

Südkorea 2015 – Erste Runde...

12th International Junior Science Olympiad

Musterlösung

BEI LICHTEN BETRACHTET...

AUFGABE 1 – DIE LAMPENDETEKTIVE

(insgesamt 15,0 Punkte)

- 1a) Baue mit Hilfe der Anleitung unter www.ijso.info ein einfaches Spektroskop. Fotografiere dein selbstgebautes Spektroskop und füge das Foto deiner Ausarbeitung bei.

4,0 Punkte



Spektroskop mit Rampe, Spalt und Guckloch (Deckel)

- 1b) Beobachte mit deinem Spektroskop – stellvertretend für die beiden Grundtypen – die Spektren von Sonnenlicht und einer Leuchtstoffröhre. Beschreibe die beiden von dir untersuchten Farbspektren.

3,0 Punkte

Sonnenlicht		Leuchtstoffröhre	
Farbfolge von blau über grün und gelb nach rot	[0,25 P]	Farbfolge von blau über grün und gelb nach rot	[0,25 P]
Blaues Licht in Bezug auf den einfallenden Lichtstrahl am wenigsten stark gebeugt, rotes Licht am stärksten	[0,25 P]	Blaues Licht in Bezug auf den einfallenden Lichtstrahl am wenigsten stark gebeugt, rotes Licht am stärksten	[0,25 P]
Fließender Übergang von Farbe zu Farbe	[0,5 P]	Deutlich voneinander abgegrenzte Farblinien oder -banden	[0,5 P]
Beispiel für Grundtyp „Kontinuierliches Spektrum“	[0,5 P]	Beispiel für Grundtyp „Diskretes Spektrum“	[0,5 P]

- 1c) Begib dich mit deinem Spektroskop auf einen Streifzug als Lampendetektiv und spüre in deiner Umgebung fünf weitere, unterschiedliche Lichtquellen auf. Ordne ihre Spektren jeweils den beiden Grundtypen zu.

4,0 Punkte

Je beschriebene Lichtquelle mit korrekter Zuordnung des Grundtyps [0,8 P];
insgesamt maximal [4,0 P]

Einige Beispiele für in einer Wohnung beobachtete Lichtquellen/Spektren:

Lichtquelle – Beschreibung		Grundtyp Spektrum
Schreibtischlampe	herkömmliche Glühlampe	kontinuierlich
Kerzenlicht		kontinuierlich
Deckenbeleuchtung	Energiesparlampe	diskret
Taschenlampe	Leuchtdiode (LED)	diskret
Knicklicht	(vgl. Experiment in 2)	diskret

- 1d) Verwende als Lichtquelle eine Leuchtstoffröhre oder Energiesparlampe und untersuche, welchen Einfluss die Breite des Spalts, durch den das Licht einfällt, auf das im Spektroskop beobachtete Spektrum hat. Notiere deine Ergebnisse und nenne je einen Vor- und Nachteil, der mit einer Vergrößerung der Spaltbreite verbunden ist.

2,0 Punkte

Je breiter der Spalt, desto mehr Licht fängt das Spektroskop ein.

[1,0 P]

Vorteil einer großen Spaltbreite [0,5 P]	Nachteil einer großen Spaltbreite [0,5 P]
Auch schwache Lichtquellen lassen sich noch untersuchen.	Spektrallinien werden unschärfer. Alternativ beispielsweise auch: Es gibt störende Lichtreflexe.

- 1e) Vergleiche den Abstand zwischen direkt reflektiertem Licht und Beugungsspektrum bei CD und DVD. Positioniere dazu die Rampe so, dass du sowohl den reflektierten Lichtstrahl als auch das Beugungsspektrum siehst, und tausche CD gegen DVD aus. Gib an, ob der untersuchte Abstand bei einer CD kleiner oder größer ist als bei einer DVD.

2,0 Punkte

Der Abstand zwischen direkt reflektiertem Licht und Beugungsspektrum ist bei der CD *geringer* als bei der DVD.

AUFGABE 2 – GLOWING IN THE DARK

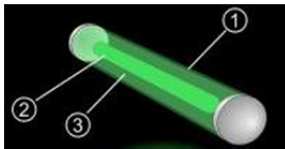
(insgesamt 14,0 Punkte)

- 2a) Informiere dich über die Funktionsweise von Knicklichtern und erkläre anhand einer beschrifteten Skizze zum Aufbau eines Knicklichts, warum es erst beim Knicken zu leuchten beginnt.

3,0 Punkte

Beschriftete Skizze:

[1,5 P]



- 1 – umgebende Kunststoffhülle (PVC oder PE)
- 2 – innenliegendes Glasröhrchen mit Wasserstoffperoxid
- 3 – mit Farbstoff und weiteren Chemikalien (Oxalsäureester und Lösungsmittel) gefüllter Zwischenraum

Quelle: <http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/chemolumineszenz/chemolumineszenz.htm>

Erklärung:

[1,5 P]

Durch das Knicken des Knicklichtes bricht das Glasröhrchen (2) im Inneren des Kunststoffstabs.

Das in (2) enthaltene Wasserstoffperoxid tritt aus und reagiert mit den Chemikalien aus dem Zwischenraum (3).

Diese Reaktion verursacht das Leuchten des Knicklichts.

- 2b) Führe das Experiment durch und fasse deine Ergebnisse in einer Tabelle zusammen.

6,0 Punkte

Hinweis zur Bewertung:

Die Darstellung der Ergebnistabelle ist als Beispiel zu verstehen. Im Einzelnen können die Ergebnisse je nach Typ des Knicklichts oder bei anderen Temperaturen abweichen, wenn beispielsweise keine Gefriertruhe, sondern nur ein Gefrierfach im Kühlschrank zur Verfügung steht. Immer eindeutig zu erkennen ist der Trend, dass mit steigender Temperatur das Knicklicht deutlich schneller erlischt und zu jedem Messzeitpunkt das Knicklicht, welches bei der tiefsten Temperatur gelagert wurde, vergleichsweise am intensivsten leuchtet.

Insgesamt max. [6,0 Punkte] für die Ergebnistabelle, davon
 [5,0 P] für korrekte Reihenfolge des Erlöschens in Abhängigkeit vom Aufbewahrungsort (Temperatur),
 [1,0 P] für angemessen differenzierte Beschreibung der Einzelbeobachtungen,
 [1,0 P] für übersichtlich strukturierte, vergleichende Darstellung der Beobachtungen (bezogen auf verschiedene Aufbewahrungsorte bzw. auf frisch aktiviertes Knicklicht).

Dauer	Raumtemperatur 20°C	Kühlschrank 4°C	Tiefkühlschrank -18°C
6 h	leuchtet noch, aber schwächer als das Knicklicht (KL) im Kühlschrank	leuchtet intensiver als das KL bei Raumtemperatur, aber schwächer als das im Tiefkühlfach gelagerte	leuchtet unverändert stark
12 h	leuchtet nur noch wenig	leuchtet noch, aber deutlich schwächer als das KL im Tiefkühlfach	leuchtet unverändert stark
24 h	sehr schwaches, kaum noch wahrnehmbares Nachleuchten	leuchtet kaum mehr	leuchtet ein wenig schwächer als bei Versuchsbeginn, aber immer noch stark
36 h	ERLOSCHEN	sehr schwaches, kaum noch wahrnehmbares Nachleuchten	leuchtet ein wenig schwächer als bei Versuchsbeginn, aber immer noch stark
48 h		ERLOSCHEN	leuchtet immer noch deutlich

2c) Beschreibe in einem Satz den von dir beobachteten Zusammenhang von Temperatur und Leuchtdauer. Erkläre kurz, warum die Leuchtdauer des Knicklichts von der Temperatur abhängt.

3,0 Punkte

Zusammenfassender Satz: [1,0 P]

Einige Antwortbeispiele

- In einer kalten Umgebung leuchtet ein Knicklicht länger als in einer warmen Umgebung.
- Zu jedem Messzeitpunkt leuchtet das Knicklicht, welches bei der tiefsten Temperatur gelagert wurde, vergleichsweise am intensivsten.
- Mit steigender Umgebungstemperatur verkürzt sich die Leuchtdauer des Knicklichts.

Erklärung: [2,0 P]

Bei den Knicklichtern entsteht das Leuchten durch eine chemische Reaktion. Es erlischt nach vollständiger Umsetzung der Edukte in Produkte.

Gemäß der RGT-Regel bzw. aufgrund der abnehmenden kinetischen Energie der Teilchen nimmt die Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion mit Erniedrigung der Temperatur ab.

Entsprechend dauert es bei geringerer Temperatur länger, bis die Edukte vollständig in Produkte umgesetzt sind.

2d) Informiere dich über Lumineszenz und ordne zu, um welche Form der Lumineszenz es sich beim Leuchten der Knicklichter handelt. Erkläre, warum man bei der hier untersuchten Leuchterscheinung auch von „kaltem“ Licht spricht.

2,0 Punkte

Es handelt sich um *Chemolumineszenz*. [1,0 P]

Erklärung: [1,0 P]

Bei den untersuchten Leuchterscheinungen spricht man vom „kalten Licht“, da die Quelle des Leuchtens in der Regel keine Wärme abstrahlt und sich nicht erwärmt.

AUFGABE 3 – DEM LICHT STETS ZUGEWANDT

(insgesamt 11,0 Punkte)

- 3a) Beschreibe Fototropismus am Beispiel der Kresse und gehe dabei auf den auslösenden Reiz, die Prozesse in den Pflanzenzellen und die daraus resultierende Pflanzenbewegung ein. Stelle deine Ergebnisse in einer Tabelle zusammen.

3,0 Punkte

Auslösender Reiz	Die Pflanze enthält in ihren äußeren Zellschichten Fotorezeptoren. Diese werden bei einseitigem Lichtreiz und damit anhaltenden Helligkeitsunterschieden zwischen Licht- und Schattenseite unterschiedlich angesprochen. [1,0 P] Wenn ohne weitere Ausführung nur mit Stichwort „Licht“ geantwortet wird, mit [0,5 P] bewerten.
Prozesse in den Pflanzenzellen	Die durch den Lichtreiz angeregten Fotorezeptoren lösen in tiefer gelegenen Zellen die Ausschüttung von Wachstumshormonen (Auxine) aus. (Die Fotorezeptoren befinden sich also nicht in den an der Krümmung beteiligten Zellen). [1,0 P]
Resultierende Pflanzenbewegung	Bedingt durch asymmetrische Verteilung der Wachstumshormone auf Licht- und Schattenseite gibt es ungleich starkes Wachstum gegenüberliegender Organflanken. Oberirdische Stängel wachsen so bevorzugt in Richtung der Lichtseite weiter und wenden sich dem Licht zu (→ irreversible Krümmung). Die Blattflächen stellen sich mehr oder weniger senkrecht zum Lichteinfall. [1,0 P]

- 3b) Gib an, welchen Nutzen die Pflanze aus dieser Bewegung zieht, und nenne eine einfache Maßnahme, mit der du dafür sorgen kannst, dass Kresse trotzdem gerade wächst.

2,0 Punkte

Nutzen für die Pflanze:

[1,0 P]

Die Pflanzenbewegung dient der Einstellung optimaler Bedingungen für die Fotosynthese.

Hinweis zur Bewertung:

Bei Aufzählung mehrerer Maßnahmen, wird max. eine korrekte Maßnahme bewertet.

Mögliche Maßnahmen:

[1,0 P]

Den Blumentopf in regelmäßigen Zeitabständen so drehen, dass jede Pflanzenseite einmal der Lichtseite zugewandt ist.

Oder alternativ:

Eine Lichtquelle (weißes Licht) so anbringen, dass die Pflanze direkt von oben beleuchtet wird.

- 3c) Grünblättrige Kresse wird in einem Experiment mit Licht dreier verschiedener Wellenlängen bestrahlt. Die dabei entstehenden Mengen an Sauerstoff pro Zeiteinheit und Blattoberfläche sind im folgenden Diagramm als relative Sauerstoffproduktionsrate dargestellt. Interpretiere die Versuchsergebnisse und stelle einen Zusammenhang mit der grünen Blattfarbe der Kresse her.

6,0 Punkte

Hinweis zur Bewertung:

Für das Erreichen der vollen Punktezahl wird erwartet, dass die Fotosynthese im Sinne einer Wortgleichung erläutert sowie die Interpretation des Diagramms mit quantitativen Werten unterlegt wird.

Die relative Sauerstoffproduktionsrate ist ein Maß für die Rate der im Kresseblatt stattfindenden Fotosynthese:

Die Chloroplasten in den Blattzellen enthalten Chlorophyll, das zur Elektronenanregung Licht absorbiert (fotosensitiv). Unter Lichtzufuhr reagieren Kohlenstoffdioxid (aus der Luft) und Wasser zu Sauerstoff und Glucose. [2,0 P]

Die Menge des durch Fotosynthese produzierten Sauerstoffs hängt ab von der Anzahl der Chloroplasten in den Blättern, aber auch – wie die im Diagramm dargestellten Versuchsergebnisse zeigen – von der Wellenlänge der Lichtstrahlung:

Die Fotosyntheserate ist bei Bestrahlung der Kresse mit rotem Licht (hier bei einer Wellenlänge ca. 670 nm) am stärksten, mit blauem Licht (hier bei einer Wellenlänge ca. 480 nm) im Vergleich dazu etwas niedriger; mit Abstand am geringsten ist die Fotosyntheserate bei der Bestrahlung mit gelb-grünem Licht (hier bei einer Wellenlänge ca. 550 nm). Das relative Verhältnis der Sauerstoffproduktionsraten bei rotem, blauem und grünem Licht beträgt etwa 80:60:25. [2,0 P]

Aus dem Versuch kann man schließen, dass das Chlorophyll in den Chloroplasten für seine Elektronenanregung bevorzugt rote und blaue Lichtanteile absorbiert. Im Spektrum des von den Chloroplasten reflektierten Lichts fehlen diese Rot- und Blauanteile. Damit ist im reflektierten Spektrum (das auf das menschliche Auge trifft) ein hoher Grünanteil. Deshalb nimmt das menschliche Auge die Chloroplasten und das Kresseblatt als grün gefärbt wahr. [2,0 P]