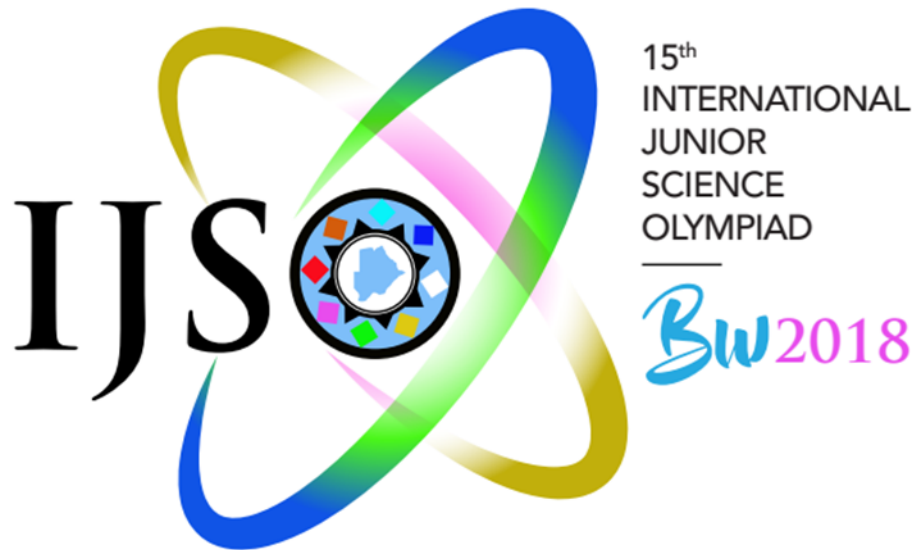


15. INTERNATIONALE JUNIOR SCIENCE OLYMPIADE

IJSO 2018



Entdeckung, Innovation und Umwelt

Theoretische Klausur

– Aufgabenblatt –

06. Dezember 2018

**Blättere NICHT zur nächsten Seite um,  
bevor das SIGNAL ertönt ist,  
ansonsten droht eine Strafe.**

1. Du hast 10 Minuten Zeit, um die “PRÜFUNGSREGELN”, die “HINWEISE ZUR BEARBEITUNG” sowie die “BEDIENUNGSANLEITUNG FÜR DEN TASCHE NRECHNER” auf den Seiten 1 bis 3 zu lesen.
2. Beginne NICHT mit der Bearbeitung der Aufgaben, bevor das STARTSIGNAL gegeben wurde, ansonsten droht eine Strafe.



15. Internationale Junior  
Science Olympiade  
Universität von Botsuana  
06. Dezember 2018

**Theoretische Klausur**  
Bearbeitungszeit: 3 Stunden  
Erreichbare Punkte: 30  
**Seite 1**

## AUFGABEN

---

### PRÜFUNGSREGELN

1. Du darfst **KEINE** anderen Hilfsmittel als persönliche Medikamente oder dir verordnete persönliche medizinische Hilfsmittel in den Prüfungsraum mitbringen.
2. Du musst an dem für dich bestimmten Tisch sitzen.
3. Prüfe zunächst, ob die von den Organisatoren zur Verfügung gestellten Hilfsmittel und Schreibutensilien (Stifte, Taschenrechner und Notizpapier) vollständig sind.
4. Löse **KEINE** Aufgaben, bevor das **STARTSIGNAL** gegeben wird.
5. Während der Prüfung darfst du den Prüfungsraum nur in Notfällen verlassen und auch dann nur in Begleitung einer Prüfungsaufsicht.
6. Du darfst andere Teilnehmende während der Prüfung nicht stören. Falls du Hilfe brauchst, hebe deine Hand und warte, bis eine Aufsicht führende Person zu dir an den Platz kommt.
7. Es werden **KEINE** Fragen oder Diskussionen zu den Aufgabenstellungen zugelassen. Auch wenn du deine Klausur beendet hast, musst du an deinem Tisch sitzen bleiben, bis die Prüfungszeit zu Ende ist.
8. Am Ende der Prüfungszeit gibt es ein Stoppsignal. Nach dem Signal darfst du **NICHTS** mehr in deinen Antwortbogen eintragen. Hinterlasse dein Aufgabenblatt, deinen Antwortbogen sowie Stifte, Taschenrechner und Notizblätter ordentlich abgelegt auf deinem Tisch. Verlasse deinen Arbeitsplatz erst, wenn **ALLE** Antwortbögen eingesammelt worden sind.



15. Internationale Junior  
Science Olympiade  
Universität von Botswana  
06. Dezember 2018

**Theoretische Klausur**  
Bearbeitungszeit: 3 Stunden  
Erreichbare Punkte: 30  
**Seite 2**

## AUFGABEN

---

### HINWEISE ZUR BEARBEITUNG

1. Nach dem STARTSIGNAL stehen dir 3 Stunden zur Bearbeitung zur Verfügung.
2. Benutze NUR den Kugelschreiber (**nicht** den Bleistift!), den die Organisatoren zur Verfügung stellen.
3. Trage deinen Namen sowie Code, Land und deine Unterschrift im Antwortbogen ein. Melde dich mit Handzeichen, falls dir kein Antwortbogen vorliegt.
4. Nur der Antwortbogen wird bewertet. Nutze das Konzeptpapier bevor du die Antworten in den Antwortbogen schreibst.
5. Es gibt insgesamt 12 Aufgaben. Überprüfe, ob deine Prüfungsunterlagen vollständig sind (15 Seiten: Seite 5 - 19) nachdem das STARTSIGNAL gegeben wurde. Melde dich mit Handzeichen, falls dir Seiten fehlen.



## AUFGABEN

### BEDIENUNGSANLEITUNG FÜR DEN TASCHEURECHNER

1. Einschalten: Drücke .
2. Ausschalten: Drücke  .
3. Daten löschen: Drücke .
4. Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division

Beispiel 1)  $45 + \frac{285}{3}$

45  285  3  140

Beispiel 2)  $\frac{18+6}{15-8}$

(  18  6   (  15  8     
3.428571429

Beispiel 3)  $42 \times (-5) + 120$

42  5   120  -90

42  (  5   120  -90

5. Potenzen

Beispiel 1)  $8.6^{-2}$

8.6  2   0.013520822

Beispiel 2)  $6.1 \times 10^{23}$

6.1  10  23   $6.1 \times 10^{23}$

6. Um eine Ziffer/Funktion zu löschen, bewege den Cursor an die Stelle der Ziffer/Funktion, die du löschen möchtest, und drücke . Wenn sich der Cursor am rechten Ende der Ziffer/Funktion befindet funktioniert die -Taste als Rücktaste.



## AUFGABEN

---

### KONSTANTEN UND FORMELN

$$R = 0,082 \text{ L atm mol}^{-1}\text{K}^{-1} \quad \text{oder} \quad R = 8,314 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$$

Das Henry-Gesetz lautet:  $c = k \cdot p$

$c$  ist die Konzentration,

$k$  ist eine Konstante mit einem jeweils festen Wert für gegebene Flüssigkeiten,

$p$  ist der Druck des Gases

Blättere NICHT zur  
nächsten Seite um, bevor  
das „START“-Signal  
gegeben wurde,  
ansonsten droht eine  
Strafe.



15. Internationale Junior  
Science Olympiade  
Universität von Botswana  
06. Dezember 2018

**Theoretische Klausur**  
Bearbeitungszeit: 3 Stunden  
Erreichbare Punkte: 30  
**Seite 5**

## AUFGABEN

---

## AUFGABEN

---

### BIOLOGIE

#### Aufgabe 1

Das Okavango-Delta ist das größte Binnendelta der Welt. Es wurde 2014 zum UNESCO-Welterbe ernannt. Seine diversen Lebensräume für verschiedene Pflanzen- und Tierarten machen das Delta zu einer Touristenattraktion. Die Sümpfe des Okavango-Delta können bis zu 7 m tief werden. An deren Grund sammelt sich totes Tier- und Pflanzenmaterial, das abgebaut wird. Das dabei entstehende Biogas steigt in Form von Blasen auf, die häufig von Touristen bei Bootstouren beobachtet werden.



Quelle: <http://www.wafb.com/>

**1a. [0,3 Punkte]** Wähle von den unten aufgelisteten Gasen die zwei (2) aus, die die Hauptbestandteile des Gases in den Blasen darstellen. Trage die entsprechenden Buchstaben in das zugehörige Kästchen auf dem Antwortbogen ein.

- A.  $C_3H_8$
- B.  $CH_4$
- C.  $CO$
- D.  $CO_2$
- E.  $H_2$
- F.  $O_2$



## AUFGABEN

---

**1b. [0,3 Punkte]** Wie kann Biogas durch den Menschen genutzt werden? Wähle drei (3) passende Verwendungen aus, indem du die entsprechenden Buchstaben in die Kästchen auf dem Antwortbogen einträgst.

- A. Heizung
- B. Fermentation
- C. Kochen
- D. Autotreibstoff
- E. Dünger
- F. Aufreinigung

**1c. [0,4 Punkte]** Am Grund der Sümpfe wird tierisches und pflanzliches Material durch Bakterien abgebaut.

Entscheide, welche der folgenden Aussagen zum Abbauprozess richtig oder falsch sind. Markiere die entsprechenden Kästchen auf dem Antwortbogen mit einem Kreuz.

- A. Der Abbau von pflanzlichem und tierischem Gewebe am Grund des Sumpfes ist ein aerober Vorgang.
- B. Die beim Abbau entstehenden Gase sind Abfallprodukte des bakteriellen Stoffwechsels.
- C. Für den biochemischen Abbau von pflanzlichem und tierischem Material durch Bakterien werden keine Wassermoleküle benötigt.
- D. Die Bakterien, die pflanzliches und tierisches Material am Grund des Sumpfes abbauen gewinnen daraus mehr Energie als Bakterien, die dasselbe Material an der Oberfläche abbauen würden.





## AUFGABEN

---

**1d. [0,25 Punkte]** Die für die Produktion von Biogas verantwortlichen Bakterien sind bei bestimmten Temperaturen aktiver und die Produktionsrate des Biogases somit höher. Ein Reiseführer hat im Laufe der Jahre beobachtet, dass in den Sommermonaten mehr Blasen aufsteigen.

Was sind mögliche Erklärungen für die beschriebene Beobachtung? Markiere, welche Erklärungen richtig oder falsch sind mit einem Kreuz (X) in den entsprechenden Kästchen auf dem Antwortbogen.

- A. Die Bakterien können sich bei höheren Temperaturen schneller vermehren.
- B. Die Enzyme der Bakterien arbeiten fast mit deren höchster Geschwindigkeit.
- C. Es bilden sich mehr Enzym-Substrat-Komplexe, wodurch mehr Biogas produziert werden kann.
- D. Die kinetische Energie der Enzyme und Substrate hat abgenommen.
- E. Die Enzyme der Bakterien haben angefangen zu denaturieren.

**1e. [0,25 Punkte]** Wasserstoffperoxid ist eine reaktive Sauerstoffspezies. Diese kann Bakterien töten, wenn sie nicht über abbauende Enzyme verfügen.

Eine gewöhnliche Wasserprobe mit Bakterien darin, die pflanzliches und tierisches Material in Abwesenheit von Sauerstoff abbauen können, wird in einen Tropfen Wasserstoffperoxid gegeben. Es werden keine Blasen gebildet.

Was ist die wahrscheinlichste Erklärung für diese Beobachtung? Trage den entsprechenden Buchstaben in das Kästchen auf dem Antwortbogen ein.

- A. Vorhandensein eines aktiven Gens, das für Katalase codiert
- B. Fehlen eines aktiven Gens, das für Katalase codiert
- C. Die Blasenbildung ist nicht abhängig vom Vorhandensein von Katalase.



## AUFGABEN

---

### Aufgabe 2

Die genetische Struktur einer Population wird durch die Genotypenfrequenz und die Allelfrequenz bestimmt. In einer Population haben 350 Individuen den Genotyp AA, 100 Individuen den Genotyp Aa und 150 Individuen den Genotyp aa.

**2a. [0,75 Punkte]** Wie hoch ist die Frequenz der Genotypen in der Population?

2a-1. [0,25 Punkte] AA

2a-2. [0,25 Punkte] Aa

2a-3. [0,25 Punkte] aa

**2b. [1,0 Punkte]** Wie hoch ist die Frequenz der Allele in der Population?

2b-1. [0,5 Punkte] A

2b-2. [0,5 Punkte] a

**2c. [1,5 Punkte]** Eine Population befindet sich im genetischen Gleichgewicht wenn sich Genotypen- und Allelfrequenz nicht mehr verändern.

Das Hardy-Weinberg-Gesetz ( $p^2 + 2pq + q^2 = 1$ ; wobei p die Frequenz des einen Allels ist und q die Frequenz des anderen Allels ist) beschreibt das Verhältnis der Genotypen in einer Population im genetischen Gleichgewicht. Genotypenfrequenz und Allelfrequenz ändern sich also nicht mehr. Die erwartete Frequenz der Homozygoten ist durch  $p^2$  und  $q^2$  gegeben. Die erwartete Frequenz der Heterozygoten ist durch  $2pq$  gegeben.

Welche Frequenz der Genotypen wäre zu erwarten, wenn sich die Population im genetischen Gleichgewicht befinden würde?

2c-1. [0,5 Punkte] AA

2c-2. [0,5 Punkte] Aa

2c-3. [0,5 Punkte] aa



## AUFGABEN

---

### Aufgabe 3

**3a. [2,25 Punkte]** Die Entwicklung der Populationsgröße des Afrikanischen Elefanten (*Loxodonta africana*) im Chobe Nationalpark, Botswana, ist in der untenstehenden Tabelle dargestellt. Der Nationalpark hat eine Fläche von 11700 km<sup>2</sup>.

Jahr	1990	1995	2000	2005	2008	2010
Größe der Population	24500	26650	28650	29000	29500	31000

3a-1. [1,0 Punkte] Stelle auf dem beiliegenden Millimeterpapier die Daten zur Populationsgröße über die Zeit in einem Diagramm dar.

3a-2. [0,5 Punkte] Zeichne die Trendlinie für die Daten ein und bestimme ihre Geradengleichung.

3a-3. [0,25 Punkte] Was war die durchschnittliche Wachstumsrate der Größe der Elefantenpopulation von 1990 bis 2010?

3a-4. [0,5 Punkte] Was ist die zu erwartende Größe der Elefantenpopulation im Jahr 2019?

**3b. [0,5 Punkte]** Berechne den Unterschied in der Populationsdichte der Elefanten zwischen 1995 und 2010 im Chobe Nationalpark.

**3c. [0,5 Punkte]** In von Elefanten besiedelten Vegetationen sieht man häufig große, tote Bäume. Die Bäume sterben ab, weil Elefanten in den trockenen Monaten deren Rinde abfressen. Ein Elefant frisst etwa 200 kg/Tag, davon etwa 35% Baumrinde.

Berechne die Gesamtmenge Rinde, die im Jahr 1995 gefressen wurde.

**3d. [0,5 Punkte]** Von den 200 kg Futter werden 136 kg als Ausscheidungen an die Umwelt zurückgegeben. Im Hinblick auf den Nährstoffkreislauf mag dies gut sein, die Ansammlung von reichlich totem Material kann jedoch die Brandgefahr erhöhen.

Berechne den Anteil der Nahrung, den der Elefant pro Tag wirklich verwertet.



## AUFGABEN

---

### Aufgabe 4

**[1,5 Punkte]** Tierzellen sind stets von einer Zellmembran umgeben. In dieser sind die Moleküle abhängig von ihren Eigenschaften und Funktionen in spezifischer Orientierung angeordnet.

In der folgenden Liste sind Begriffe aufgeführt, die im Zusammenhang mit Zellmembranen stehen. Entscheide jeweils, ob der Begriff mit dem Membran-Inneren oder mit der Membranoberfläche assoziiert ist. Dabei können die Begriffe zu einer, zu beiden oder zu keiner der Lokalisationen passen. Vervollständige die Tabelle auf dem Antwortbogen, indem du “+” einträgst, wenn der Begriff zur Lokalisation passt und “O”, wenn nicht.

	Membraninneres	Membranoberfläche
Hydrophob		
Hydrophil		
Schwänze der Fettsäuren		
Ribosomen		
Ionenkanäle		
Oligosaccharide		



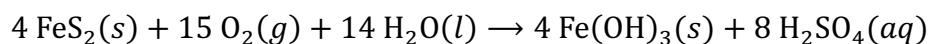
## AUFGABEN

---

### CHEMIE

#### Aufgabe 5

Die Bildung von saurem Minenabfluss (Acid mine drainage, AMD) wird als eines der größten Umweltprobleme durch den weltweiten Rohstoffabbau angesehen. Die für den AMD verantwortlichen Mineralien sind Eisensulfide (z. B. Pyrit), die nur stabil und unlöslich sind, solange sie nicht mit Wasser und Luftsauerstoff in Kontakt kommen. Wenn Pyrit-reiches Erz als Abfall in Gegenwart bestimmter Bakterien (*Thiobacillus ferrooxidans*) Sauerstoff und Wasser ausgesetzt wird, bildet sich durch die Oxidation des Pyrits AMD gemäß folgenden Reaktionschemas:

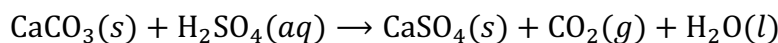


BCL Limited, eine Kupfer und Nickel produzierendes Minenunternehmen in Botsuana, baut täglich 450 t Erz ab. Das Unternehmen erfährt dabei AMD-Probleme. Feststoffabfall mit einem Massenanteil von 5,00% an Pyrit fällt in der Kupfer und Nickel verarbeitenden Anlage an. Dabei kam es zu folgenden Problemen:

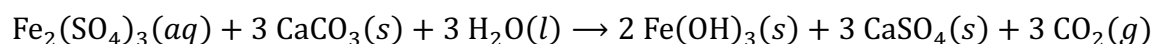
- Neutralisiertes Abwasser wurde mit einer Flussrate von 300 m<sup>3</sup>/h in einen Fluss geleitet. Die Abwasserqualität hielt den zulässigen Sulfat-Grenzwert von 500 mg/L nicht ein.
- Die Neutralisierungskosten waren zu hoch, da dazu Kalk importiert werden musste.
- Durch saures Sickerwasser hat sich der die Mine umgebende Boden verschlechtert.

Um diesen Problemen zu begegnen, errichtete BCL eine neue Neutralisationsanlage, in welcher gemäß folgender Prozessschritte 50 m<sup>3</sup>/h AMD behandelt werden können:

- Neutralisation der Säure durch Einsatz von Kalk:



- Ausfällen von Eisen-III-Ionen gemäß folgenden Reaktionsschemas:





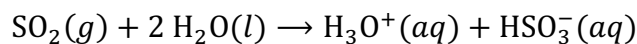
## AUFGABEN

---

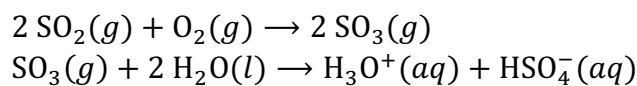
Während der Inbetriebnahme der Anlage mit einer Flussrate von  $50,0 \text{ m}^3/\text{h}$  wurde das rote Wasser eines Sees (Eisen-II-Konzentration von  $100 \text{ mg/L}$ ) eingesetzt. Dabei wurden folgende Beobachtungen gemacht:

- Der Säuregehalt reduzierte sich von  $1100 \text{ mg/L}$  auf  $50,0 \text{ mg/L}$  (gemessen als  $\text{CaCO}_3$ -Umsatz).
- Der pH-Wert stieg von 1,9 auf 6,0.

Der Schmelzofen des Unternehmens BCL setzt jährlich  $534\,000 \text{ t}$  Schwefeldioxid und weitere  $330\,000 \text{ t}$  Kohlenstoffdioxid sowohl direkt als auch indirekt in die Atmosphäre frei. Schwefeldioxid kann in Kontakt mit Wasser die schwache Säure *Schweflige Säure* bilden:



Alternativ kann Schwefeldioxid in Anwesenheit bestimmter Partikel und Aerosole mit Luftsauerstoff auch zu Schwefeltrioxid reagieren. Dieses bildet in Wasser *Schwefelsäure*:



Schwefelsäure ist eine starke Säure, die aufgrund des Entzugs von Calcium-Ionen, insbesondere dem Boden schädigt. Viele Böden enthalten Tonminerale, die von einer  $\text{Ca}^{2+}$ -haltigen Ionen-Hülle umgeben sind. Die Calcium-Ionen können gegen Protonen der Schwefelsäure ausgetauscht und somit entzogen werden.

**5a. [0,5 Punkte]** Formuliere die ausgeglichenen Reaktionsschemata für die Neutralisationsreaktion sowie für die Fällungsreaktion, wenn anstelle von Kalk Calcium-Hydroxid verwendet wird.

**5b. [1,75 Punkte]** Gehe davon, dass die Kupfer und Nickel verarbeitende Anlage des Unternehmens BCL insgesamt  $1,00 \text{ t}$  Feststoffabfall entsteht. Welche Masse  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  wird durch die Oxidation des Pyrits erzeugt (Angabe in Kilogramm)?



## AUFGABEN

---

**5c. [0,5 Punkte]** Berechne die Masse an Eisen-II-Ionen in der Lösung, welche innerhalb von zwei Stunden durch die Neutralisationsanlage gepumpt wird (Angabe in Gramm). Verwende dazu die oben genannte Flussrate, mit der das rote Wasser zugeführt wird.

**5d. [1,0 Punkte]** Bei dem Einsatz von rotem Wasser mit einer Eisen-II-Ionen-Konzentration von 100 mg/L kann beobachtet werden, dass der pH-Wert des Abwassers von 1,9 auf 6,0 ansteigt. Welche Stoffmenge an H<sup>+</sup>-Ionen wird dabei in einem Liter Lösung neutralisiert (Angabe in Mol)?

**5e. [0,9 Punkte]** Studien zeigen, dass die Reaktionsgeschwindigkeit der natürlichen Eisen-II-Ionen-Oxidation durch folgende Gleichung gegeben ist:

$$\text{Geschwindigkeit} = -\frac{dc(\text{Fe}^{2+})}{dt} = k A c(\text{Fe}^{2+}) c(\text{O}_2)^{0,5}$$

Dabei ist  $k$  die Geschwindigkeitskonstante,  $A$  ist die Reaktionsfläche im Reaktor,  $c(\text{Fe}^{2+})$  ist die Eisen-II-Ionen-Konzentration und  $c(\text{O}_2)$  ist die Sauerstoff-Konzentration.

5e-1. [0,15 Punkte] Welche Reaktionsordnung liegt für die Reaktion der Eisen-II-Ionen vor? Gib die Ordnung mit einer Zahl an.

5e-2. [0,25 Punkte] Bei dem Unternehmen BCL wird für die Eisen-II-Oxidation eine maximale Reaktionsgeschwindigkeit von 16,1 mol L<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup> gemessen. Gib die Reaktionsgeschwindigkeit für den Fall an, dass die Reaktionsfläche im Reaktor bei konstantem Volumen verdoppelt wird.

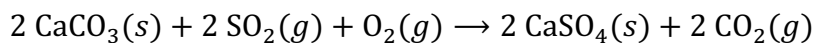
5e-3. [0,5 Punkte] Gib die maximale Reaktionsgeschwindigkeit für den Fall an, dass der Sauerstoff-Druck verdoppelt wird.



## AUFGABEN

---

**5f. [2,0 Punkte]** Ein mögliches Verfahren zur Reinigung der Abgase aus Kohlekraftwerken von  $\text{SO}_2$  ist es, die Abgase durch eine Calciumcarbonat-Aufschlämmung zu leiten. Dort läuft folgende Reaktion ab:



Das Unternehmen BCL verwendet dazu ein Calciumcarbonat-Pulver, ein typisches Nebenprodukt der Papierindustrie. Dieses enthält einen Massenteil von 35,0% an Verunreinigungen.

Welche Masse des Calciumcarbonat-Pulvers wird benötigt, um eine Tonne Schwefeldioxid zu entfernen (Angabe in Tonnen)? Nimm dazu an, dass die Reaktion zu 90,0% effizient ist.

In einer Studie zur Zersetzung von Calciumcarbonat gibt ein Student 50,0 g pulverisiertes  $\text{CaCO}_3$  in einen starren 1,00 L Behälter. Er verschließt den Behälter und entfernt alle Gase. Anschließend wird der Behälter auf 1100 K erhitzt. Dabei wird der zeitliche Verlauf des  $\text{CO}_2$ -Gesamtdrucks gemessen. Der Druck steigt kontinuierlich an und erreicht nach 12 Minuten ein Maximum von 1,04 atm. Danach bleibt der Druck auch bei weiterem Erhitzen konstant.

Der Student wiederholt das Experiment, dieses Mal jedoch mit 100,0 g pulverisiertem  $\text{CaCO}_3$ . In diesem Experiment ist der finale Druck bei 1,04 atm, demselben Wert wie in dem ersten Experiment.

**5g. [0,6 Punkte]** Berechne die Stoffmenge an gasförmigem  $\text{CO}_2$ , die sich nach 20 Minuten Erhitzen in dem Behälter befindet (Angabe in Mol).





## AUFGABEN

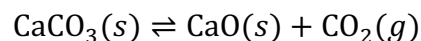
---

**5h. [0,5 Punkte]** Nach 20 Minuten wird weiteres gasförmiges  $\text{CO}_2$  in den Behälter injiziert. Zunächst steigt dabei der Druck auf 1,5 atm. Die Temperatur bleibt dabei konstant.

5h-1. [0,25 Punkte] Wie groß ist der finale Druck in dem Behälter?  
Setze einen Haken in das Feld hinter der richtigen Antwort.

Niedriger als 1,04 atm	
Höher als 1,04 atm	
Genau 1,04 atm	

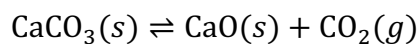
5h-2. [0,25 Punkte] Wie verschiebt sich die Gleichgewichtslage in der im folgenden gezeigten Reaktion?



Setze einen Haken in das Feld hinter der richtigen Antwort.

Nach rechts (zu den Produkten)	
Nach links (zu den Edukten)	
Keine Verschiebung	

**5i. [0,25 Punkte]** Die Gleichgewichtskonstante kann auch unter Verwendung von Partialdrücken ausgedrückt werden ( $K_p$ ). Dies geschieht auf die gleiche Art wie unter Verwendung von Konzentrationen ( $K_c$ ). Berechne die Gleichgewichtskonstante  $K_p$  für die Zersetzung von  $\text{CaCO}_3$  bei 1100 K.



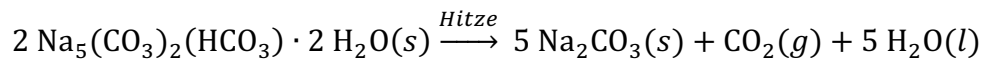


## AUFGABEN

---

### Aufgabe 6

**[1,5 Punkte]** Das Mineral *Trona* ist eine Natriumcarbonat-Quelle entsprechend des folgenden Reaktionsschemas:



Welche Masse Natriumcarbonat kann aus 0,850 t Trona gewonnen werden (Angabe in Kilogramm)?

### Aufgabe 7

**[0,5 Punkte]** Kohlensäure in saurem Regen entsteht durch das Lösen von Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre.

Bei 25 °C beträgt der Partialdruck von  $\text{CO}_2$  in mit Wasserdampf gesättigter Luft  $3,04 \cdot 10^{-4}$  atm. Für die Löslichkeit von  $\text{CO}_2$  in Wasser beträgt die Henry-Konstante  $2,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{ atm}^{-1}$ . Was ist die Kohlensäure-Konzentration in Regenwasser.



## AUFGABEN

---

### PHYSIK

#### Aufgabe 8

**[1,40 Punkte]** Ein Krankenwagen sendet einen Signalton mit 300,0 Hz aus. Dabei bewegt er sich mit einer Geschwindigkeit von 90,0 km/h in Richtung eines ruhenden Beobachters. Die Lufttemperatur beträgt 38,0 °C und die Schallgeschwindigkeit ist durch

$$v_s = 331,3 + 0,606 \cdot T_c$$

gegeben, wobei  $v_s$  die Schallgeschwindigkeit in m/s und  $T_c$  die Temperatur in °C ist.

Berechne die Frequenz des Tons, den der Beobachter hört, während sich der Krankenwagen nähert.

#### Aufgabe 9

**[1,55 Punkte]** Der Fahrer eines Autos fährt auf einer geraden Straße mit einer Geschwindigkeit von 33,2 m/s, als er eine Kuh bemerkt, die die Straße in 60,0 m Entfernung überquert. Die Reaktionszeit des Fahrers beträgt 0,20 s.

Berechne die notwendige Beschleunigung des Autos, damit es unmittelbar vor dem Zusammenstoß mit der Kuh zum Stehen kommt, unter der Annahme einer gleichmäßigen Beschleunigung.

## AUFGABEN

### Aufgabe 10

**[2,55 Punkte]** Ein Bauer in Mohembo pumpt Wasser vom Okavango zu seiner Farm durch ein Rohr, dessen Durchmesser von 0,35 m auf 0,25 m abnimmt (siehe Abbildung rechts). Die Farm liegt auf einer Höhe von 960,0 m und der Fluss liegt bei einer Höhe von 940,0 m über dem Meeresspiegel. Die Pumpe pumpt Wasser mit einem Betriebsdruck von 670,0 kPa.

Der Betriebsdruck  $P$ , die Geschwindigkeit  $v$ , die Dichte von Wasser  $\rho$  ( $1000 \text{ kg/m}^3$ ) und die Höhe  $y$  sind durch die Bernoulli-Gleichung miteinander verknüpft:

$$\frac{P}{\rho} + \frac{1}{2}v^2 + gy = \text{konstant}.$$

Die Durchflussrate  $Q$  des Wassers durch das Rohr ist durch Kontinuitätsgleichung gegeben:

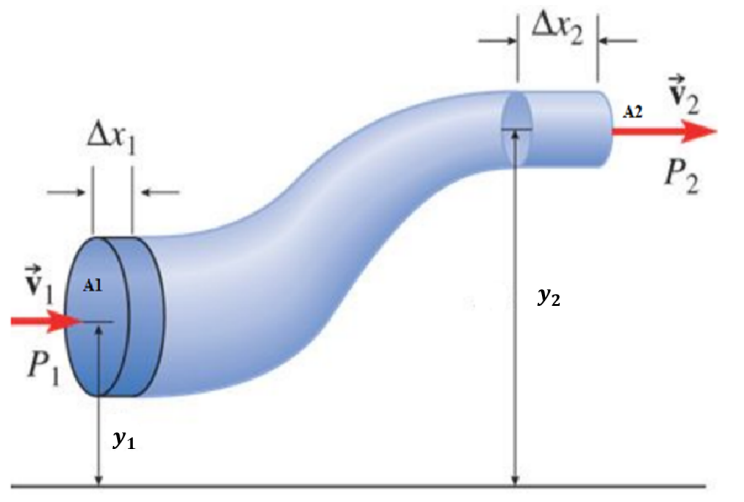
$$Q = A_1 v_1 = A_2 v_2,$$

worin  $A_1$  und  $A_2$  die Querschnittsflächen des Rohres sind. (Hinweise: Das Wasser ist inkompressibel und strömt laminar. Benutze die Fallbeschleunigung  $g = 9,80 \text{ m/s}^2$ .) Das Wasser wird am Fluss mit einer Geschwindigkeit von 1,30 m/s gepumpt.

**10a. [0,85 Punkte]** Berechne die Geschwindigkeit des Wassers durch das Rohr bei der Farm.

**10b. [0,9 Punkte]** Berechne den Betriebsdruck des Wassers bei der Farm.

**10c. [0,8 Punkte]** Berechne die nötige Zeit um bei der Farm ein Reservoir mit 50 000 Litern zu füllen.



## AUFGABEN

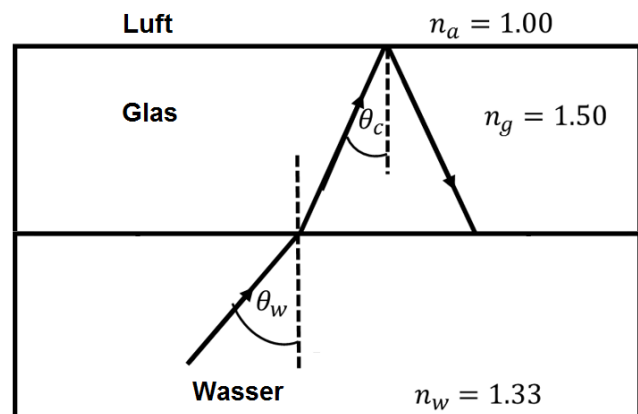
### Aufgabe 11

**[1,9 Punkte]** Für ein Spiel stößt eine Kugel A der Masse 60,0 g gegen eine Kugel B der Masse 20,0 g, die sich an der Kante eines 1,225 m hohen Tisches befindet. Nach dem zentralen Stoß fällt Kugel A vom Tisch und kommt in einem Abstand von 1,0 m von der Tischkante auf dem Boden auf. Währenddessen fällt Kugel B ebenso und kommt in einem Abstand von 2,0 m auf.

Berechne die Geschwindigkeit der Kugel A unmittelbar vor dem Zusammenstoß mit Kugel B. (Nimm eine Fallbeschleunigung von  $g = 9,80 \text{ m/s}^2$  an.)

### Aufgabe 12

**12a. [1,1 Punkte]** Ein Schüler platziert eine Taschenlampe unter Wasser mit einem Winkel von  $\theta_w$ . Der Lichtstrahl der Lampe tritt in eine Glasplatte ein, wie in der Abbildung rechts gezeigt. Der Schüler beobachtet, dass bei Veränderung des Winkels  $\theta_w$  der Lichtstrahl aus dem Glas austritt oder totalreflektiert wird.



Was ist der minimale Winkel  $\theta_w$ , der zu Totalreflexion an der Grenzfläche Glas-Wasser führt?

**12b. [1,5 Punkte]** Ein Lichtstrahl in Luft trifft auf eine planparallele Glasplatte der Dicke  $t$ . Dabei beträgt der Einfallswinkel  $\theta_1$  und der Brechungswinkel an der Grenzfläche Luft-Glas  $\theta_2$ .

12b-1. [0,6 Punkte] Stelle in einer Skizze den Lichtweg durch die Glasplatte dar und kennzeichne die Winkel  $\theta_1$  und  $\theta_2$ .

12b-2. [0,9 Punkte] Gib einen Ausdruck an für den senkrechten Abstand  $s$  zwischen der Verlängerung des einfallenden Strahls und dem aus der Glasplatte austretenden Strahl in Abhängigkeit von  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  und  $t$ .