

# **5<sup>th</sup> INTERNATIONAL JUNIOR SCIENCE OLYMPIAD**

## **THEORETSCHER TEST 11. Dezember 2008**

International Junior Science Olympiad

# 2008

7 ~ 16 December 2008

# GYEONGNAM KOREA

**Lies die folgenden Anweisungen sehr gründlich durch:**

1. Es stehen 3 Zeitstunden zur Bearbeitung zur Verfügung.
2. Es gibt insgesamt drei Aufgabenkomplexe. Überprüfe die Vollständigkeit der Frage- und Antwortbögen.
3. Benutze nur den Kugelschreiber, der ausgegeben wurde.
4. Schreibe deinen Namen, deinen Code, dein Land und deine Unterschrift auf die erste Seite deines Antwortbogens. Schreibe deinen Namen und Code auf alle weiteren Seiten des Antwortbogens.
5. Lies jede Aufgabe aufmerksam durch und schreibe die richtigen Antworten in den Antwortbogen.
6. Es ist keinem Teilnehmer erlaubt, eigene Schreibutensilien und Hilfsmittel von außerhalb des Prüfungsraums mitzubringen. Nachdem du deine Antworten abgeschlossen hast, musst du alle Frage- und Antwortbögen ordentlich auf deinem Arbeitstisch liegen lassen.
7. Die Bewertung erfolgt jeweils nach den Punktangaben bei den Fragen.

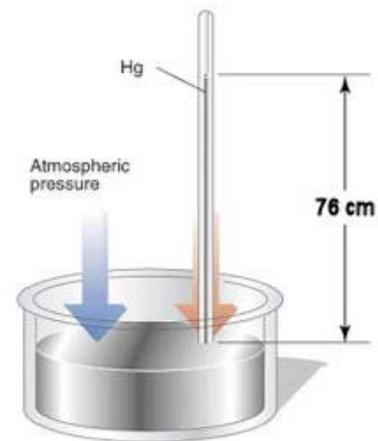
## Prüfungsregeln

1. Alle Teilnehmer müssen 10 Minuten vor Prüfungsbeginn vor dem Prüfungsraum erscheinen.
2. Den Teilnehmern ist es nicht erlaubt, andere Hilfsmittel als ihre persönlichen Medikamente oder medizinische Hilfsmittel mitzubringen.
3. Jeder Teilnehmer muss an dem für ihn oder sie bestimmten Tisch sitzen.
4. Vor Beginn der Prüfung müssen die Teilnehmer die von den Organisatoren zur Verfügung gestellten Hilfsmittel und Schreibutensilien überprüfen (Kugelschreiber, Lineal, Taschenrechner).
5. Jeder Teilnehmer muss die Vollständigkeit der Frage- und Antwortbögen überprüfen. Wenn deine Frage- oder Antwortbögen unvollständig sind, melde Dich. Beginne nach dem Ertönen der Klingel.
6. Während der Prüfung dürfen die Teilnehmer den Prüfungsraum nur in Notfällen verlassen, und auch dann nur in Begleitung einer Prüfungsaufsicht.
7. Die Teilnehmer dürfen andere Teilnehmer nicht belästigen oder die Prüfung stören. Wenn du Hilfe brauchst, melde dich und die Aufsicht wird dir zur Hilfe kommen.
8. Es wird keine Fragen oder Diskussionen zu den Aufgaben geben. Die Teilnehmer müssen an ihrem Tisch bleiben, bis die Prüfungszeit zu Ende ist, auch wenn sie die Prüfung beendet haben oder nicht mehr weiter arbeiten wollen.
9. Am Ende der Prüfungszeit wird es ein Klingelsignal gegeben. Du darfst nichts mehr auf den Antwortbogen schreiben, nachdem die Zeit abgelaufen ist. Alle Teilnehmer müssen den Raum leise verlassen. **Die Frage- und Antwortbögen müssen ordentlich auf dem Tisch liegen gelassen werden.**

## Aufgabe I

### Druck

Im Jahr 1643 füllte Torricelli ein 1,0 Meter langes, an einem Ende versiegeltes Rohr mit Quecksilber und tauchte es mit dem offenen Ende nach unten in ein Quecksilberbad. Der Quecksilberspiegel im Rohr fiel auf einen Stand von 76 cm über dem Spiegel des Quecksilberbades. In dem Rohr entstand ein ‘Torricellisches Vakuum’. Nach dieser Entdeckung wurde allgemein akzeptiert, dass 1 atm (Atmosphärendruck) einem Druck von 760 mmHg oder 760 Torr entspricht. Druck ist definiert als ‘die Kraft pro Flächeneinheit, die auf ein Objekt senkrecht zu seiner Oberfläche ausgeübt wird’. Nimm an, dass die Dichte von Quecksilber das 13,6 fache der Dichte von Wasser ( $1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ) und die Erdbeschleunigung  $g$  etwa  $9,8 \text{ m/s}^2$  beträgt.



**I-1) Drücke die Einheit des Druckes durch kg, m, und s aus. (0,3 Punkte)**

**I-2) Wie hoch steigt eine Wassersäule bei 1,0 atm, wenn man an Stelle des Quecksilbers Wasser und eine ausreichend lange Röhre verwendet? (0,5 Punkte)**

**I-3) Drücke 1,0 atm in SI-Einheiten aus. (0,5 Punkte)**

### Blutdruck

Der Blutdruck ist ein Maß für die Kraft pro Fläche, die das fließende Blut auf die Wände der Blutgefäße ausübt, und stellt eine wichtige Messgröße für Vitalfunktionen dar. Der Ausdruck Blutdruck bezieht sich in der Regel auf den arteriellen Druck, d.h. den Druck in den größeren Arterien (den Blutgefäßen, die das Blut vom Herzen weg transportieren). Während des Pumpzyklus des Herzens erreicht der Blutdruck einen maximalen und einen minimalen Wert, die systolischer bzw. diastolischer Blutdruck genannt werden. Bei Messung in Höhe des Herzens betragen diese bei einem gesunden Menschen etwa 120 mmHg (systolisch) und 80 mmHg (diastolisch).

**I-4) Eine Pilotin besitzt ein gesundes Herz und wird aufwärts in Richtung ihres Kopfes beschleunigt. Schätze die minimale Beschleunigung ab, bei der die Blutversorgung für das Gehirn der Pilotin vollständig stoppt. (Nimm folgendes an: 1. Der Blutdruck**

ändert sich nicht. 2. Die Dichte von Blut ist die gleiche wie die von Wasser. 3. Das Gehirn befindet sich 42 cm oberhalb des Herzens. 4. Der Luftdruck im Cockpit bleibt konstant.) (1,2 Punkte)

**I-5)** Das Herz pumpt Blut in die Aorta (Hauptarterie), deren innerer Radius 1,2 cm beträgt. Die Aorta speist 32 wichtige Arterien. **Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich das Blut in diesen 32 Arterien ungefähr**, wenn das Blut in der Aorta mit einer Geschwindigkeit von 25 cm/s transportiert wird? (Nimm an, dass das Blut nichtviskos (dünnflüssig) und eine nicht komprimierbare Flüssigkeit ist. Jede der 32 Arterien soll einen inneren Radius von 0,2 cm haben). (1,0 Punkte)

### Poiseuille's Gesetz

Unter realen Bedingungen kann die Viskosität von Blut nicht vernachlässigt werden. Wenn eine viskose Flüssigkeit gleichförmig (laminar) durch eine horizontale zylindrische Röhre strömt, wird die Fließrate bezogen auf das Volumen  $\Delta V/\Delta t$  beschrieben durch:

$$\Delta V/\Delta t \sim \Delta P r^4,$$

wobei  $r$  und  $\Delta P$  den Innenradius der Röhre bzw. die Druckdifferenz zwischen den Enden der Röhre bezeichnen.

**I-6)** Ein Kardiologe berichtet seiner Patientin, dass sich der Radius einer ihrer großen Arterien um 10,0% gegenüber dem normalen Zustand verengt hat. **Um welchen Prozentsatz muss die Druckdifferenz über der Arterie ansteigen, damit das Blut mit der normalen Fließrate durch diese Arterie fließen kann?** Nimm an, dass das Blut gleichförmig fließt. (1,0 Punkte)

### Analogie zu elektrischen Stromkreisen

In bestimmten Punkten ähnelt der Blutkreislauf einem elektrischen Stromkreis. Unten ist eine Tabelle mit entsprechenden Begriffen zur Analogie zwischen Blutkreislauf und elektrischem Stromkreis angegeben.

**I-7) Gib in dem Antwortbogen für jeden der Begriffe (A) bis (E) eine Zahl zwischen 1 und 5 aus der unten stehenden Tabelle an, um die korrekte Analogie herzustellen.**  
(je 0,2 Punkte)

| Blutkreislauf | Stromkreis |
|---------------|------------|
| Herz          | ( A )      |
| Blut          | ( B )      |
| Blutdruck     | ( C )      |
| Blutgefäß     | ( D )      |
| Blutfluss     | ( E )      |

|   |                        |
|---|------------------------|
| 1 | Ladung                 |
| 2 | elektrisches Potential |
| 3 | Draht                  |
| 4 | Batterie               |
| 5 | elektrischer Strom     |

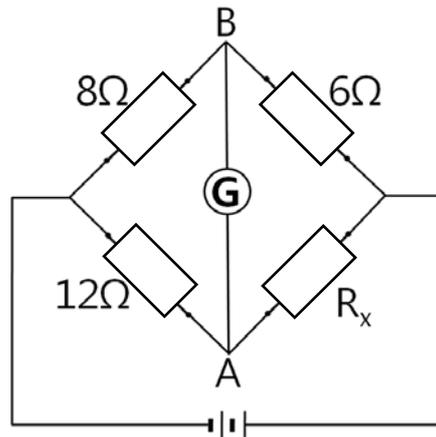
### Kirchhoff'sche Regeln für Stromkreise

Mit Hilfe dieser Analogie lassen sich die Kirchhoff'schen Regeln für Stromkreise verstehen. Sie besagen:

1. Die Summe der in einen Knoten hineinfließenden Ströme ist gleich der Summe der aus diesem Knoten herausfließenden Ströme.
2. Entlang eines geschlossenen Weges im Stromkreis ist die Summe aller Spannungen (Potentialdifferenzen) gleich Null.

Nutze die Kirchhoff'schen Regeln, um die folgenden Aufgaben zu lösen.

Eine Wheatstone-Brücke ist ein Stromkreis, der benutzt wird, um unbekannte Widerstände zu bestimmen. Die abgebildete Brücke ist ausgeglichen, d.h. es fließt kein Strom durch das Galvanometer (bzw. Amperemeter, **G**). Nimm an, dass das Galvanometer ideal ist, d.h. dass der interne Widerstand des Galvanometers gegenüber den anderen Widerständen vernachlässigbar ist.



**I-8) Wie groß ist die Spannung (Potentialdifferenz) zwischen den Punkten A und B?**

(0,5 Punkte)

**I-9) Berechne den Widerstand  $R_x$ .** (0,5 Punkte)

Wenn  $R_x$  einen Wert von  $6 \Omega$  hat, fließt ein Strom von  $0,2 \text{ A}$  durch das Galvanometer. Die Stromrichtung ist von A nach B.

**I-10) Wie groß ist die Spannung zwischen A und B?** (0,5 Punkte)

**I-11) Wie groß ist die Ausgangsspannung der Batterie?** (1,5 Punkte)

**I-12) Wie groß ist die Spannung zwischen A und B, wenn das Galvanometer nicht mehr mit dem Stromkreis verbunden ist? Welcher der beiden Punkte liegt auf einem höheren Potential?** (1,5 Punkte)

## Aufgabe II

### Verschiedene Energiequellen

Benzin ist das am häufigsten genutzte Kohlenwasserstoffgemisch, das als Treibstoff für Kraftfahrzeuge eingesetzt wird. Der wichtigste Bestandteil von Benzin ist Oktan. Verflüssigtes Petroleumgas (LPG = Liquefied petroleum gas) ist eine Mischung niedermolekularer Kohlenwasserstoffe, die unter hohem Druck verflüssigt werden. LPG besteht aus Propan und Butan in unterschiedlichen Mischungsverhältnissen. Der Hauptbestandteil von verflüssigtem Erdgas (LNG = Liquefied natural gas) dagegen ist Methan.

Diese Kohlenwasserstoffe können als Energiequelle genutzt werden, weil sie bei ihrer Verbrennung (Reaktion mit O<sub>2</sub>) große Mengen an Wärme freisetzen. Die folgende Tabelle enthält wichtige Daten über diese Treibstoffe. (Nimm an, dass sich alle Gase wie ideale Gase verhalten und dass sich das Volumen der Flüssigkeiten nicht mit der Temperatur ändert).

| Treibstoff                     | Hauptbestandteil | Chemische Formel               | Dichte der Flüssigkeit (kg/L) | Energiegehalt (kJ/kg) |
|--------------------------------|------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Benzin                         | Oktan            | C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> | 0,70                          | 44 000                |
| LPG (=liquefied petroleum gas) | Propan           | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>  | 0,50                          | 46 000                |
|                                | Butan            | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | 0,57                          | 46 000                |
| LNG (=liquefied natural gas)   | Methan           | CH <sub>4</sub>                | 0,42                          | 54 000                |

**II-1)** In einigen Ländern, wird der Wirkungsgrad eines Motors als die Menge an Treibstoff angegeben, die ein Fahrzeug auf eine Entfernung von 100 km verbraucht, während in anderen Ländern die Entfernung angegeben wird, die ein Fahrzeug bei einem Verbrauch von 1,0 L Treibstoff zurücklegt.

Ein Auto hat einen Benzinverbrauch von 13,0 L/100 km. **Berechne die Entfernung, die dieses Auto mit 1 L verflüssigtem Petroleumgas (LPG) zurücklegen kann**, für den Fall dass dieses Auto mit LPG als alternativem Treibstoff betrieben werden kann. Nimm an, dass dieses LPG zu 100% aus Propan besteht und der Wirkungsgrad des Motors des Fahrzeugs für beide Treibstoffarten (Benzin und LPG) gleich ist. (2,5 Punkte)

- II-2)** Verflüssigtes Erdgas (LNG) wird normalerweise als Flüssigkeit bei sehr niedrigen Temperaturen gelagert. **Wie groß ist das Volumen an gasförmigem LNG**, das man erhält, wenn man 1,0 mL flüssiges Erdgas (LNG) bei 25 °C und 1,0 atm vollständig in den gasförmigen Zustand überführt. Nimm an, dass das LNG zu 100% aus Methan besteht. (1,0 Punkte)
- II-3)** Eine Druckflasche enthält flüssiges Petroleumgas (LPG) mit einer Mischung von Propan und Butan. Das Verhältnis der Massen von Propan und Butan in der Druckflasche beträgt 3 : 2. **Welche Dichte hat die Gasmischung, wenn das LPG aus dieser Druckflasche bei 25 °C und 1 atm vollständig in den gasförmigen Zustand überführt wird?** (1,5 Punkte)
- II-4)** Treibstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis produzieren bei vollständiger Verbrennung Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) und Wasserdampf. **Gib eine Reaktionsgleichung mit chemischen Formeln für die vollständige Verbrennung von Oktan an.** (1,0 Punkte)
- II-5)** Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) aus der Verbrennung von Treibstoffen ist eines der wichtigsten Treibhausgase. **Wie groß ist jeweils die Masse an CO<sub>2</sub>**, wenn 1,0 kJ Energie aus der Verbrennung von Oktan bzw. aus der Verbrennung von Methan gewonnen werden? Nimm an, dass beide Treibstoffe vollständig verbrannt werden. (2,5 Punkte)
- II-6)** Weil der Vorrat an fossilen Brennstoffen begrenzt ist und deren Verbrennung Umweltprobleme verursacht, unternimmt man große Anstrengungen, alternativ Sonnenenergie als „saubere“ Energiequelle zu nutzen. Mit einer Solarzelle wird Sonnenenergie (Licht) in elektrische Energie umgewandelt. Wir wollen mit einer Solarzelle in **1,0 Stunden** die gleiche Menge Energie produzieren wie sie bei der Verbrennung von 1,0 L Benzin erzeugt wird. Gehe davon aus, dass Sonnenenergie mit einer Leistung von 1000 W pro Quadratmeter die Erdoberfläche erreicht. **Wie groß ist**

**die minimal benötigte Oberfläche der Solarzelle**, wenn der Wirkungsgrad der Solarzelle 20 % beträgt? (1,5 Punkte)

Gegebene Daten:

Atommasse: H = 1,0 u, C = 12 u, N = 14 u, O = 16 u

Universelle Gaskonstante  $R = 0,082 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Das molare Gasvolumen bei 25 °C (Raumtemperatur) und Atmosphärendruck (1 atm) beträgt 24,5 L/mol (24,5 dm<sup>3</sup>/mol).

## Aufgabe III

### Photoperiodik und Kontrolle des Blühverhaltens

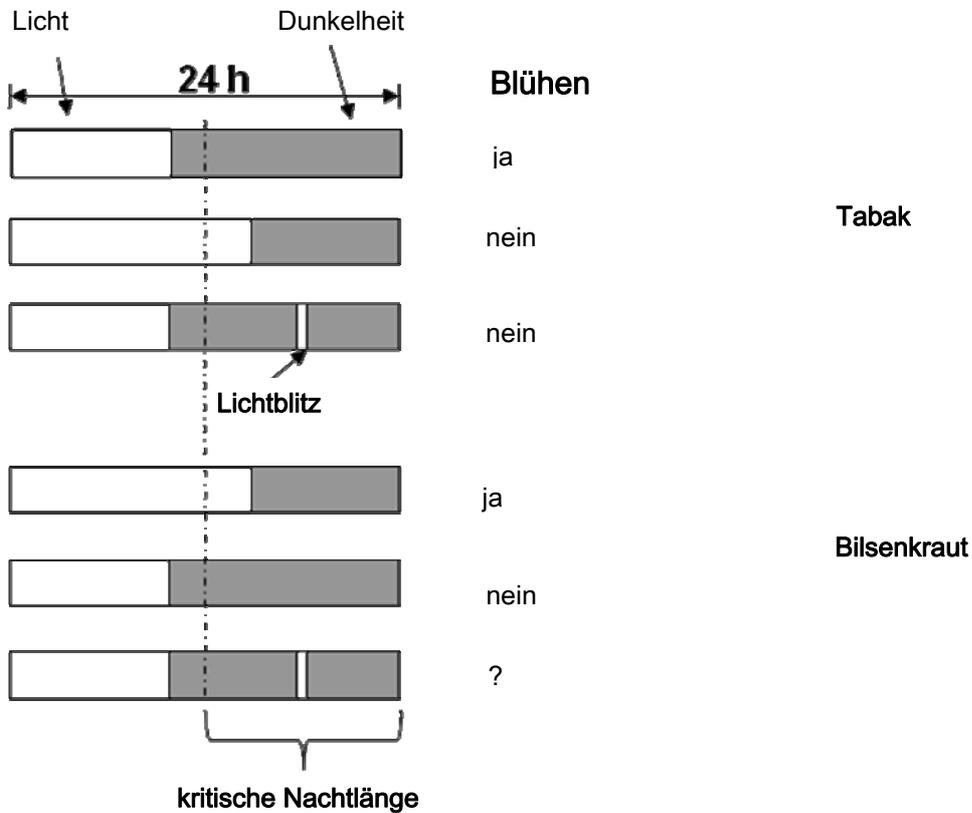
Der Umwelteinfluss, den Pflanzen meistens nutzen, um die Jahreszeit zu bestimmen, ist die Photoperiodik, das heißt die relativen Längen von Nacht und Tag in einem 24-stündigen Tageszyklus. Pflanzen, deren Blühverhalten durch Photoperiodik gesteuert ist, werden in zwei Gruppen unterteilt. Die erste Gruppe sind Kurztag-Pflanzen, die meist im späten Sommer, Herbst oder Winter blühen, wenn die Lichtperioden signifikant kürzer sind. Im Vergleich dazu blühen Langtag-Pflanzen im späten Frühling oder frühen Sommer, wenn die Lichtperioden relativ gesehen länger sind. Um 1940 fanden Wissenschaftler heraus, dass der Zusammenhang zwischen Photoperiodik und Blühverhalten durch die Länge der Nacht kontrolliert wird (Länge der Dunkelheit) und nicht durch die Länge des Tages (Länge der Belichtung). Deshalb sind "Kurztag"-Pflanzen im eigentlichen Sinne "Langnacht"-Pflanzen.

Um zu Blühen, benötigen Kurztag-Pflanzen eine Nachtlänge, die eine bestimmte kritische Zeit überschreitet. Zum Beispiel blüht Tabak (*Nicotiana tabacum*), eine typische Kurztag-Pflanze, wenn die Nachtlänge mindestens genau so lang ist wie eine kritische Zeit der Dunkelheit oder länger. Langtag-Pflanzen blühen nur dann, wenn die Nachtlänge kürzer ist als eine kritische Nachtlänge. Bilsenkraut (*Hyoscyamus niger*), ein Beispiel für eine Langtag-Pflanze, blüht nur dann, wenn die Nachtlänge 14 Stunden oder weniger beträgt. Pflanzen können die Nachtlänge sehr präzise erkennen. Einige Kurztag-Pflanzen blühen z.B. nicht, wenn die Nachtlänge nur 10 Minuten kürzer ist als die notwendige kritische Länge. Manche Pflanzen blühen sogar jedes Jahr immer am gleichen Tag.

Die Blüten einiger Pflanzen blühen auf, wenn die Pflanze nur einmalig der Photoperiode ausgesetzt ist, die für das Blühen notwendig ist. Wissenschaftler fanden heraus, dass Kurztag-Pflanzen auch dann nicht blühen, wenn die Nachtzeit der Photoperiode nur durch wenige Minuten schwachen Lichts unterbrochen wird. Chrysanthemen sind Kurztag-Pflanzen, die normalerweise im Herbst blühen. Allerdings kann ihre Blühzeit bis zum nächsten Frühling verzögert werden, wenn jede lange Nacht mit einem kurzen roten Lichtblitz in zwei kurze Nächte geteilt wird.

III-1~3. (jeweils 1,0 Punkte)

Abbildung 1.



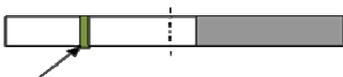
III-1) Blüht Bilsenkraut, wenn ein Lichtblitz während der Nachtlänge der Photoperiode wie in Abbildung 1 appliziert wird?

III-2) Blüht Tabak, wenn die folgende Bedingung geschaffen wird?



kurze Dunkelheit

III-3) Blüht Bilsenkraut, wenn die folgende Bedingung geschaffen wird?

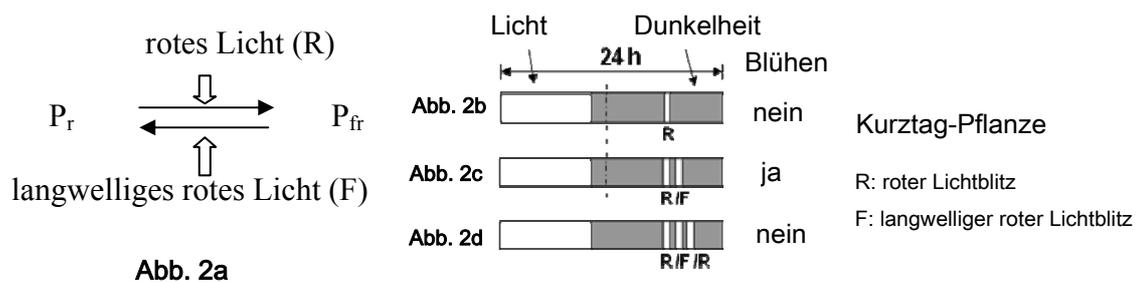


kurze Dunkelheit

III-4~7. (jeweils 1,0 Punkte)

Wie misst eine Pflanze die Photoperiode? Pigmente, die als Phytochrome bezeichnet werden, sind Teil der Antwort. Ein Phytochrom ist ein Photorezeptor, der spezifisch rotes Licht detektiert. Wissenschaftler haben herausgefunden, dass rotes Licht am wirksamsten die Nachtlänge unterbrechen kann. Das Phytochrom kann zwischen zwei isomeren Formen umgeschaltet werden. Das Umschalten ist abhängig von der Lichtfarbe, der das Phytochrom ausgesetzt ist. Man bezeichnet diese Eigenschaft als photoreversibel. Die  $P_r$  Isomerform des Phytochroms zeigt eine maximale Absorption für rotes Licht (Wellenlänge, 660 nm), wohingegen die  $P_{fr}$  Isomerform hauptsächlich längerwelliges rotes Licht (Wellenlänge, 730 nm) absorbiert. Die Umwandlung zwischen zwei molekularen Isomerformen ist ein Schaltmechanismus in Pflanzen, der verschiedene lichtinduzierte Ereignisse kontrolliert, so auch das Blühen von Kurztag- und Langtag-Pflanzen.

Abbildung 2.



Wenn ein roter Lichtblitz (R) gefolgt von einem langwelligem roten Lichtblitz (F) während Dunkelheit appliziert wird, blüht eine Kurztag-Pflanze, wie in Abbildung 2c gezeigt.

**III-4) Wenn ein roter Lichtblitz (R) gefolgt von einem langwelligem roten Lichtblitz (F) während Dunkelheit, wie in Abbildung 2c gezeigt, appliziert wird, blüht dann eine Langtag-Pflanze?**

Die Belichtungssequenz R-F-R hat den gleichen Effekt, wie ein einzelner roter Lichtblitz R. Daraus folgt, dass eine Kurztag-Pflanze wie in Abbildung 2d nicht blüht.

**III-5) Wenn die gleiche Belichtungssequenz R-F-R bei einer Langtag-Pflanze appliziert wird, blüht dann eine Langtag-Pflanze unter den in Abbildung 2d gezeigten Voraussetzungen?**

**III-6, 7) Kreuze für die leeren Felder im folgenden Text im Antwortbogen entweder  $P_r$  oder  $P_{fr}$  an.**

Jeden Tag erfolgt die Umwandlung von der  $P_{fr}$  Isomerform in die  $P_r$  Isomerform hauptsächlich in der Dunkelphase unmittelbar nach Sonnenuntergang, auch wenn kein langwelliges rotes Licht vorhanden ist. Nach Sonnenaufgang wird das Phytochrom jedoch schnell von der  $P_r$  Isomerform in die  $P_{fr}$  Isomerform überführt, weil Sonnenlicht einen bedeutend höheren Anteil an rotem Licht als an langwelligem roten Licht enthält.

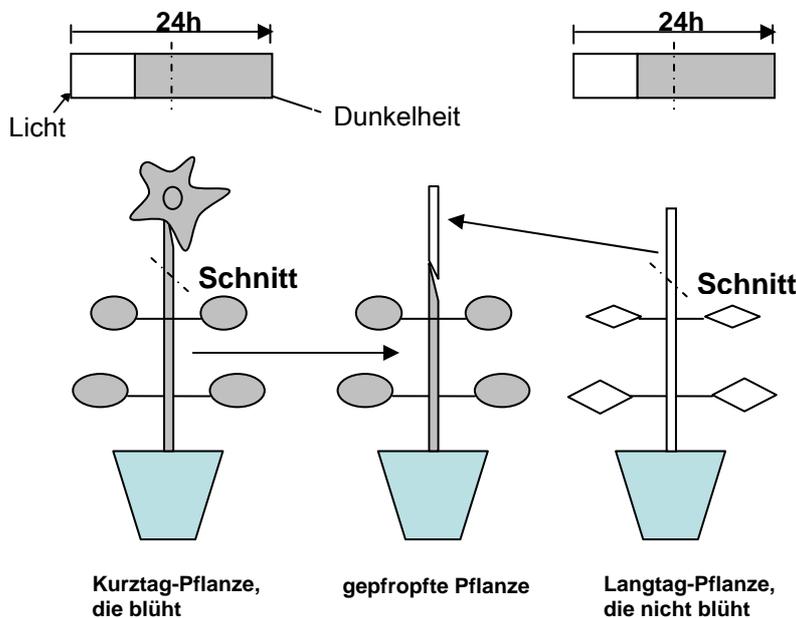
Phytochrome helfen der Pflanze zwischen Tag und Nacht zu unterscheiden, da Phytochrome während des Tages in der (III-6. \_\_\_\_\_ ) Isomerform vorliegen und während der Nacht in der (III-7. \_\_\_\_\_ ) Isomerform.

III-8~9 (jeweils 1,5 Punkte)

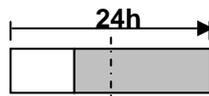
Obwohl Blüten in apikalen Knospen (Meristemen) gebildet werden, sind die Laubblätter für die Detektion der Photoperiode verantwortlich und ebenfalls für die Bildung von Signalstoffen, die die Knospen zur Ausbildung von Blüten stimulieren. Es ist bekannt, dass sich die Signalstoffe durch den Stängel bewegen können. Wenn eine Kurztag-Pflanze und eine Langtag-Pflanze jeweils unter Kurztag-Bedingungen aufgezogen werden, blüht die Kurztag-Pflanze, während die Langtag-Pflanze nicht blüht. Im folgenden klassischen Experiment wurde eine Langtag-Pflanze, wie in Abbildung 3 dargestellt, auf eine Kurztag-Pflanze gepfropft.

**Beantworte die folgenden Fragen.**

Abbildung 3.



**III-8) Erwartest du, dass die gepfropfte Pflanze unter den unten gezeigten Bedingungen blüht?**



**III-9) Erwartest du, dass die gepfropfte Pflanze unter den unten gezeigten Bedingungen blüht?**

