrationen von Glycerinsäure-3-phosphat (PGS) und Ribulose-1,5-diphosphat (RudP) werden dabei kontinuierlich gemessen. Zum Zeitpunkt  $t$  wird jeweils eine der Versuchsbedingungen geändert.



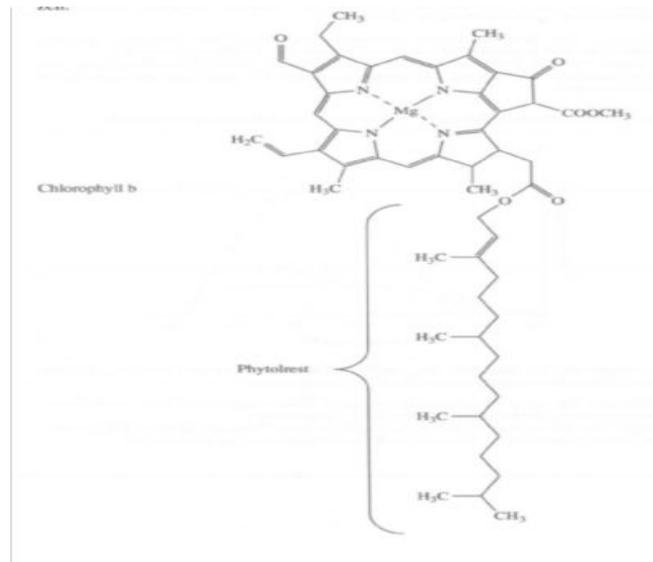
- 2.1 Erläutern Sie den Zusammenhang der geänderten Versuchsbedingungen mit den Kurvenverläufen! 10 BE
- 2.2 Stellen Sie mit Strukturformeln die Umwandlung von Glycerinsäure-3-phosphat zu einem Triosephosphat dar! Für die Coenzyme ist die übliche Kurzschreibweise zu verwenden. 3 BE

### 2004/IV/3

- 3 Das Adenosintriphosphat (ATP) wird auch als universelle "Energiewährung" aller Lebewesen bezeichnet. Grüne Pflanzen können ATP in den Chloroplasten synthetisieren. Ein erwachsener Mensch setzt in Ruhe ca. 40 kg Adenosintriphosphat in 24 Stunden um. Enzyme, mit deren Hilfe ATP gebildet und gespalten werden kann (ATPasen), nehmen eine Schlüsselstellung im Stoffwechsel ein. Die Aufklärung der Struktur der ATPasen beschäftigte zahlreiche Wissenschaftler mehr als zwanzig Jahre lang. Die bedeutendsten Beiträge wurden durch die Verleihung des Chemie-Nobelpreises im Jahr 1997 gewürdigt.
- 3.1 Erörtern Sie, ausgehend von der chemischen Natur der Enzyme und unter Mitverwendung von Fachbegriffen, welche grundsätzlichen Informationen über die Struktur der ATPase-Moleküle von den Wissenschaftlern ermittelt werden mussten! 5 BE
- 3.2 Legen Sie unter Mitverwendung von Skizzen dar, wie grüne Pflanzen in den Chloroplasten ATP bilden! 7 BE
- 3.3 Erläutern Sie die aerobe ATP-Gewinnung in den Zellen des Menschen unter Einbeziehung einer Bruttogleichung mit darin enthaltener ATP-Bilanz! Gehen Sie in Ihrer Antwort auch auf den Wirkungsgrad der Reaktion ein! 5 BE

### 2007/C1

- 1 Chlorophyll spielt eine zentrale Rolle bei der Fotosynthese der grünen Pflanzen



1.1 Erklären Sie das Phänomen der Farbigkeit am Beispiel der Molekülstruktur von Chlorophyll b! 4BE

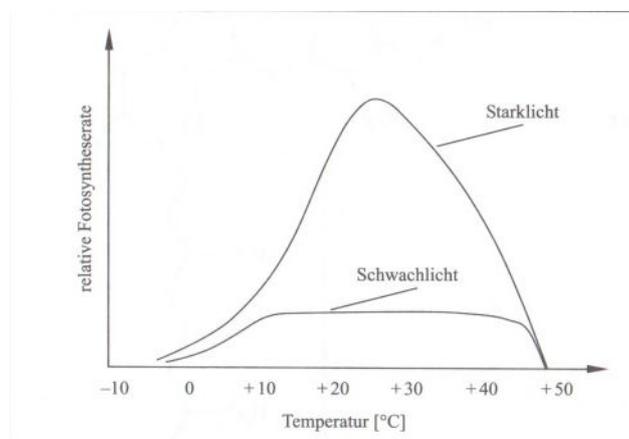
1.2 Diskutieren Sie das Löslichkeitsverhalten von Chlorophyll b! 5BE

1.3 Der Alkohol Phytol ( $C_{20}H_{39}OH$ ) ist ein Duftstoff mit leicht blumigem Geruch. Er kann nach Zugabe von Säure und Wasser aus Chlorophyll b gewonnen werden.

Geben Sie die Reaktionsgleichung an und zeigen Sie eine Möglichkeit zur Erhöhung der Phytolausbeute auf. Nicht an der Reaktion beteiligte Molekülabschnitte sind durch Symbole zu ersetzen. 5BE

1.4 Phytol reagiert im Dunkeln bei Raumtemperatur mit Brom. Dieser Befund erlaubt einen Rückschluss auf ein Strukturmerkmal des Phytolmoleküls. Nennen Sie das Strukturmerkmal und legen Sie unter Mitverwendung von Strukturformeln an einem selbstgewählten Beispiel den Mechanismus dieser Reaktion dar! 6BE

Bei der Fotosynthese laufen Lichtreaktionen und Dunkelreaktionen ab.



Interpretieren Sie die oben dargestellten Kurvenverläufe und bewerten Sie sie hinsichtlich des Vorliegens zweier Reaktionssysteme!

Erläutern Sie unter Mitverwendung einer Übersichtsskizze und einer Summengleichung die Lichtreaktionen der Fotosynthese!

Zeigen Sie dabei insbesondere die Funktion des Chlorophylls auf! Für die beteiligten Cofaktoren ist die übliche Kurzschreibweise zu verwenden. 12BE

### 2007/C2

- 1 Die Fotosynthese ist der zentrale Vorgang im Primärstoffwechsel grüner Pflanzen.
- 1.1 Geben Sie anhand einer schematischen Darstellung einen Überblick über die Vorgänge in den Dunkelreaktionen der Fotosynthese!  
Formulieren Sie für den Teilschritt, in dem der überwiegende Teil der Produkte der Lichtreaktionen umgesetzt wird, die Strukturformelgleichung! Für die beteiligten Cofaktoren ist die übliche Kurzschreibweise zu verwenden.
- 1.2 Beschreiben Sie, wie die Herkunft des bei der Fotosynthese gebildeten Sauerstoffs geklärt werden kann und formulieren Sie eine Reaktionsgleichung, aus welcher diese Herkunft des Sauerstoffs hervorgeht!

### 2011/A2

- 2.2 Zur Klärung des Verlaufs der Photosynthese wurden verschiedene Experimente mit Grünalgen durchgeführt.  
Eine Algenkultur wurde unter optimalen Bedingungen mit  $^{18}\text{O}$ -markiertem Kohlenstoffdioxid versorgt.  
Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Photosynthese mit  $^{18}\text{O}$ -markiertem Kohlenstoffdioxid und beschreiben Sie die Bedeutung dieses Experiments für die Aufklärung der Abläufe bei der Photosynthese! [5 BE]  
In einem weiteren Experiment wurde in zwei Versuchsreihen eine Algenkultur bei unterschiedlichen Temperaturen jeweils mit einem Lichtblitz stets gleicher Dauer und Intensität bestrahlt. Danach folgte eine Dunkelphase, an deren Ende jeweils die relative Photosyntheserate ermittelt wurde. Die Ergebnisse der beiden Versuchsreihen sind in den folgenden Tabellendargestellt:

Versuchsreihe 1 (T = 20 °C):

Dauer der Dunkelphase [s]	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Photosyntheserate [%]	92	98	100	100	100	100

Versuchsreihe 2 (T = 10 °C):

Dauer der Dunkelphase [s]	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Photosyntheserate [%]	35	62	84	95	99	100

Zeichnen Sie auf Basis der Wertetabellen ein Diagramm, das die Abhängigkeit der Photosyntheserate von der Dauer der Dunkelphase bei den beiden Temperaturen zeigt! Erläutern Sie den unterschiedlichen Verlauf der beiden Kurven im Hinblick auf den grundsätzlichen Ablauf der Photosynthese!  
[10 BE]