

8<sup>th</sup> International Junior Science Olympiad  
Durban, Südafrika

**Experimentelle Klausur - Teil 1**

**7. Dezember 2011**

**Dauer:** 3,5 Stunden

**Maximalpunktzahl:** 13

---

**Prüfungsregeln**

1. Alle Teilnehmenden müssen 15 Minuten vor Klausurbeginn vor dem Prüfungsraum erscheinen.
2. Teilnehmende dürfen keine anderen Hilfsmittel als ihre persönlichen Medikamente oder medizinische Hilfsmittel mitbringen.
3. Jede(r) Teilnehmende muss an dem für sie oder ihn bestimmten Tisch sein.
4. Vor Beginn müssen die Teilnehmenden die von den Organisatoren zur Verfügung gestellten Hilfsmittel und Schreibutensilien überprüfen (Kugelschreiber, Bleistift, Lineal und Taschenrechner).
5. Alle Teilnehmenden müssen die Vollständigkeit der Aufgaben- und Antwortbögen überprüfen. Wenn deine Aufgaben- oder Antwortbögen unvollständig sind, melde dich. Beginne nach dem Ertönen der Klingel.
6. Während der Prüfung dürfen die Teilnehmenden den Prüfungsraum nicht verlassen.
7. Wenn du zur Toilette musst, melde dich und die Aufsicht wird dich dorthin begleiten.
8. Die Teilnehmenden dürfen sich nicht mit anderen Teams austauschen und die Prüfung nicht stören. Wenn du Hilfe brauchst, melde dich und die Aufsicht wird dir zur Hilfe eilen.
9. Es wird keine Fragen oder Diskussionen zu den Aufgaben geben. Alle Teilnehmenden müssen an ihrem Tisch bleiben, bis die Prüfungszeit zu Ende ist, auch wenn sie die Prüfung beendet haben oder nicht mehr weiter arbeiten wollen.
10. Am Ende der Prüfungszeit wird es ein Klingelsignal geben. Es darf nichts mehr auf den Antwortbogen geschrieben werden, nachdem die Zeit abgelaufen ist. Alle Teilnehmenden sollen den Raum leise verlassen. Die Antwortbögen müssen ordentlich auf dem Tisch liegen gelassen werden.

**Lest die folgenden Anweisungen gründlich durch:**

Die drei Klausurteile sind unabhängig voneinander. Sie können zusammen im Team oder einzeln bearbeitet werden.

1. Es stehen 3,5 Zeitstunden zur Bearbeitung zur Verfügung.
2. Der experimentelle Test besteht aus 3 Teilen. Überprüfe die Vollständigkeit der Aufgaben- und Antwortbögen. Dieser Teil 1 der Aufgabenbögen besteht aus 8 Seiten.
3. Verwendet nur das bereitgestellte Material.
4. Schreibt die Namen aller Teammitglieder, euer Land, eure Teambezeichnung und die Unterschriften aller Teammitglieder auf die erste Seite des Antwortbogens. Bitte notiert auf den folgenden Seiten des Antwortbogens immer Land und Teambezeichnung. Jedes Teammitglied muss unbedingt auf der ersten Seite des endgültigen Antwortbogens unterschreiben.
5. Alle Ergebnisse müssen an die dafür vorgesehenen Stellen bzw. Boxen im Antwortbogen eingetragen werden. Dinge, die an anderer Stelle notiert sind, können nicht bewertet werden.
6. Tragt eine Schutzbrille, während ihr im Labor seid.
7. Es ist verboten, im Labor zu essen oder zu trinken. Falls notwendig, melde dich, damit dich ein Saalassistent zu einer Snackpause begleiten kann.
8. Alle Teilnehmenden müssen entsprechend der Sicherheitsrichtlinien arbeiten, sich sozial verhalten und die Arbeitsumgebung sauber halten. Unterhaltet euch im Team leise.
9. Der Laborraum darf erst nach Erlaubnis verlassen werden. Frage einen Saalassistenten, wenn du auf Toilette musst, damit er/sie dich eskortieren kann.
10. Ihr dürft erst nach dem Startsignal mit der Arbeit beginnen.
11. Es stehen 3,5 Zeitstunden für die Bearbeitung der experimentellen Aufgaben und das Eintragen der Ergebnisse in die Antwortbögen zur Verfügung. Es wird eine Warnung 30 Minuten vor dem Ende der Zeit geben. Nach dem Stoppsignal müsst ihr sofort mit der Bearbeitung aufhören. Wer auch nach 5 Minuten noch nicht aufgehört hat zu arbeiten, erhält keine Punkte.
12. Legt nach dem Ende des Tests alles Material wieder an seinen Platz.
13. Lasst nach dem Stoppsignal NUR die endgültigen Antwortbögen (eine Ausfertigung) auf dem Umschlag auf dem Tisch liegen. Wartet darauf, dass der Saalassistent diese überprüft und einsammelt. Alle anderen Papiere könnt ihr mitnehmen.

## **Bestimmung des Einflusses von Chemikalien und Temperatur auf die Zerstörung und Durchlässigkeit von Membranen der roten Rübe (*Beta vulgaris*)**

### **Einleitung**

Die Zellmembran besteht hauptsächlich aus Phospholipiden und Proteinen, die zu ihrer selektiven Permeabilität beitragen. Funktionalität und Permeabilität hängen von der Unversehrtheit der Zellmembran ab. Wird die Zellmembran zerstört, kann der Zellinhalt aus der Zelle ausfließen. Die Zellmembran kann durch mechanische Einwirkung, Chemikalien und hohe Temperaturen zerstört werden.

Rote Rübe enthält ein rotes Pigment namens Betacyanin, welches sich in der großen Zentralvakuole der Rübenzelle befindet. Die Vakuole wird von einer einfachen Membran begrenzt, die als Tonoplast bezeichnet wird. Betacyanin verbleibt in der Vakuole, solange die Zelle intakt ist. Wird die Membran beschädigt, fließt Betacyanin in das umgebende Wasser und färbt es dunkelrot. In diesem Versuch werden geschnittene Zylinder der roten Rübe verwendet. Die Zylinder wurden nach dem Schneiden mehrmals gewaschen, um zu gewährleisten, dass keine weitere Färbung des Wassers auftritt.

### Materialien

1. Gewaschene Zylinder der roten Rübe (1 cm Durchmesser, 4 cm Länge) in destilliertem Wasser
2. 3 x Reagenzgläser beschriftet mit TT1, TT2 und TT3.
3. 1 x Reagenzglas welches destilliertes Wasser, Cyclohexan und einen Zylinder rote Rübe enthält, beschriftet mit TT4. Dieses wurde die Nacht zuvor hergestellt und nach der Herstellung geschüttelt.
4. Reagenzglasständer
5. Eine Flasche mit 8 ml destilliertem Wasser
6. Eine Flasche mit 8 ml 50% Aceton
7. Eine Flasche mit 8 ml 100% Aceton
8. TT5 und TT6 gefüllt mit jeweils 8 ml 5 M (mol/dm<sup>3</sup>) NaCl-Lösung
9. Papiertücher
10. 1 x Blatt Millimeterpapier

### Experimentelle Durchführung

1. Bereite TT1, TT2, TT3 entsprechend der unten stehenden Tabelle 1 vor:

**Tabelle 1: Lösungen in Reagenzglas 1-3**

Reagenzgläser	Reagenzglas 1 (TT1)	Reagenzglas 2 (TT2)	Reagenzglas 3 (TT3)
<b>Lösungen</b>	8 ml destilliertes Wasser	8 ml 50% Aceton	8 ml 100% Aceton

2. Trockne 3 Zylinder der roten Rübe mit einem Papiertuch gründlich ab.
3. Lege direkt danach die abgetrockneten Zylinder der roten Rübe in die Reagenzgläser TT1, TT2 und TT3.
4. Schüttele alle 5 Minuten TT1, TT2, und TT3 vorsichtig für einige Sekunden.
5. Beobachte nach 15 Minuten die Farbe der Lösung in jedem Reagenzglas. Benutze zur Zeitmessung die Uhr im Labor.

6. Trockne weitere 2 Zylinder der roten Rübe und wiege sie einzeln auf 3 Dezimalstellen genau ab. Notiere die Masse an der dafür vorgesehenen Stelle im Antwortbogen [Abschnitt D (i)].
7. Gib je einen dieser Zylinder in Reagenzglas TT5 und TT6.
8. Entferne die Zylinder nach einer Stunde aus den Reagenzgläsern TT5 und TT6, trockne sie ab und wiege sie erneut. Vervollständige die Tabelle und gib die **Massendifferenz** an [Abschnitt D (i)].

## Aufgaben

### Abschnitt A

- a. Am Anfang des Experiments erscheint das destillierte Wasser, welches die Zylinder der roten Rübe umgibt, farblos. Gib an, ob die entsprechende Aussage richtig oder falsch ist, in dem du das entsprechende Feld im Antwortbogen ankreuzt.

1. Betacyanin ist nicht wasserlöslich.
2. Betacyanin ist nur in organischen Lösungsmitteln löslich.
3. Beschädigte Zellen beinhalten nach der Wiederholung des Waschprozesses kein Betacyanin mehr. Weitere Beschädigungen der Zellen fanden anschließend nicht mehr statt.

**(0,25x3=0,75 Punkte)**

- b. Gib an bei welchem Reagenzglas es sich um die Kontrolle handelt, indem du das entsprechende Feld im Antwortbogen ankreuzt.  
**(0,5 Punkte)**
- c. Gib basierend auf der Farbe der Lösungen in TT2 und TT3 an, in welcher Lösung Betacyanin besser löslich ist. Wähle die richtige Antwort, indem du das entsprechende Feld im Antwortbogen ankreuzt.  
**(0,5 Punkte)**
- d. Welche der Flüssigkeitsphasen in TT4 entspricht Wasser? Wähle die richtige Antwort, indem du das entsprechende Feld im Antwortbogen ankreuzt.  
**(0,5 Punkte)**

- e. Warum ist eine der Flüssigkeitsphasen in TT4 gefärbt und die Flüssigkeitsphase in TT1 NICHT? Gib an, ob die entsprechenden Aussagen richtig oder falsch sind, indem du das entsprechende Feld im Antwortbogen ankreuzt.

1. Die Zellmembranen in TT1 wurden nicht weiter zersetzt.
2. Cyclohexan beschädigte die Zellmembranen in TT4, sodass Betacyanin ausfließen konnte.
3. Cyclohexan löste die Lipide der Zellmembran in TT4, was zum Auslaufen von Betacyanin führte, welches nur in Wasser löslich ist.

(0,75 Punkte)

### Abschnitt B

- f. Ein Experiment, um den Einfluss der Temperatur auf die Membranpermeabilität der roten Rübe zu bestimmen, wurde früher in der Woche durchgeführt. Die gewaschenen Zylinder der roten Rübe wurden in Reagenzgläser mit destilliertem Wasser gegeben und anschließend bei 20°C, 30°C, 40°C, 60°C und 80°C für 15 Minuten inkubiert. Danach wurde die Absorption der verschiedenen Lösungen bei einer Wellenlänge von 605 nm gemessen. Destilliertes Wasser wurde als Kontrolle bei Raumtemperatur verwendet. Das Experiment wurde dreimal wiederholt und die Ergebnisse in der unten stehenden Tabelle 2 aufgezeichnet. Als Absorption bezeichnet man den Anteil des Lichts, welcher von einer Probe absorbiert wird. Je dunkler die Probe dabei ist, umso höher ist die Absorption.

Löse mit Hilfe der Informationen aus Text (f) und den Daten aus Tabelle 2 die folgenden Aufgaben im Antwortbogen.

**Tabelle 2: Einfluss der Temperatur auf die Membranpermeabilität der roten Rüben**

Temperatur (°C)	Absorption		
	Probe A	Probe B	Probe C
20	0,017	0,011	0,021
30	0,023	0,013	0,024
40	0,018	0,025	0,032
60	0,384	0,474	0,492
80	0,477	0,525	0,463

- i. Erstelle eine Tabelle im Antwortbogen, in der du den arithmetischen Mittelwert der Absorption (**auf 2 Dezimalstellen genau**) gegen die jeweilige Temperatur aufträgst.

**(0,25 x 5 = 1,25 Punkte)**

- ii. Gib basierend auf den **arithmetischen Mittelwerten der Absorption** an, bei welcher Temperatur die Membran deutlich beschädigt ist. Schreibe deine Antwort in den Antwortbogen.

**(0,5 Punkte)**

- iii. Trage in einem Punktdiagramm den arithmetischen Mittelwert der Absorption in Abhängigkeit von der Temperatur auf, um den Einfluss der Temperatur auf die Membranpermeabilität der roten Rübe zu zeigen. Verwende das gegebene Millimeterpapier. Beschrifte den Graphen.

**(2,5 Punkte)**

**Abschnitt C**

g. Die Mittelwerte der Absorptionen für die Lösungen aus TT2 und TT3 (aus dem Experiment in Abschnitt A) wurden zu 0,084 bzw. 0,054 ermittelt. Gib an, ob die nachfolgenden Aussagen richtig oder falsch sind, indem du „T“ für wahr und „F“ für falsch in die davor vorgesehenen Felder im Antwortbogen schreibst.

- i. Betacyanin benötigt Wasser für eine maximale Löslichkeit
- ii. Betacyanin ist löslicher in 100% Aceton als in 50% Aceton

**(0,5 x 2 = 1 Punkt)**

h. Gib für alle Informationen aus den Experimenten mit der roten Rübe an, in welchen Lösungsmittel(n) Betacyanin löslich ist. Wähle die richtige(n) Antwort(en), indem du das/die entsprechende(n) Feld(er) im Antwortbogen ankreuzt.

Cyclohexan	Wasser bei Raumtemperatur	Heißes Wasser
------------	---------------------------	---------------

**(0,5 Punkte)**

**Abschnitt D**

i. Wie in der experimentellen Durchführung unter Punkt (8) beschrieben.

**(0,25 x 6 = 1,5 Punkte)**

j. Gib basierend auf Allgemeinwissen, Beobachtungen und experimentellen Ergebnissen aus den Versuchen mit TT5 und TT6 im Antwortbogen an, ob die nachfolgenden Aussagen richtig oder falsch sind.

i. NaCl bewirkt Plasmolyse in den Zellen der roten Rübe.
ii. NaCl löst Lipide in der Zellmembran.
iii. Die Zellen der roten Rübe absorbieren NaCl und schwellen an.
iv. Die Zellen der roten Rübe verlieren Betacyanin an das umgebende Wasser.

**(0,5 x 4 = 2 Punkte)**

**GESAMTPUNKTZAHL (13)**



8<sup>th</sup> International Junior Science Olympiad  
Durban, Südafrika

**Experimentelle Klausur: Teil 2**

**7. Dezember 2011**

**Dauer:** 3,5 Stunden

**Maximalpunktzahl :** 14

---

**Prüfungsregeln**

1. Alle Teilnehmenden müssen 15 Minuten vor Klausurbeginn vor dem Prüfungsraum erscheinen.
2. Teilnehmende dürfen keine anderen Hilfsmittel als ihre persönlichen Medikamente oder medizinische Hilfsmittel mitbringen.
3. Jede(r) Teilnehmende muss an dem für sie oder ihn bestimmten Tisch sein.
4. Vor Beginn müssen die Teilnehmenden die von den Organisatoren zur Verfügung gestellten Hilfsmittel und Schreibutensilien überprüfen (Kugelschreiber, Bleistift, Lineal und Taschenrechner).
5. Alle Teilnehmenden müssen die Vollständigkeit der Aufgaben- und Antwortbögen überprüfen. Wenn deine Aufgaben- oder Antwortbögen unvollständig sind, melde dich. Beginne nach dem Ertönen der Klingel.
6. Während der Prüfung dürfen die Teilnehmenden den Prüfungsraum nicht verlassen.
7. Wenn du zur Toilette musst, melde dich und die Aufsicht wird dich dorthin begleiten.
8. Die Teilnehmenden dürfen sich nicht mit anderen Teams austauschen und die Prüfung nicht stören. Wenn du Hilfe brauchst, melde dich und die Aufsicht wird dir zur Hilfe eilen.
9. Es wird keine Fragen oder Diskussionen zu den Aufgaben geben. Alle Teilnehmenden müssen an ihrem Tisch bleiben, bis die Prüfungszeit zu Ende ist, auch wenn sie die Prüfung beendet haben oder nicht mehr weiter arbeiten wollen.
10. Am Ende der Prüfungszeit wird es ein Klingelsignal geben. Es darf nichts mehr auf den Antwortbogen geschrieben werden, nachdem die Zeit abgelaufen ist. Alle Teilnehmenden sollen den Raum leise verlassen. Die Antwortbögen müssen ordentlich auf dem Tisch liegen gelassen werden.

**Lest die folgenden Anweisungen gründlich durch:**

Die drei Klausurteile sind unabhängig voneinander. Sie können zusammen im Team oder einzeln bearbeitet werden.

1. Es stehen 3,5 Zeitstunden zur Bearbeitung zur Verfügung.
2. Der experimentelle Test besteht aus 3 Teilen. Überprüfe die Vollständigkeit der Aufgaben- und Antwortbögen. Dieser Teil 2 der Aufgabenbögen besteht aus 6 Seiten.
3. Verwendet nur das bereitgestellte Material.
4. Schreibt die Namen aller Teammitglieder, euer Land, eure Teambezeichnung und die Unterschriften aller Teammitglieder auf die erste Seite des Antwortbogens. Bitte notiert auf den folgenden Seiten des Antwortbogens immer Land und Teambezeichnung. Jedes Teammitglied muss unbedingt auf der ersten Seite des endgültigen Antwortbogens unterschreiben.
5. Alle Ergebnisse müssen an die dafür vorgesehenen Stellen bzw. Boxen im Antwortbogen eingetragen werden. Dinge, die an anderer Stelle notiert sind, können nicht bewertet werden.
6. Tragt eine Schutzbrille, während ihr im Labor seid.
7. Es ist verboten, im Labor zu essen oder zu trinken. Falls notwendig, melde dich, damit dich ein Saalassistent zu einer Snackpause begleiten kann.
8. Alle Teilnehmenden müssen entsprechend der Sicherheitsrichtlinien arbeiten, sich sozial verhalten und die Arbeitsumgebung sauber halten. Unterhaltet euch im Team leise.
9. Der Laborraum darf erst nach Erlaubnis verlassen werden. Frage einen Saalassistenten, wenn du auf Toilette musst, damit er/sie dich eskortieren kann.
10. Ihr dürft erst nach dem Startsignal mit der Arbeit beginnen.
11. Es stehen 3,5 Zeitstunden für die Bearbeitung der experimentellen Aufgaben und das Eintragen der Ergebnisse in die Antwortbögen zur Verfügung. Es wird eine Warnung 30 Minuten vor dem Ende der Zeit geben. Nach dem Stoppsignal müsst ihr sofort mit der Bearbeitung aufhören. Wer auch nach 5 Minuten noch nicht aufgehört hat zu arbeiten, erhält keine Punkte.
12. Legt nach dem Ende des Tests alles Material wieder an seinen Platz.
13. Lasst nach dem Stoppsignal NUR die endgültigen Antwortbögen (eine Ausfertigung) auf dem Umschlag auf dem Tisch liegen. Wartet darauf, dass der Saalassistent diese überprüft und einsammelt. Alle anderen Papiere könnt ihr mitnehmen.

## TEIL 2

### Energiegehalt von Brennstoffen

#### Einführung

Ethanol ist ein Stoff, der in vielen verschiedenen industriellen Bereichen eingesetzt wird. Beispiele dafür sind pharmazeutischen Produkte, Farben, Tinten, Waschmittel, Kosmetikartikel oder Getränke. Ethanol kann auch als alternativer Treibstoff eingesetzt werden. Biodiesel ist eine Mischung aus verschiedenen langkettigen Kohlenwasserstoffen, typischerweise Methyl-, Propyl- oder Ethylester. Biodiesel kann als alternativer Brennstoff in Dieselmotoren oder als Ersatz für Heizöl verwendet werden. In einigen Ländern wird Ethanol als Treibstoffzusatz oder als Benzinersatz verwendet, während Biodiesel in verschiedenen mit Dieselmotoren angetriebenen Fahrzeugen und Maschinen eingesetzt wird.

Sowohl Ethanol als auch Biodiesel können aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden: So wird Ethanol zum Beispiel aus Zuckerrohr erzeugt und Biodiesel aus Saatölen des Rizinusbaums, der Jatropha oder der Ölpalme. Die Verwendung erneuerbarer Energien ist eine unter vielen vorgeschlagenen Strategien, um die Effekte des Klimawandels zu reduzieren und einen Beitrag zu nachhaltigem Wachstum auf nationaler Ebene zu leisten.

In diesem Experiment wirst du den Energiegehalt von Ethanol und Biodiesel vergleichen, indem du die Verbrennungswärme in  $\text{kJ g}^{-1}$  für die jeweiligen Treibstoffe misst. Dazu wirst du zunächst die Energie bestimmen, die verbraucht wird, um eine bekannte Menge an Wasser mittels der Verbrennung von Ethanol bzw. Biodiesel zu erhitzen. Indem du die Wassertemperatur dokumentierst, kannst du mit folgender Gleichung die übertragene Wärmemenge bestimmen

$$q = C_p \cdot m \cdot \Delta t ,$$

wobei  $q$  die übertragene Wärme ist,  $C_p$  die spezifische Wärmekapazität,  $m$  die Masse an Wasser und  $\Delta t$  für die Temperaturänderung im Wasser steht. Schließlich wird die Menge an verbrauchtem Brennstoff berücksichtigt, in dem die Wärmemenge berechnet wird, die pro Gramm Treibstoff beim Verbrennungsvorgang verbraucht wird.

### **Ziele**

In diesem Experiment wirst du

- die Verbrennungswärme von Biodiesel und Ethanol vergleichen,
- die Verbrennungswärme und den Wirkungsgrad für beide Brennstoffe berechnen.

### **Material**

Zwei kleine Öllampen

Glasrührstäbe

Digitales Thermometer

100 mL Messzylinder

Becherglas mit gekühltem Wasser

Kleiner Stahlbecher

Muffen und Klemmen

Anzünder

Stoppuhr

Ethanol

Biodiesel

Lineal

### **Durchführung**

1. Stellt sicher, dass jeder von euch Laborkittel sowie Schutzbrille tragen.
2. Überprüfe, dass an deinem Arbeitsplatz ein Digitalthermometer, ein Anzünder, zwei Öllampen und Stativmaterialien, wie in der Abbildung gezeigt, vorhanden sind.

#### ***Teil 1: Ethanol***

3. Gieße das Ethanol in die Öllampe und stelle sicher, dass der Docht mit Brennstoff durchtränkt ist; in Abbildung 1 siehst du den Aufbau der Öllampe. Stelle sicher, dass du die Ethanolflasche wieder mit dem Deckel verschließt.



Abbildung 1

4. Bestimme die Masse der zusammengesetzten, mit Ethanol gefüllten Öllampe und trage diesen Wert ein.
5. Bestimme die Masse des leeren Stahlbeckers und trage den Wert in deinem Antwortbogen ein.
6. Fülle etwa 200 mL gekühltes Wasser in den leeren Stahlbecher und trage die Masse ein.
7. Baue die Apparatur, wie in Abbildung 2 gezeigt, auf.

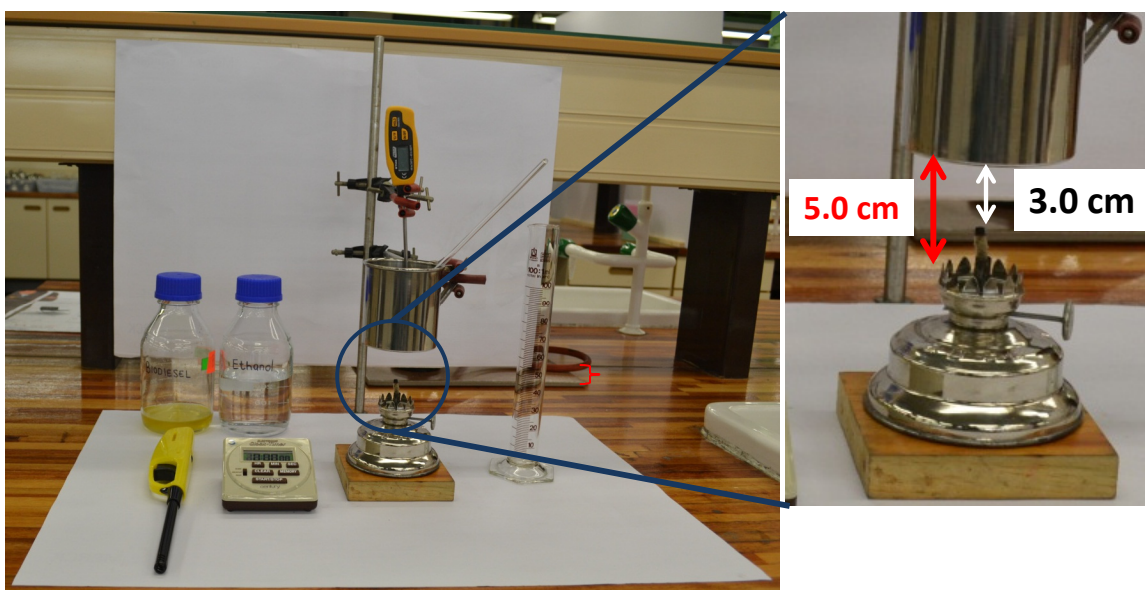


Abbildung 2

8. Trage die Anfangstemperatur des Wassers  $t_1$  ein.
9. Erhitze das Wasser unter ständigem Umrühren mit Hilfe der Öllampe. Stelle sicher, dass du alle 30 Sekunden die Temperatur aufzeichnest, bis eine Temperatur etwa  $30^\circ\text{C}$  erreicht wird. Lösche dann die Öllampe, indem du sie auspustest. VORSICHT: Achte darauf, dass deine Haare und Kleidung nicht mit der offenen Flamme in Berührung kommen!
10. Fahre mit dem Umrühren des Wassers fort und bestimme die Maximaltemperatur  $t_2$ .
11. Warte, bis die Öllampe abgekühlt ist. Bestimme dann die Masse der Öllampe mit Inhalt und trage deinen Messwert ein.

**Teil 2: Biodiesel**

1. Wiederhole jetzt die Schritte 3-11 mit Biodiesel. Benutze dafür die zweite Öllampe.

**Auswertung der Daten:**

1. Berechne die vom Wasser absorbierte Wärme  $q$ , mit der in der Einleitung gegebenen Gleichung. Für Wasser ist  $C_p=4,18 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$ .
2. Berechne die Verbrennungswärme sowohl für Ethanol als auch für Biodiesel in  $\text{kJ g}^{-1}$ .
3. Berechne für beide Versuchsdurchgänge den Wirkungsgrad in Prozent.  
Der theoretische Wert für die Verbrennungswärme von Ethanol beträgt  $30,0 \text{ kJ g}^{-1}$ , für Biodiesel  $41,2 \text{ kJ g}^{-1}$ .
4. Beantworte nun die weiteren Fragen, die auf deinem Antwortbogen gestellt werden.

8<sup>th</sup> International Junior Science Olympiad  
Durban, Südafrika

**Experimentelle Klausur – Teil 3**

**7. Dezember 2011**

**Dauer:** 3,5 Stunden

**Maximalpunktzahl:** 13

---

**Prüfungsregeln**

1. Alle Teilnehmenden müssen 15 Minuten vor Klausurbeginn vor dem Prüfungsraum erscheinen.
2. Teilnehmende dürfen keine anderen Hilfsmittel als ihre persönlichen Medikamente oder medizinische Hilfsmittel mitbringen.
3. Jede(r) Teilnehmende muss an dem für sie oder ihn bestimmten Tisch sein.
4. Vor Beginn müssen die Teilnehmenden die von den Organisatoren zur Verfügung gestellten Hilfsmittel und Schreibutensilien überprüfen (Kugelschreiber, Bleistift, Lineal und Taschenrechner).
5. Alle Teilnehmenden müssen die Vollständigkeit der Aufgaben- und Antwortbögen überprüfen. Wenn deine Aufgaben- oder Antwortbögen unvollständig sind, melde dich. Beginne nach dem Ertönen der Klingel.
6. Während der Prüfung dürfen die Teilnehmenden den Prüfungsraum nicht verlassen.
7. Wenn du zur Toilette musst, melde dich und die Aufsicht wird dich dorthin begleiten.
8. Die Teilnehmenden dürfen sich nicht mit anderen Teams austauschen und die Prüfung nicht stören. Wenn du Hilfe brauchst, melde dich und die Aufsicht wird dir zur Hilfe eilen.
9. Es wird keine Fragen oder Diskussionen zu den Aufgaben geben. Alle Teilnehmenden müssen an ihrem Tisch bleiben, bis die Prüfungszeit zu Ende ist, auch wenn sie die Prüfung beendet haben oder nicht mehr weiter arbeiten wollen.
10. Am Ende der Prüfungszeit wird es ein Klingelsignal geben. Es darf nichts mehr auf den Antwortbogen geschrieben werden, nachdem die Zeit abgelaufen ist. Alle Teilnehmenden sollen den Raum leise verlassen. Die Antwortbögen müssen ordentlich auf dem Tisch liegen gelassen werden.

**Lest die folgenden Anweisungen gründlich durch:**

Die drei Klausurteile sind unabhängig voneinander. Sie können zusammen im Team oder einzeln bearbeitet werden.

1. Es stehen 3,5 Zeitstunden zur Bearbeitung zur Verfügung.
2. Der experimentelle Test besteht aus 3 Teilen. Überprüfe die Vollständigkeit der Aufgaben- und Antwortbögen. Dieser Teil 3 der Aufgabenbögen besteht aus 6 Seiten.
3. Verwendet nur das bereitgestellte Material.
4. Schreibt die Namen aller Teammitglieder, euer Land, eure Teambezeichnung und die Unterschriften aller Teammitglieder auf die erste Seite des Antwortbogens. Bitte notiert auf den folgenden Seiten des Antwortbogens immer Land und Teambezeichnung. Jedes Teammitglied muss unbedingt auf der ersten Seite des endgültigen Antwortbogens unterschreiben.
5. Alle Ergebnisse müssen an die dafür vorgesehenen Stellen bzw. Boxen im Antwortbogen eingetragen werden. Dinge, die an anderer Stelle notiert sind, können nicht bewertet werden.
6. Tragt eine Schutzbrille, während ihr im Labor seid.
7. Es ist verboten, im Labor zu essen oder zu trinken. Falls notwendig, melde dich, damit dich ein Saalassistent zu einer Snackpause begleiten kann.
8. Alle Teilnehmenden müssen entsprechend der Sicherheitsrichtlinien arbeiten, sich sozial verhalten und die Arbeitsumgebung sauber halten. Unterhaltet euch im Team leise.
9. Der Laborraum darf erst nach Erlaubnis verlassen werden. Frage einen Saalassistenten, wenn du auf Toilette musst, damit er/sie dich eskortieren kann.
10. Ihr dürft erst nach dem Startsignal mit der Arbeit beginnen.
11. Es stehen 3,5 Zeitstunden für die Bearbeitung der experimentellen Aufgaben und das Eintragen der Ergebnisse in die Antwortbögen zur Verfügung. Es wird eine Warnung 30 Minuten vor dem Ende der Zeit geben. Nach dem Stoppsignal müsst ihr sofort mit der Bearbeitung aufhören. Wer auch nach 5 Minuten noch nicht aufgehört hat zu arbeiten, erhält keine Punkte.
12. Legt nach dem Ende des Tests alles Material wieder an seinen Platz.
13. Lasst nach dem Stoppsignal NUR die endgültigen Antwortbögen (eine Ausfertigung) auf dem Umschlag auf dem Tisch liegen. Wartet darauf, dass der Saalassistent diese überprüft und einsammelt. Alle anderen Papiere könnt ihr mitnehmen.



## Physikexperiment - Solarzelle

### Einleitung

Die Nutzung von Solar- bzw. Photovoltaikzellen stellt eine Möglichkeit zur Umwandlung von Sonnenenergie dar. Solarzellen nutzen den Photoeffekt, um Sonnenstrahlung direkt in elektrische Energie in Form von Gleichspannung umzusetzen. Die pro Zeiteinheit erzeugte Energie oder Leistung der Solarzelle hängt von der auf die aktive Fläche der Solarzelle einfallenden Strahlung ab.

Der durch die Zelle fließende Strom und die über der Zelle abfallende Spannung der Solarzelle hängen sowohl von der mit der Zelle verbundenen Last, d.h. dem Lastwiderstand, als auch von der auf die Solarzelle einfallenden Strahlung ab. Diese Abhängigkeit wird üblicherweise durch einen Graphen der Stromstärke ( $I$ ) über der Spannung ( $U$ ), der sogenannten  $U$ - $I$  Charakteristik, dargestellt. Die typische Form einer solchen Kurve ist in Abb. 1 dargestellt (die Variablen sind nachfolgend erläutert).

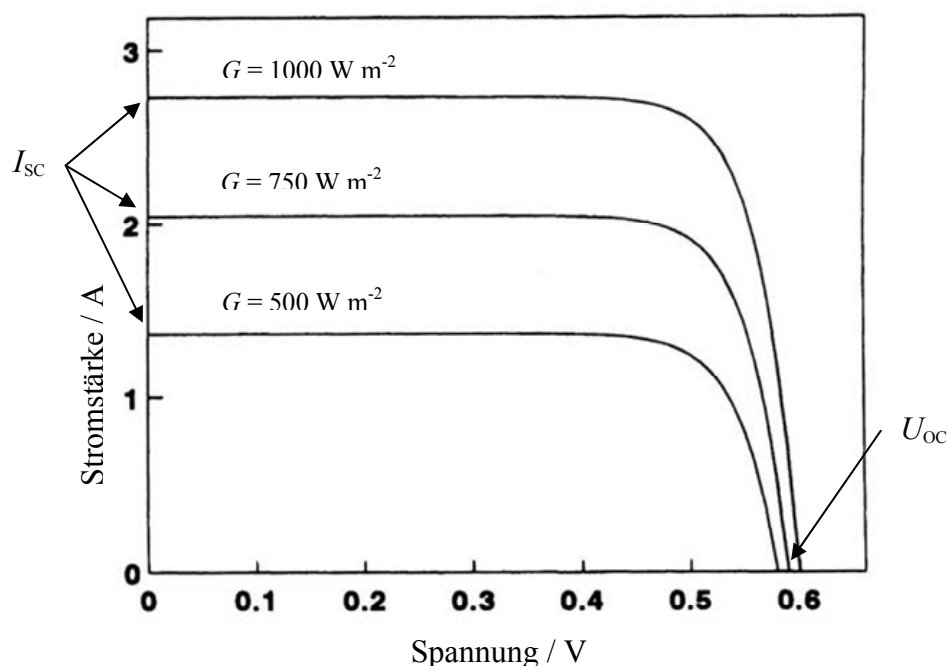


Abbildung 1: Typische  $U$ - $I$  Charakteristik einer Solarzelle.

Die Stromstärke der Solarzelle bei einem vernachlässigbar kleinen Lastwiderstand wird Kurzschlussstrom ( $I_{sc}$ ) genannt. Entsprechend wird die Spannung über der Zelle bei offenen Anschlüssen als Leerlaufspannung ( $U_{oc}$ ) bezeichnet.

Die auf die Solarzelle einfallende Strahlung wird in der Regel durch den Strahlungsfluss ( $G$ ) angegeben. Der Strahlungsfluss wird in  $\text{W m}^{-2}$  gemessen. Abb. 1 zeigt, dass der Kurzschlussstrom  $I_{sc}$  zunimmt, wenn der auf die aktive Fläche einfallende Strahlungsfluss ansteigt.

In diesem Experiment sollst du die Abhängigkeit des Kurzschlussstromes  $I_{sc}$  von dem Strahlungsfluss  $G$  für ein Solarpanel untersuchen, das aus zwei kleineren in Reihe geschalteten Panels besteht.

Der Kurzschlussstrom  $I_{sc}$  kann als Funktion des Strahlungsflusses  $G$  ausgedrückt werden durch

$$I_{sc} = I_{sco} \left( \frac{G}{G_0} \right)^\alpha, \quad (1)$$

wobei  $I_{sco}$  ein bekannter Referenzwert für den Kurzschlussstrom ist, der bei einem bekannten Strahlungsfluss  $G_0$  gemessen wird. Die Konstante  $\alpha$  führt zu einem nichtlinearen Zusammenhang zwischen  $I_{sc}$  und  $G$ . Der einfallende Strahlungsfluss  $G$  hängt von dem Winkel ( $\theta$ ) zwischen der einfallenden Strahlung und der Flächennormalen der Solarzelle ab. Gleichung 1 kann damit umgeschrieben werden zu

$$I_{sc} = I_{sco} \left( \frac{G_{s0}}{G_0} \right)^\alpha (\cos \theta)^\alpha. \quad (2)$$

Dabei bezeichnet  $G_{s0}$  den Strahlungsfluss bei senkrechtem Einfall ( $\theta = 0^\circ$ ) auf die Solarzelle.

### Ziel

Das Ziel dieses Experimentes ist die Bestimmung der Konstanten  $\alpha$  aus Gleichung (2).

### Materialien

Abbildung 2 zeigt einen Teil des experimentellen Aufbaus. Eine Halogenlampe strahlt auf das kleine Solarpanel, das mit einem Digitalamperemeter verbunden wird. Der Neigungswinkel des Panels kann von  $0^\circ$  bis  $90^\circ$  variiert und mit einem Winkelmesser bestimmt werden.

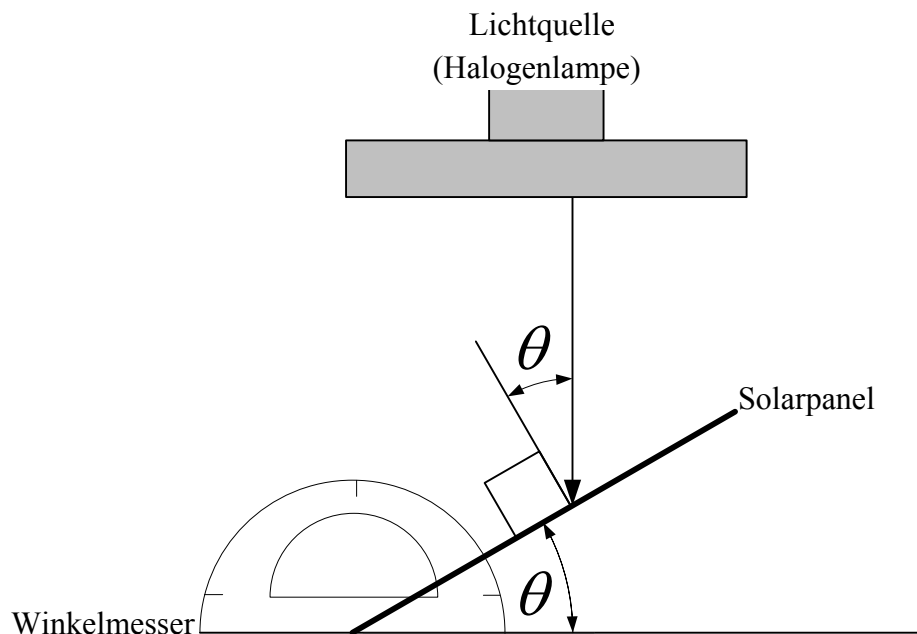


Abbildung 2

### Vorgehen

1. Mache dich mit dem Aufbau vertraut. Nimm für das gesamte Experiment an, dass der Einfluss des Umgebungslichtes auf die Messungen vernachlässigt werden kann und der Abstand zwischen der Lampe sowie dem Solarpanel auch bei einer Neigung des Panels konstant bleibt.
  - a. Stelle die Höhe der Lampe so ein, dass die Glasscheibe der Lampe einen Abstand von  $(40 \pm 1)$  cm zu der Oberseite des Solarpanels besitzt.
  - b. Stelle den Drehregler des Multimeters so ein, dass damit ein Strom von bis zu 100 mA gemessen werden kann. Schließe das Amperemeter unter Berücksichtigung der richtigen Polarität an das Solarpanel an.

#### **Bevor du weitermachst:**

**Rufe einen Saalassistenten zu dir, der deinen Aufbau begutachtet. (1 Punkt)**

- c. Schalte die Halogenlampe an und stelle sicher, dass das Amperemeter einen Wert anzeigt. **Während des Experimentes darf die Lampe weder angefasst noch verstellt werden.**

- d. Erhöhe die Neigung des Solarpanels, indem du die Unterlage, auf der das Panel befestigt ist, kippst, und überprüfe, dass der vom Amperemeter angezeigte Wert kleiner wird.
  - e. Schalte die Lampe aus und bringe das Solarpanel erneut in eine horizontale Position.
2. Nimm bei erneut eingeschalteter Lampe die von dem Solarpanel erzeugte Stromstärke ( $I_1$ ) bei einer schrittweisen *Erhöhung* des Neigungswinkels ( $\theta$ ) auf. Der Neigungswinkel des Panels soll dabei von  $30^\circ$  bis  $80^\circ$  in gleichen Schritten von  $5^\circ$  verändert werden.
  3. Schalte die Lampe für etwa 5 Minuten aus, damit sich das Solarpanel abkühlen kann.
  4. Nimm bei erneut eingeschalteter Lampe die von dem Solarpanel erzeugte Stromstärke ( $I_2$ ) bei einer schrittweisen *Verringerung* des Neigungswinkels ( $\theta$ ) auf. Der Neigungswinkel des Panels soll dabei von  $80^\circ$  bis  $30^\circ$  in gleichen Schritten von  $5^\circ$  verändert werden.
  5. Schalte die Lampe und das Amperemeter aus.

### Aufgaben

- 1.1 Trage die gemessenen Werte für  $\theta$ ,  $I_1$  und  $I_2$  in Tabelle 1 ein. Trage ebenfalls den Mittelwert von  $I_1$  und  $I_2$  in der mit  $I_{sc}$  bezeichneten Spalte in die Tabelle ein.

**(2,5 Punkte)**
- 1.2 Berechne aus deinen Werten  $\log_{10}(\cos \theta)$  sowie  $\log_{10}(I_{sc})$  und trage diese in die entsprechenden Spalten der Tabelle 1 ein.

**(1 Punkt)**
2. Fertige einen Graphen für  $\log_{10}(I_{sc})$  über  $\log_{10}(\cos \theta)$  an.

**(3 Punkte)**
3. Bestimme mit Hilfe des Graphen den Wert von  $\alpha$  (eine Fehlerabschätzung ist nicht erforderlich).

**(2,5 Punkte)**
4. Verwende die Werte  $I_{sco} = 70 \text{ mA}$  sowie  $G_0 = 1000 \text{ W m}^{-2}$  und bestimme mit Hilfe des Graphen den Wert von  $G_{s0}$ .

**(2,5 Punkte)**
5. In welche Richtung sollte ein Solarpanel, das auf einem Haus in Durban installiert wird, aufgestellt werden? Kreuze die korrekte Antwortalternative in dem Antwortbogen an.

**(0,5 Punkte)**

**Ende des Physikteils**