

Name: \_\_\_\_\_

Schule: \_\_\_\_\_

Klasse: \_\_\_\_\_

# 11. Lëtzebuerger Naturwëssenschaftsolympiad



## Halbfinale

11/12/2017

### Vorgaben

- Du hast 3 Stunden Zeit, um die Fragen zu bearbeiten.
- Insgesamt sind 150 Punkte zu erzielen, 50 pro Fachgebiet.
- Es gibt keine Punktabzüge für falsche Antworten.
- Du kannst auf Deutsch oder Französisch antworten.
- Taschenrechner sind als Hilfsmittel erlaubt.
- Alle Antworten sind auf diesen Blättern zu vermerken.
- Ihr dürft Notizpapier nutzen, dieses wird nicht bewertet.

Resultat Biologie:	Resultat Chemie:	Resultat Physik:

## Teil 1: Biologie

### Aufgabe 1.1: Zellen

/ 9 P.

Bei folgender Abbildung handelt es sich um eine lichtmikroskopische Aufnahme von einer Zelle bei 1250-facher Vergrößerung.



- a. Fertige eine wissenschaftliche Zeichnung von dieser Zelle an und beschrifte alle Bestandteile. (5 P.)

- b. Handelt es sich um eine Pflanzen- oder um eine Tierzelle? Begründe deine Antwort. (2 P.)

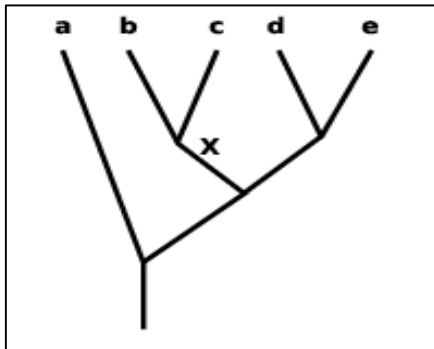
- c. Welche Bestandteile der Zelle kann man mit Lugol (Iodlösung) anfärben? Weshalb? (2 P.)

### Aufgabe 1.2: Abstammung

/ 5 P.

Ordne folgende Arten in den abgebildeten Stammbaum ein, so dass die Verwandtschaftsbeziehungen korrekt wiedergegeben werden.

X: Entwicklung von Haaren aus Keratin.



- Rotes Riesenkänguruh (*Macropus rufus*)
- Nilkrokodil (*Crocodylus niloticus*)
- Bartgeier (*Gypaetus barbatus*)
- Löwe (*Panthera leo*)
- Teichfrosch (*Rana esculenta*)

a

b

c

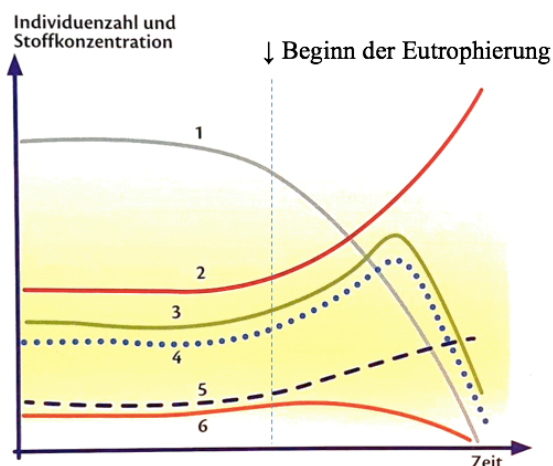
d

e

### Aufgabe 1.3: Eutrophierung

/ 11 P.

Bei der Eutrophierung (= Überbelastung eines Gewässers mit Nährstoffen) eines Sees verändern sich mit den abiotischen Faktoren auch die Populationsdichten der Organismen. Die Veränderungen werden in folgender Grafik vereinfacht dargestellt.



Folgende Begriffe passen zu den abgebildeten Linien 1-6.

- Aerobe Zersetzer (Destruenten)
- Anaerobe Zersetzer (Destruenten)
- Produzenten
- Sauerstoffgehalt
- Konsumenten
- Eintrag von Nährsalzen (Dünger)

- a.** Ordne die oben genannten Begriffe der entsprechenden Linien in folgende Tabelle ein und erläutere kurz ihren Kurvenverlauf. Kleiner Tipp: Fange mit der Entwicklung des Nährstoffeintrags und der entsprechenden Veränderung der Sauerstoffkonzentration an ... (9 P.)

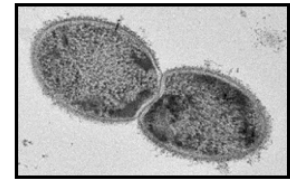
Linie	Begriff	Erklärung/Begründung
1		
2		
3		
4		
5		
6		

- b.** Welche 2 Lösungen schlägst du aus Naturschutzsicht vor, um das Gewässer zu retten? (2 P.)

**Aufgabe 1.4: Historische Versuche von F. Griffith (1928), O. Avery und C. McLeod (1944) / 15 P.**

Die Versuche dieser drei Forscher waren grundlegend für das Verständnis des Zusammenhangs zwischen Molekülen und dem Sitz der Erbinformation innerhalb der Zelle. Bis zu diesem Zeitpunkt war man davon ausgegangen, dass die Erbinformation in Proteinen gespeichert ist.

Das Versuchsobjekt waren Bakterien (sogenannte Kokken), welche bei Säugetieren eine oft tödlich verlaufende Lungenentzündung auslösen können.



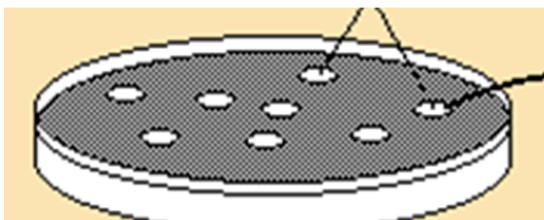
S-Pneumokokken (TEM, x 20 000)

Die erstmals von Griffith ausgewählten Streptokokken kommen natürlicherweise in zwei Formen vor:

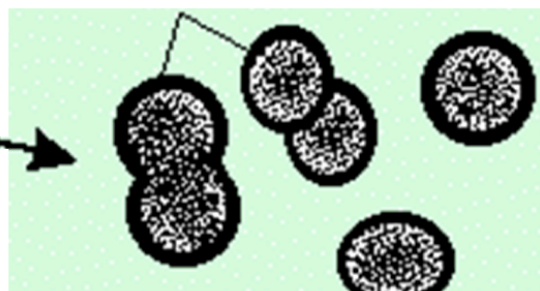
**Smooth (S)**

- bildet Kolonien mit glatter Oberfläche auf einem Nähr-Agar;
- löst tödliche Lungenentzündung aus;
- Bakterien sind durch spezielle Schleimkapsel geschützt und daher für das Immunsystem des infizierten Tiers nicht erkennbar.

Glatte Oberfläche  
der Bakterienkolonie



Schleimige Bakterienkapsel

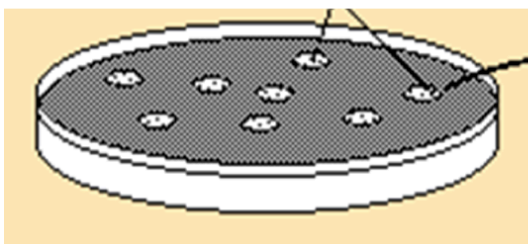


TEM x 12 000

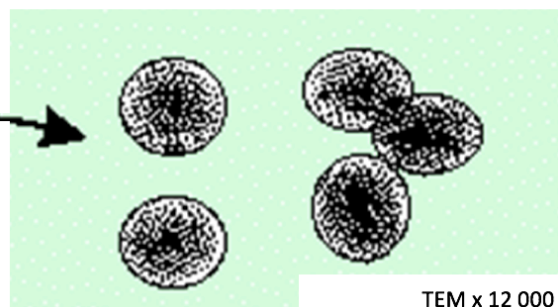
**Rough (R)**

- bildet Kolonien mit rauer Oberfläche auf einem Nähr-Agar;
- harmlos, löst keine Krankheit aus.

Raue Oberfläche  
der Bakterienkolonie



Bakterien ohne Schleimkapsel



TEM x 12 000

Griffith behandelte Mäuse mit beiden Streptokokken-Stämmen. Dabei führte er vor dem eigentlichen Experiment folgende Kontrollen durch (Kontrollversuche 1, 2 und 3). Die Versuchstiere werden jeweils injiziert mit:

- S-Stamm
- R-Stamm
- hitzebehandelter (abgetöteter) S-Stamm

Im Experiment (4) mischte Griffith den hitzebehandelten und damit abgetöteten S-Stamm mit den unbehandelten (lebenden) R-Bakterien und staunte nicht schlecht!

Erst rund 20 Jahre später unternahmen die Forscher Avery und McLeod Zusatzexperimente (5 und 6), um die Resultate von Griffith Versuch zu verstehen.

Kontrollversuche von Griffith		Maus nach Behandlung	Blutanalyse
1	<p>lebende S-Pneumokokken</p>	stirbt	<p>zahlreiche S-Pneumokokken im Blut</p>
2	<p>lebende R-Pneumokokken</p>	überlebt	Keine Pneumokokken im Blut
3	<p>zerstörte Bakterienkapsel hitzebehandelte S-Pneumokokken</p>	überlebt	Keine Pneumokokken im Blut
<b>Experiment von Griffith</b>			
4	<p>abgetötete S-Pneumokokken + lebende R-Pneumokokken</p>	stirbt	<p>zahlreiche S-Pneumokokken im Blut</p>
<b>Zusatzexperimente von Avery, McLeod</b>			
5	<p>Abgetötete S-Pneumokokken ohne S-DNA + lebende R-Pneumokokken</p>	Überlebt	Keine Pneumokokken im Blut
6	<p>lebende R-Pneumokokken + DNA von S-Pneumokokken</p>	stirbt	<p>zahlreiche S-Pneumokokken im Blut</p>

a. Werte jeden dieser 5 Versuche aus. (10 P.)

Auswertung der Versuche:	
1	
2	
3	
4	
5	

- b.** Beschreibe einen weiteren Versuch, der erlaubt hätte, die Eiweiße (Proteine) als Träger der Erbinformation auszuschließen. Welches Resultat hättest du erwartet und was hätte dieser Versuch bedeutet (Auswertung). (5 P.)







	<b>Mein Zusatzversuch</b>	<b>Maus nach Behandlung</b>	<b>Blutanalyse</b>
6			
6	<b>Auswertung:</b>		













**Aufgabe 1.5: Bestimmung von Vorratsschädlingen****/ 10 P.**

Bestimme zwei Vorratsschädlinge anhand des folgenden Bestimmungsschlüssels. Schreibe die jeweils einzelnen Bestimmungsschritte auf.

**Bestimmungsschlüssel:**

1	Kopf mit deutlich abstehendem Rüssel Rüsselkäfer		►2
1*	Kopf ohne Rüssel		►4
2	Körperlänge ca. 3 mm, schmal, mittel- bis dunkelbraun mit oder ohne orangene Flecken auf den Flügeldecken		►3
2*	Deutlich größer oder kleiner, oder anders gefärbt → andere Rüsselkäfer		
3	Flügeldecken mit vier orangenen Flecken → Reis- oder Maiskäfer – <i>Sitophilus oryzae</i> oder <i>Sitophilus zeamais</i>		
3*	Flügeldecken einfarbig dunkelbraun → Kornkäfer – <i>Sitophilus granarius</i>		
4	Kopf in Aufsicht unter einem kapuzenförmigen Halsschild versteckt		►5
4*	Kopf in Aufsicht frei sichtbar		►7
5	Fühler dünn schnurförmig, Käfer messingfarben → Messingkäfer – <i>Niptus hololeucus</i>		
5*	Fühler mit verbreiterten Gliedern, Käfer braun		►6

6	Flügeldecken mit deutlichen Punktreihen → Brotkäfer – <i>Stegobium paniceum</i>	 Flügeldecke von <i>Stegobium paniceum</i> (Foto von M. Schöller); Borsten wurden entfernt um Punktreihen deutlicher erkennbar zu machen	
6*	Punktierung der Flügeldecken wirr, einzelne Punkte schwer erkennbar, nicht in Reihen geordnet → Tabakkäfer – <i>Lasioderma serricorne</i>	 Flügeldecke von <i>Lasioderma serricorne</i> (Foto von M. Schöller); Borsten wurden entfernt um Punktierung deutlicher erkennbar zu machen	
7	Halsschild rechteckig, seitlich mit oder ohne Zähnchen		► 8
7*	Halsschild trapezförmig, nach vorn verengt, seitlich ohne Zähnchen		► 9
8	Halsschildseitenrand mit 4 bis 6 Zähnchen → Getreideplattkäfer – <i>Oryzaephilus surinamensis</i>		
8*	Halsschildseitenrand glatt, Käfer rotbraun → Reismehlkäfer – <i>Tribolium spp.</i>		
9	Fühler lang, fadenförmig, Flügeldecken glatt, Käfer rotbraun, blasig aufgetrieben mit spinnenartigem Aussehen → Kugelkäfer – <i>Gibbium psylloides</i>		
9*	Fühler mit Keule, Flügeldecken beborstet oder beschuppt		► 10

10	Käfer kleiner 4 mm			► 11
10*	Käfer größer 4 mm → Andere Speckkäfer – Gattung <i>Dermestes</i>			
11	Körperumriss langoval, Halsschild dunkelbraun → Pelzkäfer – <i>Attagenus spp.</i>			
11*	Körperumriss kurzoval, Halsschild und Flügeldecken hellbraun und weiß gescheckt → Wollkrautblütenkäfer und Verwandte – <i>Anthrenus spp.</i>			

Um welche Vorratsschädlinge handelt es sich hierbei?

**Vorratsschädling 1**



Bestimmungsetappen:

Name:

**Vorratsschädling 2**



Bestimmungsetappen:

Name:

## Teil 2: Chemie

### Die Essigsäure

Essig findet seit vielen Jahrhunderten Verwendung als Lebensmittelzusatz, aber erst seit Mitte des 19. Jahrhunderts konnte der chemische Stoff bestimmt werden, welcher im Essig gelöst ist: **die Essigsäure**. Essigsäure gehört zu den Chemikalien, die sowohl im Haushalt als auch in der Technik und im Labor eine große Bedeutung haben. So wird sie z. B. benutzt zur Herstellung von Kunststoffen, Duftstoffen und Medikamenten. Auch die Salze der Essigsäure finden ihre Verwendung in der chemischen Industrie, wie z. B. Aluminiumacetat, das zur Imprägnierung genutzt wird.

### Steckbrief der Essigsäure:

Name: Essigsäure, Ethansäure, Eisessig

Summenformel:  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$

Dichte (masse volumique):  $1,05 \text{ g/cm}^3$

Schmelztemperatur:  $16,6^\circ\text{C}$

Siedetemperatur:  $118^\circ\text{C}$

Geruch: stechend

Farbe: farblos

Löslichkeit: gut wasserlöslich

Gefahr: ätzend, brennbar

**Die folgenden Aufgaben zur Essigsäure können größtenteils unabhängig voneinander gelöst werden.**

### Aufgabe 2.1: Essigsäure als Lebensmittelzusatz

/ 1 P.

Essigsäure wird auf Lebensmittelverpackungen, mit der E-Nummer **E260** angegeben. Welche Rolle spielt Essigsäure in Lebensmitteln? Kreuze **alle** richtigen Antworten an.

- ☐ Emulgator
- ☐ Farbstoff
- ☐ Festigungsmittel
- ☐ Geschmacksverstärker
- ☐ Konservierungsmittel
- ☐ Säuerungsmittel
- ☐ Stabilisator
- ☐ Verdickungsmittel

**Aufgabe 2.2: Essig****/ 11 P.**

Haushalts- oder Speiseessig ist eine wässrige Lösung, die 5-7% Essigsäure sowie Aromastoffe enthält. Essigessenz ist eine 25%ige Essigsäure-Lösung, d. h. Essig kann man durch Verdünnen der Essigessenz erhalten.

**Erklärungen:**

- Der **Massenanteil**  $w$  gibt an, welchen Anteil die Masse des gelösten Stoffs an der Gesamtmasse der Lösung hat. Der Massenanteil wird in Prozent angegeben.

$$w = \frac{m(\text{gelöster Stoff})}{m(\text{Lösung})} \cdot 100 \quad (\text{„Einheit“: \%})$$

- Die **Massenkonzentration** (= concentration massique)  $\beta$  (Beta) gibt die Masse des gelösten Stoffs an, die in einem Liter Lösung enthalten ist.

$$\beta = \frac{m(\text{gelöster Stoff})}{V(\text{Lösung})}$$

- Ein **Mol** ist eine Stoffportion, die  $6,022 \cdot 10^{23}$  **Teilchen** (Moleküle, Atome, Ionen usw.) enthält.
- Die Masse eines Mols, die **molare Masse**  $M$ , kann man mithilfe des Periodensystems bestimmen, wenn man die Formel des Stoffes kennt:

Beispiele:

- Molare Masse von Sauerstoff: Im Periodensystem findet man:  $^{16,0}_{8}\text{O} \rightarrow M(\text{O}) = 16,0 \text{ g/mol}$
- Molare Masse von Eisen: Im Periodensystem findet man:  $^{55,8}_{26}\text{Fe} \rightarrow M(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g/mol}$
- Molare Masse von Eisen(III)-oxid: Formel:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$   
 $M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \cdot M(\text{Fe}) + 3 \cdot M(\text{O}) = 2 \cdot 55,8 + 3 \cdot 16,0 = 159,6 \text{ g/mol}$
- Die **Stoffmenge**  $n$  (frz. quantité de matière) entspricht der Anzahl an Mols in einer bestimmten Stoffportion:

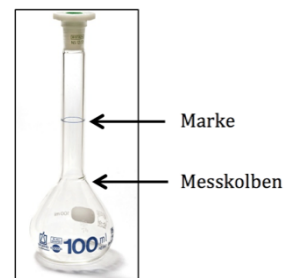
$$n = \frac{m}{M} \quad (\text{Einheit: mol})$$

- Die **Stoffmengenkonzentration** (frz. concentration molaire)  $c$  gibt die Stoffmenge des gelösten Stoffs an, die in einem Liter Lösung enthalten ist.

$$c = \frac{n(\text{gelöster Stoff})}{V(\text{Lösung})} \quad (\text{Einheit: mol/L})$$

Ein wichtiger Vorgang bei der Laborarbeit ist das Verdünnen von Lösungen. Dazu benutzt man einen Messkolben (= fiole jaugée).

Beispiel: man gibt 10 mL einer 0,1 mol/L Salzsäure-Lösung in einen 100 mL-Messkolben und füllt den Messkolben bis zur Marke mit destilliertem Wasser auf. Dann erhält man 100 mL einer Lösung mit einer Stoffmengenkonzentration von 0,01 mol/L.



45000 mg Apfelessig enthalten 2,38 g Essigsäure. Die Dichte des Apfelessigs beträgt 1 g/mL. Gib bei jedem Schritt den Rechenweg an und achte auf die richtige Einheit.

- a. Berechne den Massenanteil an Essigsäure im Apfelessig. (2 P.)
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- b. Berechne das Volumen dieses Apfelessigs. (2 P.)
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- c. Berechne die Massenkonzentration an Essigsäure dieses Apfelessigs in g/L. (2 P.)
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- d. Berechne die Stoffmenge an Essigsäure in diesem Apfelessig. (3 P.)
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- e. Berechne die Stoffmengenkonzentration an Essigsäure dieses Apfelessigs in mol/L. (2 P.)

### **Aufgabe 2.3: Essigessenz**

**/ 6 P.**

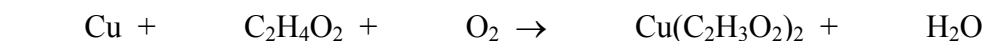
- a. Welche Masse an Essigsäure ist in 0,45 L 25%iger Essigessenz gelöst? Die Dichte der Essigessenz beträgt ungefähr 1 g/mL. Gib den Rechenweg an. (3 P.)

- b. Wie viele Flaschen Haushaltsessig (5%) von 0,75 L lassen sich durch Verdünnen mit Wasser aus einer Flasche Essigessenz gewinnen? Die Dichte des Essigs beträgt auch 1 g/mL. Gib den Rechenweg an. (3 P.)

**Aufgabe 2.4: Bildung von Grünspan****/ 2 P.**

Reagiert Essigsäure mit Kupfer, so bildet sich mithilfe des Luftsauerstoffs Kupfer(II)-acetat ( $\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ ), dabei handelt es sich um einen blaugrünen Feststoff. Dieser wird auch als Grünspan bezeichnet. Grünspan entsteht daher auch beim Aufbewahren von essighaltigen Speisen in Kupfergefäßen.

Gleiche die folgende Gleichung zur Bildung des Grünspans aus. (équilibrer)

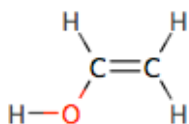
**Aufgabe 2.5: Verbrennung von Essigsäure****/ 8 P.**

- a. Bei der Verbrennung von Essigsäure entstehen Wasser und Kohlenstoffdioxid. Formuliere die Reaktionsgleichung. (3 P.)
- b. Berechne die Masse an Wasser, die entsteht, wenn 15 g Essigsäure verbrannt werden. Gib den Rechenweg an. (5 P.)

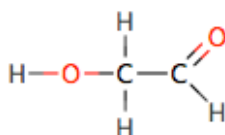
**Aufgabe 2.6: Struktur des Essigsäuremoleküls****/ 5 P.**

Das Essigsäuremolekül besteht aus zwei Kohlenstoff-, vier Wasserstoff- und zwei Sauerstoffatomen. Dies kann man mit der Summenformel  $C_2H_4O_2$  zum Ausdruck bringen.

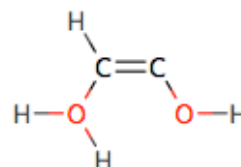
- a. Wenn man nun weiß, dass sich ein Sauerstoffatom zweimal, ein Kohlenstoffatom viermal und ein Wasserstoffatom ein einziges Mal mit einem anderen Atom verbinden kann, wie könnte dann die richtige Strukturformel des Essigsäuremoleküls aussehen? (1 P.)



A



B

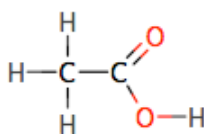


C

- b. Welche Fehler verstecken sich in den beiden anderen Vorschlägen? (2 P.)
- c. Finde eine weitere mögliche Strukturformel, die weder unter Aufgabe 2.6 noch unter Aufgabe 2.7 abgebildet ist! (2 P.)

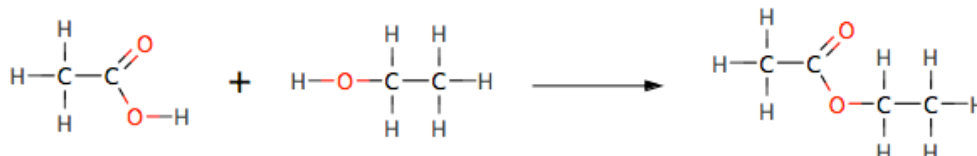
**Aufgabe 2.7: Veresterung und Duftstoffe****/ 5 P.**

Die tatsächliche Struktur von Essigsäure sieht wie folgt aus:



Moleküle, die wie hier das Essigsäuremolekül, die Einheit  $-COOH$  (rechts) tragen, werden als Carbonsäuren bezeichnet.

Eine wichtige Reaktion der Carbonsäuren ist die Veresterung, die Reaktion mit Alkoholen. Die Reaktion der Essigsäure mit Ethanol kann mit folgender Reaktionsgleichung angegeben werden, die allerdings unvollständig ist:



- a. Ergänze die Gleichung! Was ist zwischen den beiden Molekülen passiert? (2 P.)



- b. Die Reaktion läuft nur in Gegenwart kleiner Mengen von Säure mit vernünftiger Geschwindigkeit ab. Wie nennt man Substanzen, die eine Reaktion einleiten oder beschleunigen ohne selbst aufgebraucht zu werden? (1 P.)
- c. Ester sind Duft- und Aromastoffe und werden als solche in Parfüms und Lebensmitteln eingesetzt. Welche Voraussetzungen gelten für Duftstoffe? Kreuze die 4 richtigen Antworten an, bei falschen Antworten wird abgezogen. (2 P.)
- ☐ Die Substanz muss flüchtig sein
  - ☐ Salze können keine Duftstoffe sein
  - ☐ Duftstoffe erzeugen elektrische Signale in unserer Nase
  - ☐ Der Zusammenhalt der Moleküle unter sich muss groß sein
  - ☐ Tiere und Pflanzen kommunizieren mithilfe von Duftstoffen
  - ☐ Wie beim Geschmack kann der Mensch vier Grunddüfte unterscheiden

**Aufgabe 2.8: Essigsäure im Kühlschrank****/ 1 P.**

Was passiert, wenn man reine Essigsäure in den Kühlschrank stellt? (1 Antwort) (1 P.)

- ☐ Sie wird fest.
- ☐ Sie wird geruchlos.
- ☐ Sie riecht noch stechender.
- ☐ Sie ist nicht mehr sauer.
- ☐ Sie wird unlöslich.

**Aufgabe 2.9: pH-Wert****/ 2 P.**

Erklärung: Der pH-Wert ist ein Ausdruck für den Säuregrad einer Lösung. Dabei wird die Konzentration an Wasserstoff-Ionen gemessen. Lösungen mit pH-Werten von 0 bis 7 gelten als sauer, bei 7 neutral und zwischen 7 und 14 als basisch. Der pH-Wert wird durch den negativen Zehnerlogarithmus der Wasserstoffionen-konzentration berechnet:

Wasserstoff-Ionen-Konzentration	pH-Wert
$10^{-1}$ mol/L	1
$10^{-2}$ mol/L	2

Eine Essigsäure-Lösung mit einer Wasserstoffionen-Konzentration von  $10^{-3}$  mol/L besitzt einen pH-Wert von 3. Man schüttet einen Liter dieser Lösung in einen Tank welcher ein Volumen von  $1 \text{ m}^3$  fassen kann. Der Tank wird anschließend vollständig mit destilliertem Wasser befüllt.

Berechne den pH-Wert der Tanklösung: (2 P.)

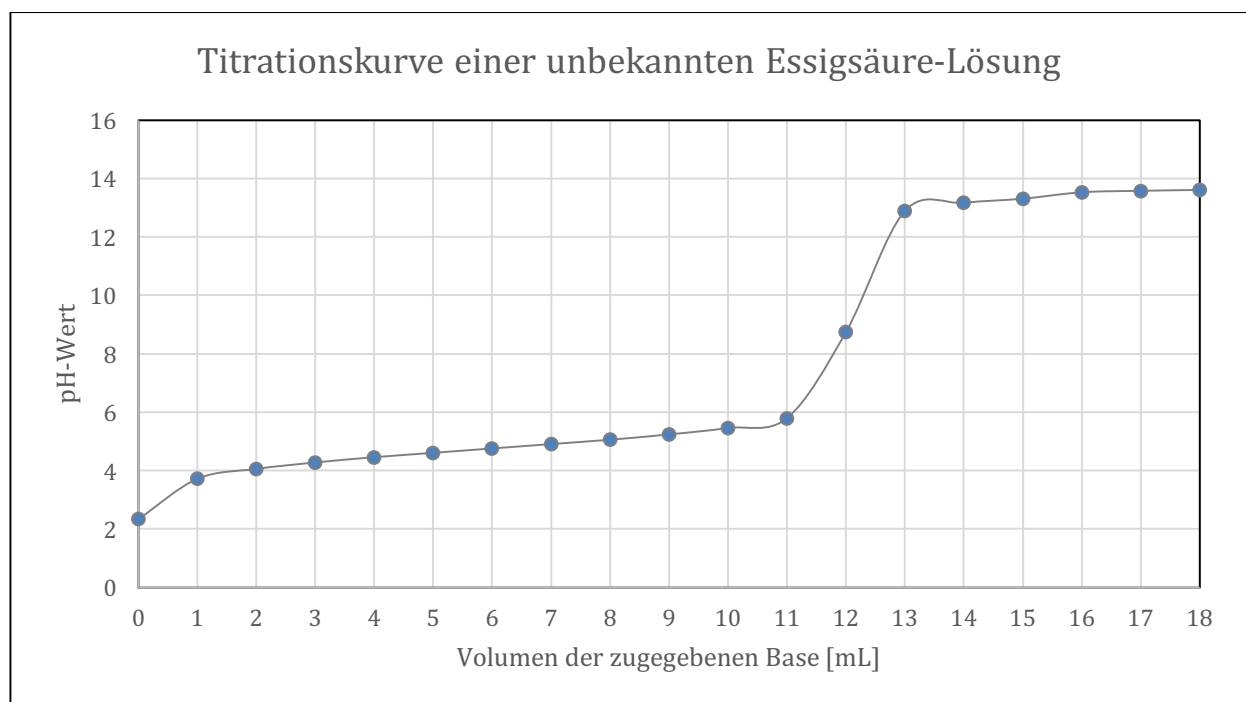
**Aufgabe 2.10: Bestimmung einer Essigsäurekonzentration****/ 9 P.**

Die Säure-Base Titration kann benutzt werden um die unbekannte Konzentration einer Säure zu bestimmen. Es ist eine quantitative Analyseverfahren welche zum Beispiel im Bereich der Lebensmittelkontrolle, Umweltüberwachung oder chemischen Industrie häufig verwendet wird.

Von der Lösung (Probe) welche man untersuchen will entnimmt man ein genaues Volumen (10 mL).

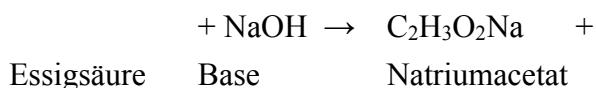
Bei einer schrittweisen Zugabe (z. B. 1 mL) einer Base mit genau bekannter Konzentration (Maßlösung 1 mol/L) reagiert die Säure mit der Base und der pH-Wert der Lösung verändert sich. Den pH-Wert kann man mit einem pH-Meter messen.

Trägt man die pH-Werte gegen das Volumen an zugesetzter Maßlösung auf, erhält man eine Titrationskurve:



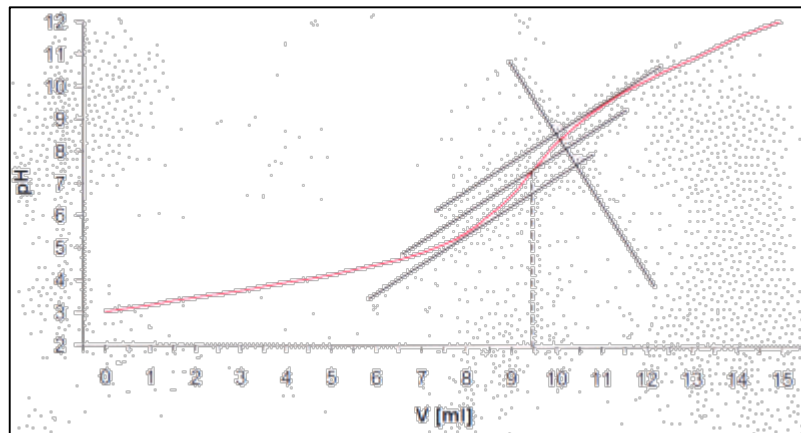
Die chemische Reaktion zwischen einer Säure und einer Base nennt man eine Neutralisation.

- a. Bei dieser Neutralisation entsteht Natriumacetat welches schwach basisch ist. Vervollständige die Neutralisationsreaktion der Essigsäure. (2 P.)



Der Punkt, an dem die Stoffmenge der zugegebenen Maßlösung genau der Stoffmenge der unbekannten Säure entspricht, wird als Äquivalenzpunkt (AP) bezeichnet. Mit diesem Punkt lässt sich die unbekannte Konzentration der Säure bestimmen denn die bis zu diesem Punkt hinzugefügte Stoffmenge an Base entspricht genau der Stoffmenge an Säure in der Probe.

Um den AP zu ermitteln, werden zwei parallele Tangenten an die Scheitel der Titrationskurve gelegt und eine Mittelparallele gezogen. Der Schnittpunkt dieser Mittelparallele mit der Kurve entspricht dem AP.



- b. Bestimme den AP auf deiner Titrationskurve S.18. (2 P.)
- c. Bestimme das Volumen der benötigten Base bis zum AP. (1 P.)
- d. Berechne die unbekannte Konzentration der unbekannten Essigsäure-Lösung. (4 P.)

## Teil 3: Physik

### Aufgabe 3.1: Schwimmbad

/ 15 P.

Ein Schwimmbad von 50 m Länge, 12 m Breite, und im Durchschnitt 2,5 m Tiefe soll bis zum Rand mit Wasser gefüllt werden, welches aus der Leitung mit einer Anfangstemperatur von 15°C mit einer Geschwindigkeit von 50 L pro Sekunde einläuft. Nach dem Einlaufen soll das Wasser im Becken dann auf eine Temperatur von 25°C geheizt werden. Dazu werden gleichzeitig 5 elektrische Wärmetauscher benutzt, welche einen Wirkungsgrad  $\eta$  von 75% haben, bei einer jeweils zugeführten Spannung  $U$  von 380 V und einer Stromstärke  $I$  von 32 A.



Elektrische Leistung:  $P = U \cdot I$

Leistung generell:  $P = E/t$

wobei  $E$  = Energie in J oder in kWh

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$t$  = benötigte Zeit in s

Strompreis: 0,17 €/kWh

Wirkungsgrad:  $\eta = P_{ab}/P_{zu}$

wobei  $P_{ab}$  = abgegebene Heizleistung in W

$P_{zu}$  = zugeführte elektrische Leistung in W

Heizenergie:  $E = c \cdot m \cdot \Delta T$

wobei  $c$  = spezifische Wärmekapazität

$$c_{\text{Wasser}} = 4184 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)}$$

$m$  = geheizte Masse in kg

$\Delta T$  = Temperaturunterschied in °C

- a. Bestimme die benötigte Zeit zum Auffüllen des Wasserbeckens in h:min. (2 P.)

- b. Bestimme dann die von den Wärmetauschern verbrauchte Energie zum Heizen des Wasserbeckens in J und in kWh. (5 P.)
- c. Wie lange dauert der Heizvorgang in Tage:h:min? (5 P.)
- d. Wie viel Stromkosten fallen dafür an? (2 P.)
- e. Wieso dauert es in Realität noch länger um das Wasser zu erhitzen als die hier berechnete Zeit? (1 P.)

**Aufgabe 3.2: Dichte****/ 6 P.**

Im Chemielabor wurde nach Jahren endlich mal wieder aufgeräumt. Dabei wurden viele leere, aber auch eine halbvolle Flasche aufgefunden. Die enthaltene Flüssigkeit dieser Flasche ist unbekannt, soll aber mithilfe folgender Messungen bestimmt werden. Die Flasche mit der unbekannten Flüssigkeit hat eine Masse von 323 g. Die leere Flasche hat eine Masse von 175 g. Die komplett mit Wasser gefüllte Flasche hat eine Masse von 545 g.

- a. Berechne daraus die Dichte der unbekannten Flüssigkeit. Gib jeden Rechenschritt an, und erkläre deine Vorgehensweise! (5 P.)

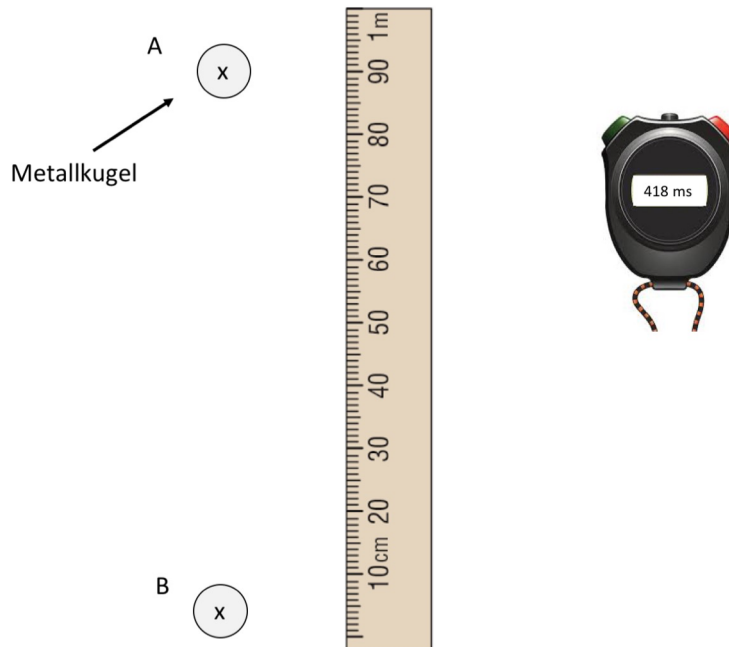
- b. Um welche Flüssigkeit kann es sich handeln? (1 P.)



**Aufgabe 3.3: Physikprüfung****/ 10 P.**

Eine Aufgabe aus einer Physikprüfung und die dazugehörige Schülerantwort:

Aufgabe: Bestimmung der Fallbeschleunigung  $g$ :



Mithilfe eines Maßbandes und einer Stoppuhr soll die Fallbeschleunigung  $g$  mithilfe eines Experimentes bestimmt werden. Eine Metallkugel fällt von der Position A zur Position B. Mithilfe eines Maßbandes wird die von der Kugel zurückgelegte Strecke  $s$  gemessen. Die Fallzeit  $t$  wird mittels einer Stoppuhr bestimmt. Die Zeit  $t$  und die Strecke  $s$  sollen aus dem Versuchsaufbau abgelesen werden.

Die Formel zur Bestimmung von  $g$  ist:

$$s = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

Bestimme  $g$ .

Schülerantwort:

Messwerte:

$$s = 90 \text{ cm} = 0,9 \text{ m}$$

$$t = 418 \text{ ms} = 0,418 \text{ s}$$

Formelumstellung:

$$s = \frac{1}{2} g t^2$$

$$g = \frac{s}{\frac{1}{2} t^2}$$

$$g = 257,5 \text{ m/s}^2$$

- a. Der vom Schüler bestimmte Wert für  $g$  ist **falsch**. In seiner Antwort befinden sich 4 Fehler. Welche Fehler hat der Schüler gemacht? Erkläre jeden Fehler in 1-2 Sätzen. (4 P.)

- b. Führe die Aufgabe richtig durch. (6 P.)



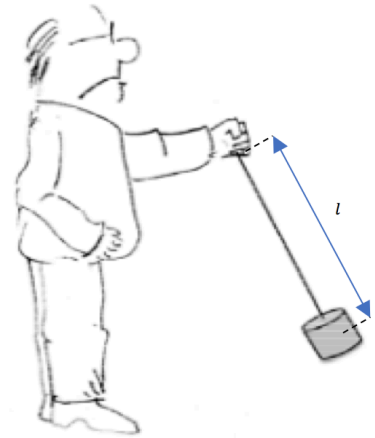
**Aufgabe 3.4: Karussell****/ 7 P.**

Auf einer Kirmes stehst du vor dem unten abgebildeten Karussell, welches die Fahrgäste mit hoher Geschwindigkeit im Kreis dreht, und fragst dich wie schnell die Personen befördert werden. Die einzigen Angaben welche du besitzt sind, dass der auf dem Mast abgebildete Big Ben eine Höhe von  $x = 8\text{ m}$  besitzt und dass eine Gondel  $3,4\text{ s}$  benötigt um vom tiefsten Punkt zum höchsten Punkt zu gelangen. Bestimme anhand der Längenangabe auf dem Foto die ungefähre Durchschnittsgeschwindigkeit (in km/h) der Passagiere! Rechenweg angeben! (7 P.)

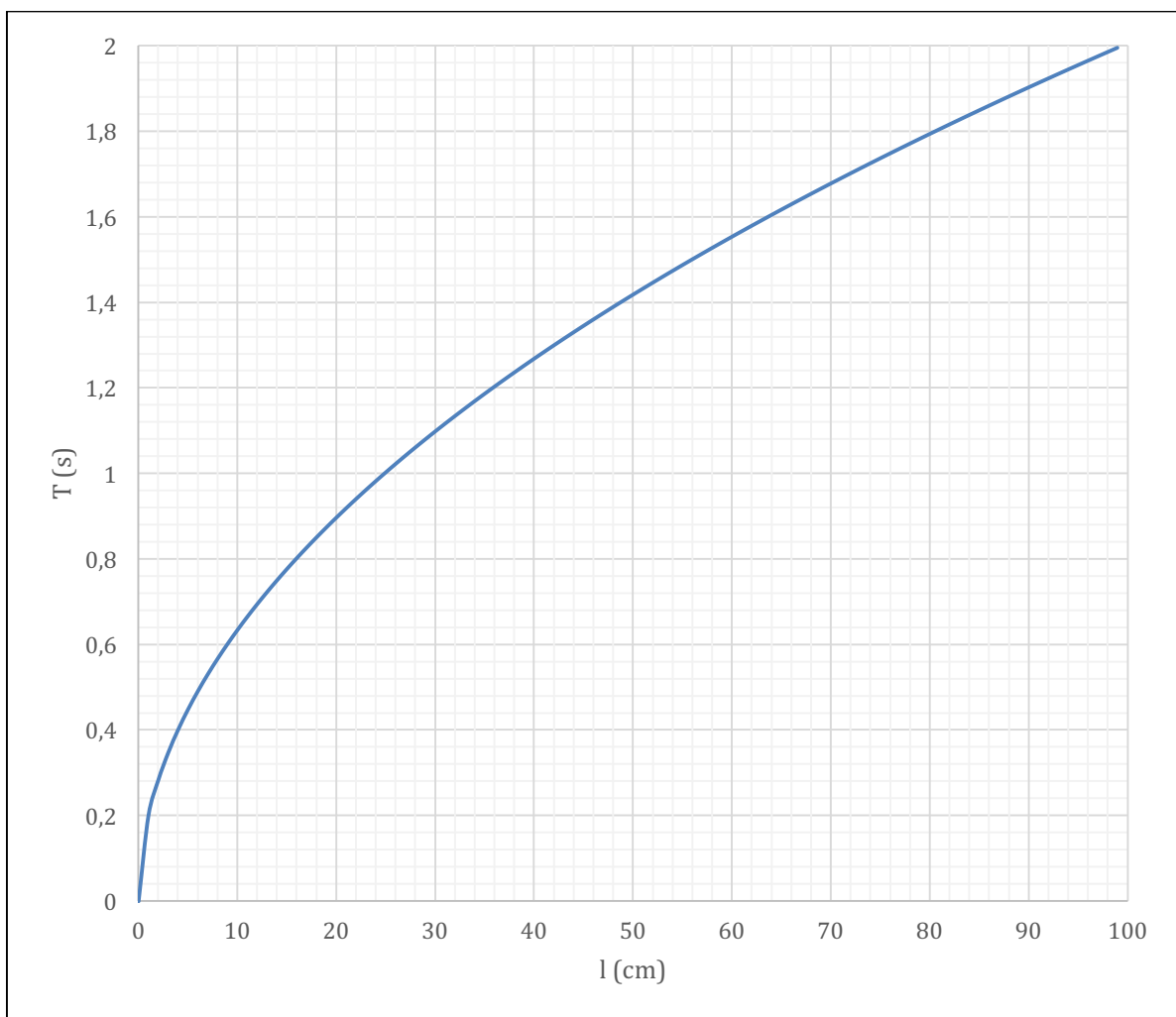


**Aufgabe 3.5: Fadenpendel****/ 12 P.**

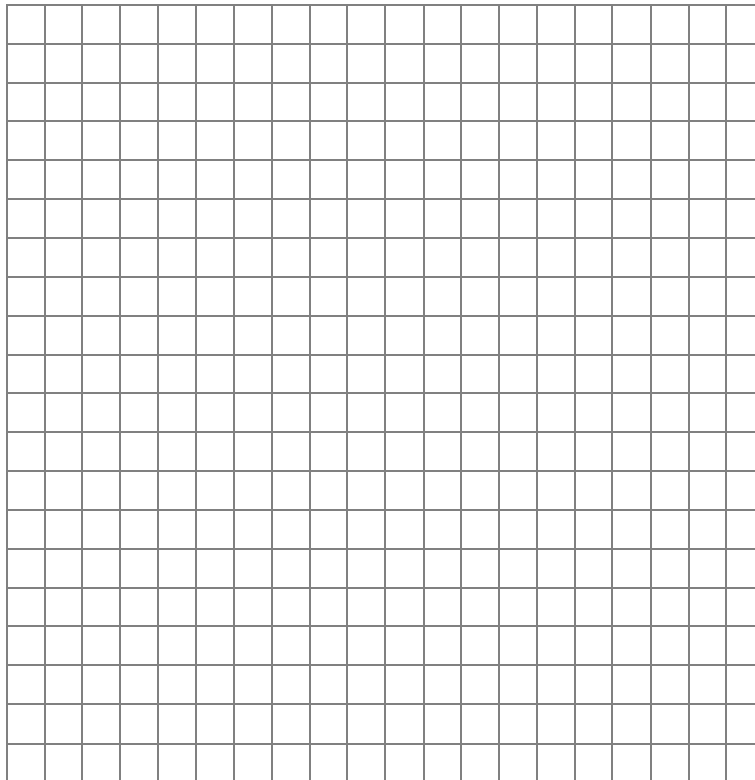
Ein zylinderförmiger Körper der Masse  $m$  wurde an einer leichten Schnur befestigt und frei hin- und herpendeln gelassen. Diese Anordnung wird in der Physik als Fadenpendel bezeichnet. Es wurde für unterschiedliche Längen  $l$  bestimmt wie lange das Pendel benötigt um einmal hin- und herzuschwingen (= Periodendauer  $T$ ).



Die Messwerte wurden im unten abgebildeten  $T - l$  Diagramm festgehalten.



- a. Erstelle anhand des  $T - l$  Diagramms ein  $T^2 - l$  Diagramm! (5 P.)



- b. Berechne die Steigung der Geraden im  $T^2 - l$  Diagramm! (3 P.)

Für das im Experiment verwendete Fadenpendel gilt folgende Formel:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

- c. Berechne anhand der unter b. ermittelten Steigung den Ortsfaktor  $g$  der Erde! (4 P.)