



## **Achtung!**

**Die ersten 15 Minuten stehen euch als LESEZEIT und zur PLANUNG der experimentellen Aufgaben zur Verfügung.**

**Ihr dürft in dieser Zeit NICHTS AUFSCHREIBEN, auch nicht auf die Aufgabenblätter.**

**Nach 15 Minuten erhaltet ihr die Antwortbögen und es ertönt ein Signal. Jetzt dürft ihr mit der Bearbeitung der Experimente beginnen.**

**Euch stehen dann noch 3 Stunden zum Bearbeiten der Aufgaben zur Verfügung.**



## **Allgemeine Prüfungsregeln**

1. Teilnehmende dürfen keine anderen Hilfsmittel als ihre persönlichen Medikamente oder medizinischen Hilfsmittel mitbringen.
2. Alle Teilnehmenden müssen an dem für sie bestimmten Tisch sitzen.
3. Vor Beginn müssen die Teilnehmenden die von den Organisatoren zur Verfügung gestellten Hilfsmittel und Schreibutensilien überprüfen (Kugelschreiber, Lineal, Taschenrechner).
4. Alle Teilnehmenden müssen die Vollständigkeit der Frage- und Antwortbögen überprüfen. Wenn deine Frage- oder Antwortbögen unvollständig sind, melde dich. Beginne nach dem Ertönen des Signaltons.
5. Während der Prüfung dürfen die Teilnehmenden den Prüfungsraum nur in Notfällen verlassen und auch dann nur in Begleitung einer Prüfungsaufsicht.
6. Die Teilnehmenden dürfen andere Teilnehmende nicht belästigen oder die Prüfung stören. Wenn du Hilfe brauchst, melde dich und die Aufsicht wird dir zur Hilfe eilen.
7. Ihr dürft die Aufgaben nur innerhalb eures Teams diskutieren. 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.
8. Am Ende der Prüfungszeit wird es einen Signalton geben. Ihr dürft nichts mehr auf den Antwortbogen schreiben, nachdem die Zeit abgelaufen ist. Alle Teilnehmenden müssen den Raum leise verlassen nachdem die Antwortbögen eingesammelt wurden.



## Lest die folgenden Anweisungen gründlich durch:

1. Tragt die Schutzbrille, wenn ihr in dem Prüfungsraum seid. Während der Experimente müsst ihr neben der Schutzbrille auch euren Laborkittel und Schutzhandschuhe tragen.
2. Geht vorsichtig mit den Materialien und Chemikalien um.
3. Versucht nicht, die Chemikalien zu probieren oder daran zu riechen.
4. Bei korrekter Handhabung und Entsorgung sind die Chemikalien sehr sicher.
5. Achtet darauf, die Frage- und Antwortblätter von Flüssigkeiten fernzuhalten.
6. Entsorgt Schmierpapier und benutzte Materialien in dem bereitgestellten Abfalleimer.
7. Sollte ein Unfall passieren oder sich jemand (auch nur leicht) verletzen, gebt der Prüfungsaufsicht sofort bescheid.
8. Essen und Trinken ist während der Prüfung streng verboten.
9. Seid umsichtig und sozial, haltet euren Arbeitsplatz sauber. Wenn ihr innerhalb eures Teams diskutiert, unterhaltet euch leise.
10. Ihr dürft den Prüfungsraum nur verlassen, wenn ihr dazu die Erlaubnis erhalten habt. Fragt die Prüfungsaufsicht, wenn ihr die Toilette benutzen wollt.
11. Ihr dürft erst nach Ertönen des Signaltons beginnen.
12. Es stehen 3 Zeitstunden zur Durchführung der Experimente und zur Dokumentation eurer Ergebnisse zur Verfügung. Ihr müsst sofort mit dem Arbeiten aufhören, wenn das Stoppsignal ertönt.
13. Überprüft, dass ihr **3 Fragebögen (jeweils einen zu den Aufgaben A, B und C)** und zu jeder Aufgabe **2 Antwortbögen** habt (einen auf weißem Papier als Arbeitsversion und einen auf gelben Papier für die endgültigen Antworten). Es wird jeweils **nur der gelbe Antwortbogen bewertet**.
14. Verwendet nur die zur Verfügung gestellten Sitze und Taschenrechner.
15. **Schreibt eure ID-Codes auf jede Seite** des endgültigen (gelben) Antwortbogens. Jedes Teammitglied muss auf der ersten Seite des gelben Antwortbogens unterschreiben.
16. Alle Ergebnisse müssen in die entsprechenden Kästchen des Antwortbogens eingetragen werden. **Dinge, die an anderer Stelle stehen, können nicht bewertet werden.**
17. Stellt euer Material nach dem Experimentieren wieder an seinen Platz und reinigt euren Arbeitsplatz.
18. Legt am Ende der Klausur nur den endgültigen (gelben) Antwortbogen auf den Umschlag an eurem Platz. Wartet auf die Prüfungsaufsicht, die den Antwortbogen überprüft und einsammelt.

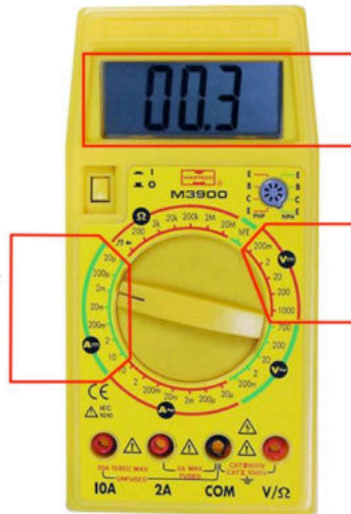
## Experimentelle Klausur



*Das Foto unten zeigt ein Multimeter. Deines kann gelb oder schwarz sein.*

Für die Messung der Stromstärke muss der Wahlschalter in diesem Bereich eingestellt werden.

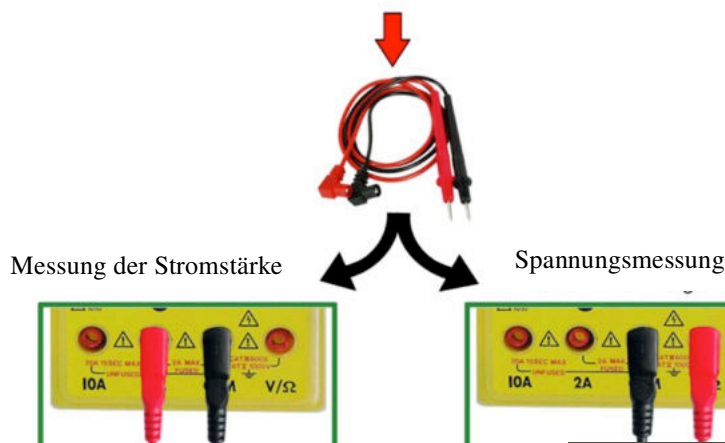
Als kleinsten Messbereich kann man  $2 \mu\text{A}$  einstellen, als größten Messbereich 10 A.



Wird ein Wert von -1 angezeigt, ist der Messbereich falsch eingestellt. Wird der Messbereich zu groß eingestellt, wird die Messung zu ungenau.

In deinen Experimenten darf der Wahlschalter NICHT auf  $A \sim$ ,  $V \sim$  oder  $\Omega$  stehen.

Für die Messung einer Spannung musst du den Wahlschalter in diesem Bereich einstellen.

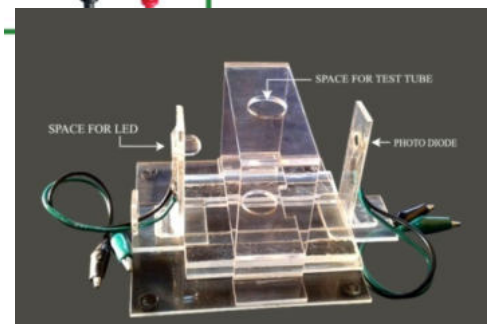


Mache Dich mit der Funktion der Stoppuhr vertraut.



Stoppuhr

1. Drücke MODE, bis der Stoppuhr-Modus erscheint: 0:00 00 (falls noch die Zeit der vorherigen Stoppung angezeigt wird, drücke RESET).
2. Drücke START/STOP, um die Stoppuhr zu starten.
3. Drücke START/STOP, um die Stoppuhr zu stoppen.
4. Drücke SPLIT/RESET, um die Stoppuhr wieder auf Null zurück zusetzen.
5. Drücke zwischen den Einzelmessungen nicht auf MODE.



Messapparatur mit Photodiode

## Experimentelle Klausur A

### Aufgabe A Pendel (14 Punkte)

**Aufgabe** A Diese Aufgabe besteht aus drei Teilaufgaben

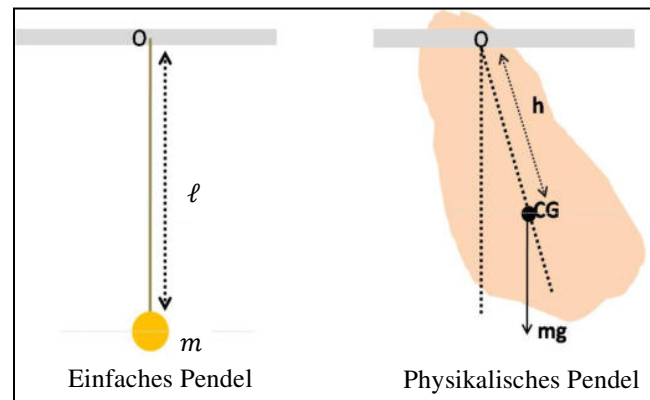
- A1:** Bestimmung des Schwerpunktes der dreieckigen Platte, A
- A2:** Aufnahme der Schwingungsdauern für unterschiedliche Aufhängepunkte
- A3:** Analyse der erhaltenen Daten und Ergebnisse

Ein *einfaches (mathematisches) Pendel* besteht aus einer Punktmasse der Masse  $m$ , die an einem masselosen Faden fester Länge  $\ell$  aufgehängt ist. Der Aufhängepunkt  $O$  ist dabei fest. Für kleine Auslenkungen aus der Ruhelage (wie in der untenstehenden Abbildung) führt die Punktmasse  $m$  eine harmonische Schwingung aus. Die Schwingungsperiode  $T$  beträgt dabei

$$T = 2 \pi \sqrt{\frac{\ell}{g}},$$

wobei  $g$  die Schwerebeschleunigung auf der Erde (Erdbeschleunigung) bezeichnet.

Allgemeiner lassen sich solche Schwingungen bei kleinen Auslenkungen durch ein *physikalisches Pendel*, oder *gedehntes Pendel*, beschreiben. Mit diesem Konzept lässt sich die Bewegung eines starren Körpers der Masse  $m$  mit beliebiger Form und Größe behandeln, der an einem Punkt  $O$  (dem Aufhänge- oder Drehpunkt) aufgehängt ist. Für kleine Auslenkungen führt ein solches physikalisches Pendel harmonische Schwingungen mit einer Periodendauer  $T$  von



$$T = 2 \pi \sqrt{\frac{I_0}{m g h}}$$

aus. Hierbei bezeichnet  $I_0$  das so genannte *Trägheitsmoment* des Körpers für Rotationen um die Drehachse.  $h$  ist der Abstand des Drehpunktes von dem Schwerpunkt (*center of gravity* – **CG**) des Körpers und  $g$  die Schwerebeschleunigung auf der Erde.

## Experimentelle Klausur A

Das **Trägheitsmoment**  $I_0$  ist ein Maß für den Widerstand, den ein Körper gegen eine Rotationsbewegung aufbringt. Es bezieht sich immer auf eine Rotationsachse und hängt von der Form des Körpers ab. Für eine Punktmasse der Masse  $m$ , die um eine Achse in einem Abstand  $r$  von der Masse rotiert, ist  $I_0 = m r^2$ .

In diesem Experiment wird eine dreieckige Metallplatte der Masse  $m$  betrachtet, die in der Ebene der Platte schwingt. Das Trägheitsmoment der Platte bei Rotation um eine Achse durch den Aufhängungspunkt  $O$  lässt sich mit dem so genannten Gyrationradius  $K$  beschreiben durch

$$I = m (K^2 + h^2).$$

Die Periodendauer  $T$  des physikalischen Pendels ist damit

$$T = 2 \pi \sqrt{\frac{K^2 + h^2}{g h}}.$$

Dieser Ausdruck lässt sich schreiben zu  $T = 2 \pi \sqrt{L/g}$ , wobei  $L = K^2/h + h$  die **Länge eines äquivalenten** einfachen Pendels angibt.

Bezeichne mit  $S$  den Punkt, der entlang der Verbindungslinie von  $O$  und  $CG$  auf der anderen Seite des Schwerpunktes  $CG$  liegt und der einen Abstand  $h' = K^2/h$  vom Schwerpunkt besitzt. Dieser Punkt wird als „Oszillationspunkt“ bezeichnet. Die Schwingung um den Aufhängungspunkt  $O$  ist dann äquivalent zu der Schwingung eines Pendels, dessen Masse in dem Punkt  $S$  konzentriert ist.

**Euch stehen die folgenden Materialien zur Verfügung:**

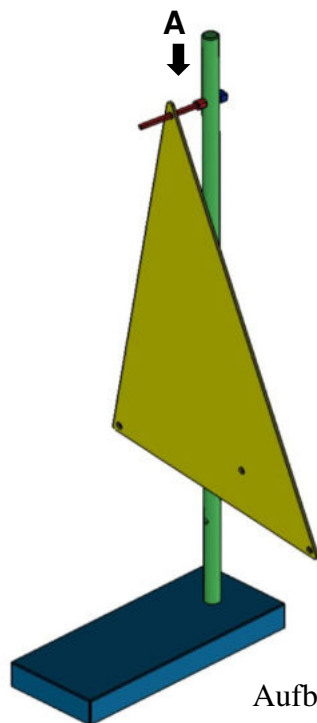
	<b>Anzahl</b>
Stativ mit Fuß	1
Dreieckige Platte	1
Aufhängestange mit Schneide zum Aufhängen	1
Lotfaden	1
Lineal	1
Stoppuhr (wie in Teil B)	1

Experimentelle Klausur 

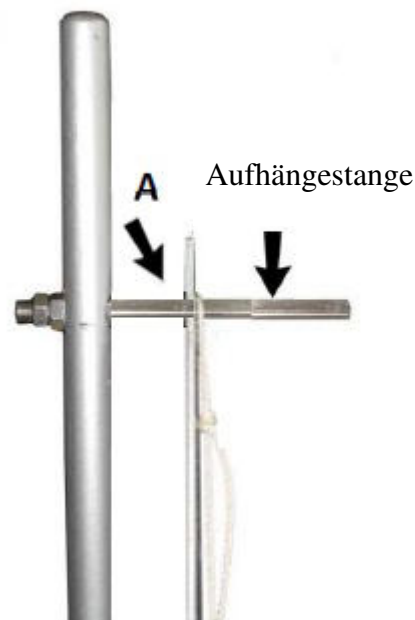
**A1 Bestimmung des Schwerpunktes (CG) der dreieckigen Platte, A**

**Durchführung:**

1. Hänge die dreieckige Platte **A** an der Aufhängestange des Statives auf, indem du diese durch eines der drei Löcher an den Ecken des Dreiecks schiebst (vgl. die Abbildung).



Aufbau des Pendels



2. Achte darauf, dass die Platte in Ruhe ist. Hänge den Lotfaden an die Aufhängestange, indem du die Schlaufe des Fadens, wie in der Abbildung angedeutet über die Stange schiebst. Verwende Lineal und Bleistift, um den geraden Verlauf des Fadens auf der Platte zu markieren.
3. Wiederhole diese Prozedur bei Aufhängung in einem anderen Loch. Der Schnittpunkt der beiden Linien markiert dann den Schwerpunkt CG. Markiere diesen mit dem **Bleistift** durch ein „X“. Zeichne die beiden Linien und den Punkt „X“ auch auf dem beigelegten großen Bogen Papier mit der Zeichnung des Dreiecks ein. Beschrifte den Bogen mit **Sheet 1**. Trage auch die ID-Codes aller Teammitglieder auf dem Blatt ein. **[A-Q1: 1,0 Pkt]**

## Experimentelle Klausur

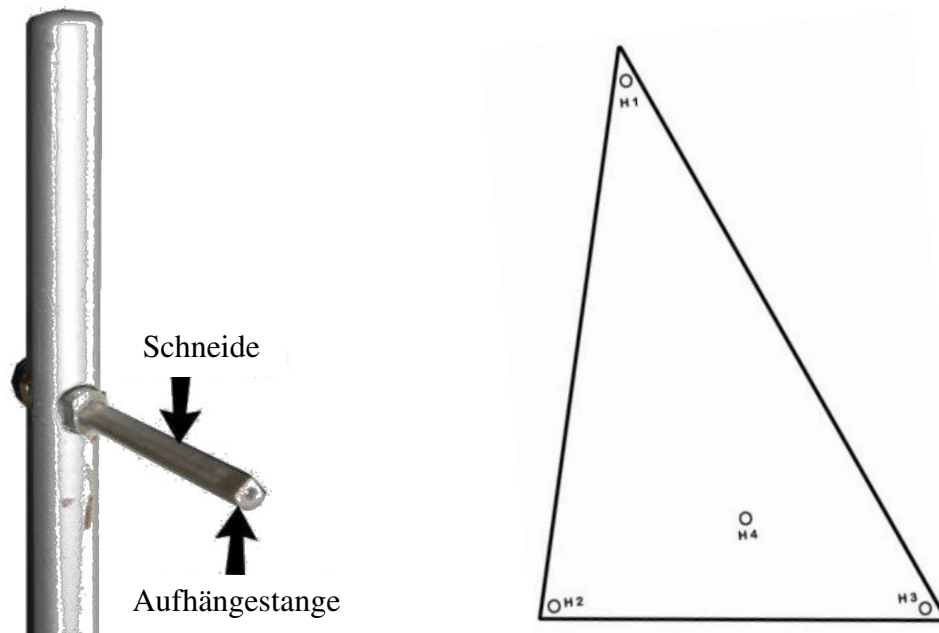
- Hänge die Platte an einem weiteren Loch auf und wiederhole die Schritte 1 bis 2. Die Linie sollte ebenfalls durch CG verlaufen. Zeichne auch diese Linie in den großen Bogen (Sheet 1) ein.

**Achtung:** Die korrekte Bestimmung des Schwerpunktes CG ist sehr wichtig, da ein Fehler zu Folgefehlern bei der Bestimmung von  $h$  in den folgenden Aufgabenteilen führt.

### A2 Aufnahme der Schwingungsdauern für unterschiedliche Aufhängepunkte

#### Durchführung:

- Hänge die dreieckige Platte an der Aufhängestange des Statives in Loch **H1** auf. Achte darauf, dass der Aufhängepunkt etwa in der Mitte der Aufhängestange ist und die Platte auf der Schneide liegt (vgl. die untenstehende Abbildung). Dies ist wichtig, um Reibungsverluste bei der Schwingung und damit Fehler bei der Bestimmung der Periodendauer zu minimieren.



**Achte im Folgenden darauf, Abstände jeweils vom oberen Ende der Löcher zu messen.**



## Experimentelle Klausur



2. Miss den Abstand  $h$  zwischen dem Loch **H1** und dem Schwerpunkt **CG**, den du in dem vorherigen Aufgabenteil bestimmt hast. Verwende dazu das obere Ende des Loches **H1**. Notiere den Abstand in **Tabelle A.1 auf dem gelben Antwortbogen**.
3. Lenke die Platte ein wenig aus der Ruhelage aus und lass sie schwingen. Achte darauf, dass die Schwingung hauptsächlich in der Ebene der Platte erfolgt.
4. Benutze die Stoppuhr, um die Zeit für 50 Schwingungen der Platte zu messen. Führe diese Messung insgesamt 3 Mal durch und notiere deine Messwerte in **Tabelle A.1 auf dem gelben Antwortbogen**.
5. Wiederhole die obigen Schritte für eine Aufhängung in den Löchern **H2**, **H3** und **H4**.

[A-Q2: 4,0 Pkt]

### A3 Analyse der erhaltenen Daten und Bestimmung ...

- a) ... der Schwerebeschleunigung auf der Erde,
- b) des Gyrationradius der Platte für Rotationen um die zur Platte senkrechte Schwerpunktsachse,
- c) der Abstände der entsprechenden Oszillationspunkte vom Schwerpunkt für zwei Aufhängepunkte und
- d) der Längen der äquivalenten einfachen Pendel für diese Aufhängepunkte.

#### Durchführung:

1. Verwende die Daten aus **Tabelle A.1**, um einen Graphen für  $h T^2$  ( $y$ -Achse in  $\text{m s}^2$ ) als Funktion von  $h^2$  ( $x$ -Achse in  $\text{m}^2$ ) in dem vorbereiteten Koordinatensystem im gelben Antwortbogen zu erstellen (**Graph 1**).
2. Zeichne eine Ausgleichsgerade in den Graphen ein und bestimme sowohl dessen Steigung  $s$  als auch dessen  $y$ -Achsenabschnitt  $c$ .

Verwende die Werte von  $s$  und  $c$ , sowie den Ausdruck für die Schwingungsperiode eines physikalischen Pendels, um die Werte von  $g$  (in  $\text{m s}^{-2}$ ) und  $K$  (in  $\text{m}$ ) zu bestimmen. Trage die Werte für  $s$ ,  $c$ ,  $g$  und  $K$  in den **gelben Antwortbogen in die Tabelle A.2** ein.

[A-Q4: 3,0 Pkt]

3. Berechne die Abstände der Oszillationspunkte vom Schwerpunkt **CG** ( $h'$ ) für die Aufhängung in den Löchern **H1** und **H4**. Trage diese in **Tabelle A.3 auf dem gelben**



## Experimentelle Klausur



**Antwortbogen** ein. Markiere die entsprechenden Oszillationspunkte auf dem großen Bogen (**Sheet 1**) und beschrifte sie mit **J1** bzw. **J4**. **[A-Q5: 3,0 Pkt]**

4. Bestimme die Längen  $L$  der entsprechenden äquivalenten einfachen Pendel bei Aufhängung der Platte in den Löchern **H1** und **H4**. Notiere deine Antworten in **Tabelle A.4 auf dem gelben Antwortbogen**. **[A-Q6: 1,0 Pkt]**

**Platz für Notizen**

Experimentelle Klausur **B**

---

**Aufgabe **B** Milch (20 Punkte)**

**Aufgabe **B**** In diesen Experimenten wird folgendes untersucht:

- B1:** Die Pufferkapazität von Milch
  - B2:** Die enzymatische Verdauung von Milchproteinen
  - B3:** Der Calciumgehalt von Milch
- 

**B1 Die Pufferkapazität von Milch**

Indien ist einer der größten Milchproduzenten der Welt. Großen Anteil daran trägt das weltweit größte landwirtschaftliche Förderprogramm *Operation Flood*, welches von **Dr. Verghese Kurien** initiiert und aufrecht erhalten wurde. Für seine *Milliarden-Liter-Idee* erhielt er den Beinamen *Vater der weißen Revolution*.



Milch ist eine Quelle für viele Nährstoffe. Sie besteht aus 87 % Wasser und 13 % in Wasser gelösten oder suspendierten Feststoffen in Form von Proteinen (3,5 %), Kohlenhydraten (4,7 %), Fetten (4,0 %) und Vitaminen / Mineralstoffe (0,8 %). Der am häufigsten vorkommende Milchzucker ist wasserlösliche Lactose. Das Milchfett ist in Form von Tröpfchen in Wasser emulgiert. Das in Milch am häufigsten vorkommende Protein ist Casein, welches als Suspension feiner Partikel, den Casein-Micellen, vorliegt. Jede Micelle besteht aus tausenden von Casein-Molekülen. Die Micellen wiederum werden durch  $\text{Ca}^{2+}$ -Ionen zusammengehalten. Die Casein-Micellen und die Fetttröpfchen geben der Milch ihre weiße Farbe und streuen Lichtstrahlen. Milch ist leicht sauer mit einem pH-Wert zwischen 6,4 und 6,8. Unterhalb eines pH-Wertes von 5 gerinnt Milch. Dann verklumpen die Casein-Moleküle und fallen aus. Milch zeigt gute Puffereigenschaften.

## Experimentelle Klausur B

### Folgende Materialien stehen Dir zur Verfügung:

	Beschriftung	Vorhandene Menge
Milch	<b>Milk</b>	100 mL im Plastikgefäß mit rotem Verschluss
3 %ige Essigsäure-Lösung (Vol %)	<b>AA</b>	10 mL in Probengefäß AA
3 %ige Natriumcarbonat-Lösung (Massenprozent)	<b>SC</b>	10 mL in Probengefäß SC
Wasserflasche	<b>Water</b>	1000 mL in Flasche
Bechergläser, 100 mL	<b>W, Exp</b>	2
Spritze, 20 mL	<b>A</b>	1
Spritze, 1 mL	<b>B, C</b>	2
Indikator-Papier, pH-Bereich 2 bis 10,5		2 Packungen
Waschflasche		1
Glasstab		1
Papierrolle & Abfallbehälter		je 1

### Durchführung

1. Fülle Wasser aus der Wasserflasche in das Becherglas **W**, bis es nahezu voll ist.
2. Überführe 40 mL Wasser mit Hilfe der Spritze **A** in das Becherglas **Exp**.
3. Bestimme mit dem Indikatorpapier den pH-Wert des Wassers in Becherglas **Exp**. Tauche dazu einen Streifen pH-Papier für einige Sekunden in das Wasser. Entferne den Streifen wieder aus dem Wasser und beobachte den Farbwechsel. Vergleiche anschließend die Farbe mit der pH-Farbskala auf der Verpackung. Notiere den pH-Wert in dem Kasten auf **dem gelben Antwortbogen**. **[B.Q1.A: 0,25 Pkt]**
4. Bestimme den pH-Wert der Natriumcarbonat-Lösung im Probenbehälter **SC**. Notiere den pH-Wert in dem Kasten auf **dem gelben Antwortbogen**. **[B.Q1.B: 0,25 Pkt]**

## Experimentelle Klausur



5. Gib mit Spritze **B** ein Volumen von **0,1 mL** Natriumcarbonat-Lösung zu dem Wasser in Becherglas **Exp**. Rühre gut mit dem Glasstab um und bestimme mit dem Indikator-Papier den pH-Wert. Notiere diesen pH-Wert in **in Tabelle B.1 auf dem gelben Antwortbogen**.
6. Gib weiter jeweils 0,1 mL Natriumcarbonat-Lösung hinzu und notiere die zugehörigen pH-Werte **in Tabelle B.1 auf dem gelben Antwortbogen**, bis du einen pH-Wert von 10 erreichst. Notiere außerdem das Gesamtvolumen an zugegebener Natriumcarbonat-Lösung. **[B.Q2: 1,0 Pkt]**
7. Wasche nun Becherglas **Exp** und den Glasstab ab, so dass alle Spuren der vorherigen Lösung entfernt werden. Trockne die Geräte mit den Papiertüchern ab.
8. Gib mit Spritze **A** 40 mL Wasser in das gereinigte Becherglas **Exp**.
9. Bestimme den pH-Wert der Essigsäure-Lösung im Probenbehälter **AA**. Notiere diesen **im Kasten auf dem gelben Antwortbogen**. **[B.Q1.C: 0,25 Pkt]**
10. Gib mit Spritze **C** ein Volumen von **0,1 mL** Essigsäure-Lösung zu dem Wasser in Becherglas **Exp**. Rühre gut mit dem Glasstab um und bestimme mit dem Indikator-Papier den pH-Wert. Notiere diesen pH-Wert in **in Tabelle B.1 auf dem gelben Antwortbogen**.
11. Gib weiter jeweils 0,1 mL Essigsäure-Lösung hinzu und notiere die zugehörigen pH-Werte **in Tabelle B.1 auf dem gelben Antwortbogen**, bis Du einen pH-Wert von 4 erreichst. Notiere außerdem das Gesamtvolumen an zugegebener Essigsäure-Lösung. **[B.Q2: 1,0 Pkt]**
12. Wasche nun Becherglas **Exp** und den Glasstab ab, so dass alle Spuren der vorherigen Lösung entfernt werden. Trockne die Geräte mit den Papiertüchern ab.
13. Gib mit Spritze **A** 40 mL Milch in das gereinigte Becherglas **Exp**.
14. Bestimme mit dem Indikator-Papier den pH-Wert der Milch. Notiere diesen **im Kasten auf dem gelben Antwortbogen**. **[B.Q1.D: 0,25 Pkt]**
15. Gib mit Spritze **B** 0,5 mL Natriumcarbonat-Lösung zu der Milch in Becherglas **Exp**. Rühre gut mit dem Glasstab um und bestimme mit dem Indikator-Papier den pH-Wert. Notiere diesen pH-Wert in **in Tabelle B.2 auf dem gelben Antwortbogen**.
16. Gib weiter jeweils 0,5 mL Natriumcarbonat-Lösung hinzu, bis du in der Milchprobe einen pH-Wert von 10 erreichst.

## Experimentelle Klausur

---

17. Notiere die zugehörigen pH-Werte **in Tabelle B.2 auf dem gelben Antwortbogen**,  
Notiere außerdem das Gesamtvolumen an zugegebener Natriumcarbonat-Lösung.

[B.Q3: 1,0 Pkt]

18. Wasche nun Becherglas **Exp** und den Glasstab ab, so dass alle Spuren der vorherigen  
Lösung entfernt werden. Trockne die Geräte mit den Papiertüchern ab.

19. Gib mit Spritze **A** 40 mL Milch in das gereinigte Becherglas **Exp**.

20. Gib mit Spritze **C** ein Volumen von **0,5 mL** Essigsäure-Lösung zu der Milch in  
Becherglas **Exp**. Rühre gut mit dem Glasstab um und bestimme mit dem Indikator-Papier  
den pH-Wert. Gib weiter jeweils 0,5 mL Essigsäure-Lösung hinzu bis du einen pH-Wert  
von 4 in der Milchprobe erreichst.

21. Notiere die zugehörigen pH-Werte **in Tabelle B.2 auf dem gelben Antwortbogen**.  
Notiere außerdem das Gesamtvolumen an zugegebener Essigsäure-Lösung.

[B.Q3: 1,0 Pkt]

22. Reinige Becherglas **Exp** und den Glasstab. Trockne die Geräte mit Papiertüchern ab und  
halte sie zur Nutzung in der nächsten Aufgabe bereit.

### Fragen

Gib mit Hilfe deiner Befunde aus den **Tabellen B.1** und **B.2** an, ob die beiden folgenden  
Aussagen richtig (T – true) oder falsch (F – false) sind:

- Um den pH-Wert von Milch auf 4 zu senken, benötigt man mehr Essigsäure-  
Lösung, als wenn man den pH-Wert von Wasser auf 4 senken will.
- Um den pH-Wert von Milch auf 10 zu erhöhen, benötigt man weniger  
Natriumcarbonat-Lösung, als wenn man den pH-Wert von Wasser auf 10 erhöhen  
will.

[B.Q4: 1,0 Pkt]

## Experimentelle Klausur



Gibt man Essigsäure-Lösung zu Milch, ändert sich der pH-Wert geringfügiger, als wenn man Essigsäure-Lösung zu Wasser gibt.

Die Ursache dafür ist, dass Bestandteile der Milch

- zu einem Anstieg der Konzentration an  $\text{OH}^-$ -Ionen in der entstehenden Lösung führen.
- einen Anstieg der Konzentration an freien  $\text{H}^+$ -Ionen in der entstehenden Lösung verhindern.
- zu einer Abnahme der Konzentration an  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ -Ionen in der entstehenden Lösung führen.

Notiere den richtige Antwortbuchstaben in dem Kasten **auf dem gelben Antwortbogen**.

**[B.Q5: 1,0 Pkt]**

## Experimentelle Klausur B

### **B2 Enzymatische Verdauung von Milchproteinen**

Messung der Änderung der Trübung von Milch in Folge des Proteinverdaus durch Trypsin, einer Protease.

Zugabe von Trypsin zu einer Milchpulver-Lösung führt zum Abbau des Caseins. Dies führt dazu, dass die Milchpulver-Lösung klar wird. Die Reaktionsgeschwindigkeit kann bestimmt werden, indem du die Zeit misst, bis die Milchpulver-Lösung klar ist. Du führst diese Messung mit einer Photodiode durch. Diese wandelt Licht in elektrischen Strom um, welchen du dann wiederum mit einem digitalen Multimeter messen kannst. Als Lichtquelle wird eine LED (*light emitting diode*) eingesetzt.

**Folgende Materialien stehen dir zur Verfügung:**

	<b>Beschriftung</b>	<b>Vorhandene Menge</b>
Netzteil; 500 mA, 3 V		1
Messapparatur aus Acryl mit Photodiode		1
Weißer LED		1
Digitales Multimeter		1
Probenröhrchen	<b>ED</b>	1
Milch		Wie in Aufgabe B.1
Trypsin	<b>TE</b>	5 mL in einem Probenröhrchen
Wasser		Wie in Aufgabe B.1
Spritze, 1 mL	<b>TE</b>	1
Spritze, 12 mL	<b>W</b>	1
Stoppuhr		1
Tropfpipette		1
Aufkleber / Papier		

**Hinweis: Die weiße LED hat einen weißen Sockel. Die blaue LED hat einen farbigen Sockel.**





### Durchführung

1. Befestige die weiße LED an der vorgesehenen Stelle an dem unbeweglichen Teil der Messapparatur aus Acryl (vgl. die Abbildung in der allgemeinen Einleitung). Fixiere mit Aufkleber / Papier die LED fest in der Halterung.
2. Verbinde die weiße LED mit dem Netzteil, so dass der kürzere Kontakt der LED mit dem schwarzen Draht verbunden ist. Schalte dann das Netzteil ein. Die LED sollte nun hell leuchten.
3. Stelle das Multimeter auf den 2 mA-Strommessbereich.
4. Verbinde die auf dem beweglichen Teil der Messapparatur aus Acryl befestigte Photodiode mit dem Multimeter.
5. Gib mit Hilfe der Spritze **W** 10 mL Wasser in Probenröhrchen **ED**. Benutze Papiertücher, um die Oberfläche von **ED** vollständig zu trocknen. Stelle das Probenröhrchen in die vorgesehene Halterung in der Messapparatur.
6. Stelle sicher, dass das Licht der LED durch die Probenlösung auf die Photodiode fällt und der auf dem Glas aufgedruckte Text nicht im Strahlengang ist.
7. Passe die Position von Photodiode und Probenröhrchen so an, dass die gemessene Stromstärke maximal ist. Dies erreichst du durch vorsichtiges Verschieben der Halterungen von Photodiode und Probenröhrchen. Notiere den maximalen Wert für die Stromstärke  $I_W$  **auf dem gelben Antwortbogen.** [B.Q6.A: 0,5 Pkt]

***Beachte, dass für die folgenden Messungen die Positionen der Photodiode und der Probenhalterung nicht verändert werden dürfen.***

8. Entferne das Probenröhrchen aus der Messapparatur und gieße das Wasser aus.
9. Gib 5 mL Wasser in Probenröhrchen **ED** und füge mit Spritze **W** anschließend 5 mL Milch hinzu. Schüttele die Mischung, indem du vorsichtig gegen das Probenröhrchen klopfst. Trockne die Oberfläche des Probenröhrchen vorsichtig mit Papiertüchern. Stelle das Probenröhrchen vorsichtig in die Halterung der Messapparatur, miss die Stromstärke  $I_0$  und notiere diese **auf dem gelbem Antwortbogen.** [B.Q6.B: 0,5 Pkt]
10. Bereite die Stoppuhr für die folgende Messung vor.
11. Gib mit Hilfe von Spritze **TE** 1 mL Trypsin zu der Milch-Probe im Probenröhrchen. Mische die Lösung sorgfältig mit Hilfe der Tropfpipette. Stelle sicher, dass sich die

## Experimentelle Klausur

---

Halterung für das Probenröhrchen in der gleichen Position befindet, in der du die vorherigen Messungen durchgeführt hast.

12. Starte sofort die Stoppuhr.

13. Lies die Stromstärke in 15-Sekunden-Intervallen ab und notiere die Werte in **Tabelle B.3 auf dem gelben Antwortbogen.**

14. Setze diese Messungen der Stromstärke über einen Zeitraum von insgesamt 7 Minuten fort. **[B.Q7: 2,0 Pkt]**

15. Entsorge die Lösung und reinige das Probenröhrchen.

### Graphische Auswertung

Trage in einem Graphen die Stromstärke gegen die Zeit auf. Nutze dazu das auf dem Antwortbogen gegebene Gitter / "Millimeterpapier". **[B.Q8: 3,5 Pkt]**

### Fragen

Markiere in dem Graphen den Punkt K mit der maximalen Casein-Konzentration, den Punkt L, mit der minimalen Casein-Konzentration und den Punkt M, an dem die Casein-Konzentration mittig zwischen dem Maximal- und dem Minimalwert liegt. **[B.Q9: 1,0 Pkt]**

Bestimme aus dem Graphen die Zeit, die für die Verdauung von 50 % des Caseins benötigt wird, unter der Annahme, dass der Anstieg der Stromstärke sich proportional zur Menge an verdautem Casein verhält und dass die maximale Stromstärke die vollständige Verdauung des Caseins repräsentiert. **[B.Q10: 1,0 Pkt]**

## Experimentelle Klausur B

### B3 Calcium-Gehalt in Milch

Der Calcium-Gehalt in Milch kann durch eine besondere Titration mit **Na<sub>2</sub>EDTA** abgeschätzt werden. Na<sub>2</sub>EDTA reagiert mit Metallionen im Verhältnis 1:1, unabhängig von der Ladung der Metallionen. Indikatoren, die bei solchen Titrationen verwendet werden, nennen sich Metallion-Indikatoren. Der in diesem Versuch verwendete Indikator heißt Eriochrom Schwarz T (**EBT**).

**Folgende Materialien stehen Dir zur Verfügung:**

	Beschriftung	Vorhandene Menge
Mit Trypsin behandelte Milch	<b>CM</b>	In einem 100 mL Messkolben
Wasser		Wie in Aufgabe B.1
Becherglas 100 mL	<b>HM</b>	1
Spritze 10 mL	<b>CM</b>	1
Erlenmeyerkolben 100 mL	<b>HM</b>	1
Pufferlösung, pH = 10	<b>BF</b>	Drei Probenröhrchen à 5 mL mit Schraubverschluss
Tropfpipette		1
Eriochrom Schwarz T-Indikator	<b>EBT</b>	Tropfflasche
Bürette 25 mL (mit Stativ)		1
Na <sub>2</sub> EDTA-Lösung (0,0027 M)	<b>EDTA</b>	80 mL in einer Plastikflasche
Trichter		1

## Experimentelle Klausur

---

### Durchführung:

1. Befülle mit Hilfe des Trichters die Bürette mit  $\text{Na}_2\text{EDTA}$ -Lösung.
2. Notiere das Startvolumen der Bürette in **Tabelle B.4 auf dem gelben Antwortbogen**.
3. Verdünne die mit Trypsin behandelte Milch im Messkolben **CM**, indem du bis zur Markierung mit Wasser auffüllst. Verschließe den Kolben mit dem Stopfen und homogenisiere durch Schütteln.
4. Gib die Lösung in Becherglas **HM**.
5. Überführe mit der Spritze **CM** 10 mL der homogenisierten Lösung in den Erlenmeyerkolben **HM**.
6. Gib mit Spritze **W** 10 mL Wasser dazu.
7. Gib nun aus *einem* der Probenröhrchen **BF** die gesamte Menge an Pufferlösung dazu.
8. Gib genau 5 Tropfen **EBT**-Indikator-Lösung aus der Tropfflasche hinzu. Dabei wird sich die Lösung rot bzw. rosa-rot färben.
9. Titriere die Lösung im Erlenmeyerkolben **HM** nun mit  $\text{Na}_2\text{EDTA}$ -Lösung aus der Bürette. Dabei wird sich die Lösung zunächst violett färben. Der Endpunkt der Titration ist genau dann erreicht, wenn ein Farbumschlag nach blau erfolgt.
10. Notiere das Endvolumen der Bürette in **Tabelle B.4 auf dem gelben Antwortbogen**.
11. Führe zwei weitere Titrations durch.
12. Notiere alle deine Messwerte in **Tabelle B.4 auf dem gelben Antwortbogen**.
13. Berechne die Differenzen der Bürettenstände bei den Titrations I, II und III und notiere diese Werte in **Tabelle B.4 auf dem gelben Antwortbogen**.
14. Berechne den Mittelwert des Verbrauchs aus den Titrations.

[B.Q11: 3,5 Pkt]


### Frage

Berechne die Masse (in mg) an  $\text{Ca}^{2+}$ -Ionen in 10 mL verdünnter Lösung (die Atommasse von Calcium beträgt 40 u).

[B.Q12: 1,0 Pkt]

## Experimentelle Klausur

### Aufgabe Tomaten (6 Punkte)

**Aufgabe ** In diesem Experiment wird Lycopin aus Tomaten extrahiert und dessen Absorption untersucht

Tomaten sind eine Hauptzutat von Pizza. Tomaten haben zwei Hauptinhaltsstoffe, Lycopin und  $\beta$ -Carotin, welche als Antioxidantien sehr gut für die Gesundheit sind. Diese Stoffe sind in Öl löslich jedoch nicht in Wasser, deshalb werden Tomaten in vielen Ländern in Öl gekocht. Rote Tomaten können bis zu 50 mg Lycopin je Kilogramm Tomaten enthalten.

Um Lycopin in Tomaten nachzuweisen, wird Tomatenkonzentrat mit einem Lösungsmittel aus Petrolether und Ethanol extrahiert. Dazu muss die Lösung einige Zeit ruhen. Die lycopinreiche Lösung setzt sich ab, wobei zwei nicht mischbare Phasen entstehen. Der Überstand wird vorsichtig abgenommen und das noch enthaltene Wasser mit Magnesiumsalzen entfernt, welche hygroskopisch sind.

**Du hast folgende Materialien zur Verfügung:**

	Beschriftet mit...	Anzahl
Tomatenkonzentrat	<b>TP</b>	Im 50 mL Becherglas
Extraktionsmittel	<b>ES</b>	(20 mL) in 50 mL Röhrchen
Wasserfreies Magnesiumsulfat	<b>MgSO<sub>4</sub></b>	(1,5 g) in einem Plastikbehälter
Natriumchlorid	<b>NaCl</b>	In einem Plastikbehälter
Teströhrchen mit Stopfen	<b>FL</b>	1
Teströhrchen	<b>Ab, UL</b>	2
Trichter		1
Glasstab		1
Filterpapier		3
12 mL Spritze	<b>SS</b>	1
Waschflasche		1

## Experimentelle Klausur



LED und Photodiode in der Messapparatur aus Acryl		1
50 mL Becherglas	<b>SS</b>	1
Reaktionsgefäßständer		1
Blaue LED		1
Beutel mit Acrylhalter für die Teströhrchen	<b>Collar</b>	
Tropfpipette		
Multimeter		wie in Aufgabe B

### Durchführung

1. **Benutze die Messapparatur, die du in Aufgabe B2 verwendet hast.** Setze eine weiße LED und eine Photodiode in die dafür vorgesehenen Halterungen.
2. Nutze eine Tropfpipette, um das Teströhrchen **Ab** zur Hälfte mit Lösungsmittel aus dem Röhrchen **ES** zu befüllen.
3. Benutze den Acrylhalter **Collar**, um das Teströhrchen **Ab** in der Messapparatur zwischen der LED und der Photodiode zu platzieren, wie es in der Abbildung gezeigt ist.
4. Positioniere die Photodiode mit dem Halter und das Teströhrchen so, dass du eine maximale Stromstärke in der Photodiode messen kannst, die mit dem Multimeter verbunden ist (wie in **Aufgabe B2**). Achte darauf, dass die Beschriftung des Teströhrchens das Licht im Strahlengang nicht stört.
5. Messe die maximale Stromstärke  $I_s$ , und notiere den Wert in **Tabelle C.1 im gelben Antwortbogen**.
6. Ersetze die WEIßE LED durch die BLAUE LED, **ohne die Position der Teströhrchenhalterung oder der Photodiode zu verändern**. Miss die maximale Stromstärke  $I_s$  und notiere den Wert in **Tabelle C.1 im gelben Antwortbogen**.
7. Überführe das gesamte Lösungsmittel zurück in das Röhrchen **ES**.

**Achtung:** *Verändere auf keinen Fall die Position der Photodiode und der Teströhrchenhalterung, um später vernünftige Messergebnisse zu erhalten.*



Extrahiere nun Lycopene aus dem Tomatenkonzentrat. Gehe wie folgt vor:

8. Überführe das gesamte Lösungsmittel aus dem Röhrchen **ES** in das Becherglas **TP** mit dem Tomatenkonzentrat. Rühre das Gemisch mit dem Glasstab gut durch und lasse es danach 2-3 min ruhen. Wasche den Glasstab für eine spätere Verwendung ab.
9. Filtriere die Lösung vorsichtig mit Hilfe eines Trichters und Filterpapier in das Teströhrchen **FL**. Die rote klare Lösung in Teströhrchen **FL** ist der unreine Lycopeneextrakt.
10. Herstellung einer gesättigten NaCl-Lösung: Gib ungefähr 20 mL Wasser in Becherglas **SS** mit Hilfe der Spritze **SS**. Gib alles NaCl aus dem Behälter **NaCl** in das Becherglas und rühre mit dem Glasstab gut um. Ein geringer Anteil des Salzes löst sich dabei nicht auf.
11. Benutze die Spritze **SS** und überführe 10 mL der gesättigten NaCl-Lösung in das Teströhrchen **FL** mit dem Lycopeneextrakt. Setze den Stopfen auf das Röhrchen und schüttele es vorsichtig.
12. Stelle das Röhrchen in den Reagenzglashalter. Die Flüssigkeit sollte sich innerhalb von ca. einer Minute in zwei Phasen auftrennen.
13. Benutze die Plastiktropfpipette und nimm vorsichtig den farbigen Überstand ab. Überführe diesen in das Teströhrchen **UL**.
14. Gib das gesamte wasserfreie  $\text{MgSO}_4$  aus dem Behälter **MgSO<sub>4</sub>** in das Teströhrchen **UL** und schüttele es vorsichtig, damit Wasser von dem Salz absorbiert werden kann.
15. Die gelb-rote Lösung in Teströhrchen **UL** ist der reine Lycopeneextrakt.

Nun soll ein Vergleich der Absorptionen von Lösungsmittel und Lycopene-Extrakt durchgeführt werden.

16. Platziere das Teströhrchen **UL** in der Messapparatur.
17. Verwende die blaue LED zur Messung der Stromstärke  $I_l$ , mit Hilfe des Multimeters. Notiere den Wert in **Tabelle C.1 im gelben Antwortbogen**.
18. Ersetze die blaue LED durch die weiße LED.
19. Miss die maximale Stromstärke und notiere den Wert in **Tabelle C.1 im gelben Antwortbogen**.
20. Bestimme aus deinen Ergebnissen für jeden der obigen Fälle den Prozentsatz des transmittierten Lichts  
**[C-Q1: 3,5 Pkt]**

## Experimentelle Klausur



### Fragen

Wenn das Teströhrchen **Ab** mit dem Lösungsmittel aus dem Strahlengang zwischen Photodiode und LED entfernt wird,

- a) wird die gemessene Stromstärke geringer sein als  $I_s$ .
- b) wird die gemessene Stromstärke größer sein als  $I_s$ .
- c) wird die gemessene Stromstärke genauso groß sein wie  $I_s$ .

Schreibe die korrekte Antwort in das entsprechende Feld im gelben Antwortbogen.

**[C-Q2: 1,0 Pkt]**

Was kannst du aus *deinen experimentellen Beobachtungen über transmittiertes Licht ableiten?*

Gib deine Antworten als JA (Y) oder NEIN (N) **im gelben Antwortbogen an.**

- a) Lycopen absorbiert mehr blaues Licht relativ zu anderen Bereichen des sichtbaren Spektrums.
- b) Lycopen absorbiert vorrangig Licht im roten und gelben Bereich des sichtbaren Spektrums.
- c) Lycopen ist ein Antioxidationsmittel.
- d) Rote und gelbe Anteile des Spektrums werden weniger stark absorbiert im Vergleich zu blauen Anteilen des sichtbaren Spektrums.
- e) Blaues Licht kann die Lösung besser als rotes Licht durchdringen.
- f) Lycopen absorbiert Licht gleichmäßig über das gesamte sichtbare Spektrum.

**[C-Q3: 1,5 Pkt]**



*Das Foto unten zeigt ein Multimeter. Deines kann gelb oder schwarz sein.*

Für die Messung der Stromstärke muss der Wahlschalter in diesem Bereich eingestellt werden.  
Als kleinsten Messbereich kann man 2  $\mu$ A einstellen, als größten Messbereich 10 A.



Wird ein Wert von -1 angezeigt, ist der Messbereich falsch eingestellt. Wird der Messbereich zu groß eingestellt, wird die Messung zu ungenau.

In deinen Experimenten darf der Wahlschalter NICHT auf A~, V~,  $\Omega$  stehen.

Für die Messung einer Spannung musst du den Wahlschalter in diesem Bereich einstellen.



Messung der Stromstärke

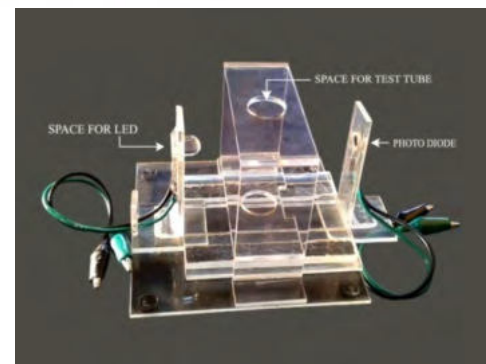


Spannungsmessung



Mache Dich mit der Funktion der Stopp-Uhr vertraut.

1. Drücke MODE, bis der Stopp-Uhr-Modus erscheint: 0:00 00 (falls noch die Zeit der vorherigen Stoppung angezeigt wird, drücke RESET).
2. Drücke START/STOP, um die Stopp-Uhr zu starten.
3. Drücke START/STOP, um die Stopp-Uhr zu stoppen.
4. Drücke SPLIT/RESET, um die Stopp-Uhr wieder auf Null zurück zusetzen.
5. Drücke zwischen den Einzelmessungen nicht auf MODE.



*Stopp-Uhr*

*Messapparatur mit Fotodiode*