



## **Achtung!**

**Die ersten 30 Minuten stehen  
dir als LESEZEIT zur Verfügung.**

**Du darfst in dieser Zeit NICHTS AUFSCHREIBEN,  
auch nicht auf die Aufgabenblätter.**

**Nach 30 Minuten erhältst du die Antwortbögen  
und es ertönt ein Signal.**

**Jetzt darfst du mit dem Schreiben anfangen.**

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



## Theoretische Klausur

---

### **Prüfungsregeln**

1. Jede(r) Teilnehmende muss an dem für sie oder ihn bestimmten Tisch sitzen.
2. Vor Beginn müssen die Teilnehmenden die von den Organisatoren zur Verfügung gestellten Hilfsmittel und Schreibutensilien überprüfen (Kugelschreiber, Lineal, Taschenrechner).
3. Teilnehmende dürfen keine anderen Hilfsmittel als ihre persönlichen Medikamente oder medizinische Hilfsmittel mitbringen.
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. 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.
8. Am Ende der Prüfungszeit wird es ein Klingelsignal geben. Du darfst nichts mehr auf den Antwortbogen schreiben, nachdem die Zeit abgelaufen ist. Alle Teilnehmenden sollen den Raum leise verlassen. Die Frage- und Antwortbögen müssen ordentlich auf dem Tisch liegen gelassen werden.



## Theoretische Klausur

---

### **Lies die folgenden Anweisungen gründlich durch:**

- A. Es stehen 3 Zeitstunden zur Bearbeitung zur Verfügung.
- B. Es sind insgesamt 5 Aufgaben zu bearbeiten. Überprüfe die Vollständigkeit des Frage- (insgesamt 19 Seiten) und Antwortbogens (Answer Sheet).
- C. Schreib deinen ID-Code auf jede Seite des Antwortbogens.
- D. Schreibe deine endgültigen Antworten in die kleinen Kästchen in dem Antwortbogen. Trage Zwischenschritte nachvollziehbar in die größeren Boxen ein.

## Theoretische Klausur

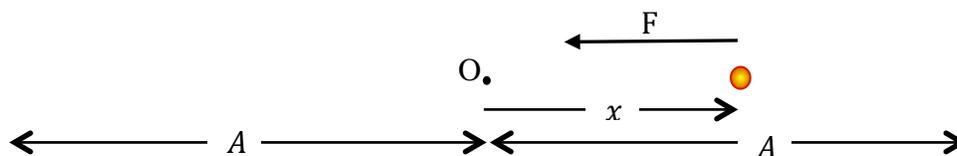
---

### Aufgabe 1

1. Oszillationen bzw. periodische Bewegungen sind überall in unserem Universum anzutreffen. Das einfachste Modell für eine solche Bewegung ist das einer *linearen rückstellenden Kraft*. Dabei wirkt auf einen Körper der Masse  $m$ , die sich in einem Abstand  $x$  von ihrer Gleichgewichtsposition befindet, eine Kraft  $F$  mit

$$F = -kx .$$

Dabei ist  $k$  eine positive Konstante, die so genannte *Kraftkonstante*. Das negative Vorzeichen (-) bedeutet, dass die Kraft immer in Richtung der Gleichgewichtsposition O bei  $x = 0$  orientiert ist.



Unter der Wirkung einer solchen Kraft führt der Körper eine harmonische Oszillation (*simple harmonic motion - SHM*) aus, das heißt er schwingt um die Ruhelage O. Die Periodendauer dieser Schwingung beträgt

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

und die Frequenz der Schwingung ist

$$\nu = \frac{1}{T} .$$

Die maximale Auslenkung  $A$  des Körpers aus seiner Gleichgewichtslage wird als *Amplitude* bezeichnet (vgl. die obige Abbildung).

## Theoretische Klausur

---

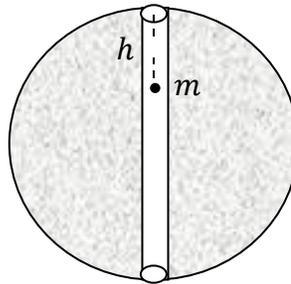
(a) Nimm an, dass der Mond als eine homogene Vollkugel mit

Radius  $R = 1,7 \cdot 10^6 \text{ m}$ ,  
Masse  $m = 2,2 \cdot 10^{22} \text{ kg}$  und

Schwerebeschleunigung auf der Mondoberfläche  $g = 1,6 \text{ m s}^{-2}$  betrachtet werden kann.

Es ist bekannt, dass die Gravitationskraft einer sphärisch symmetrischen Massenverteilung in einem Abstand  $r$  von dem Zentrum der Verteilung nur von der Masse innerhalb einer Kugel mit Radius  $r$  um das gleiche Zentrum bestimmt wird.

Betrachte die folgende Situation: Durch den Mond wird ein schmaler, gerader Tunnel gegraben, der durch seinen Mittelpunkt geht. Wie in der Abbildung gezeigt, wird ein kleiner Körper der Masse  $m$  von einem Ende des Tunnel fallengelassen.



(i) Wie groß ist die Gravitationskraft, die auf den Körper der Masse  $m$  in einer Tiefe  $h$  von der Mondoberfläche (vgl. die Abb.) wirkt? **[0,5 Pkt.]**

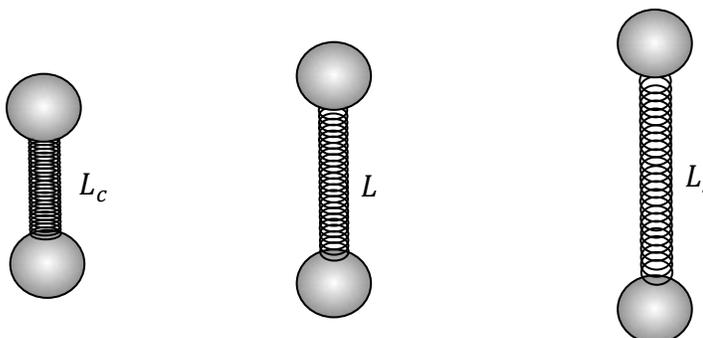
- (A)  $mg \left(1 - \frac{h}{R}\right)$       (B)  $mg \left(1 + \frac{h}{R}\right)$   
(C)  $mg \frac{h}{R}$       (D)  $mg \frac{h}{R-h}$

(ii) Zeichne in den vorbereiteten Graphen in dem Antwortbogen das Verhältnis  $F(r)/mg$  als Funktion von  $r/R$  für Werte von  $r$  zwischen 0 und  $2R$  ein.  $F(r)$  ist dabei die auf den Körper in einem Abstand  $r$  vom Zentrum des Mondes wirkende Gravitationskraft. **[1,0 Pkt.]**

(iii) Bestimme für einen Körper der Masse  $m = 0,10 \text{ kg}$  die minimale Zeit (in Sekunden), die der Körper für den Fall von der Mondoberfläche bis zum Zentrum des Mondes benötigt. **[1,0 Pkt.]**

## Theoretische Klausur

- (b) Ein Molekül wie zum Beispiel  $O_2$  besteht aus zwei identischen Atomen, die durch eine kovalente Bindung zusammengehalten werden. Man kann ein solches Molekül durch zwei identische Kugeln der Masse  $m$ , die durch eine Feder verbunden sind, modellieren. Die Feder führt zu einer linearen Kraft  $F$  mit Kraftkonstante  $k$  in Richtung der Ruhelage. Diese Kraft führt zu einer harmonischen Schwingung der Massen entlang ihrer Verbindungslinie, bei der der Abstand der Massen zwischen einem minimalen Abstand  $L_C$  und einem maximalen Abstand  $L_S$  hin- und herwechselt. Die Kraft  $F$  auf die Massen ist Null, wenn der Abstand der Massen dem Gleichgewichtsabstand  $L$  entspricht.



Offensichtlich gilt entsprechend der Abbildung  $L_C < L < L_S$ .

- (i) Die Kraftkonstante für das Molekül  $O_2$  ist  $k = 1150 \text{ N m}^{-1}$  und der Gleichgewichtsabstand beträgt  $L = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ . Bei vollständiger Streckung erhöht sich der Abstand auf einen Wert, der 6,0% größer als  $L$  ist. Berechne die Energie der Schwingungsbewegung (in  $\text{kJ mol}^{-1}$ ), also die Summe aus kinetischer und potentieller Energie, für ein Sauerstoffgas (Avogadrokonstante,  $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$ ).
- (ii) Die Atommassen der Halogene im Periodensystem betragen:

**F:** 19,0

**Cl:** 35,5

**Br:** 79,9

**I:** 126,9

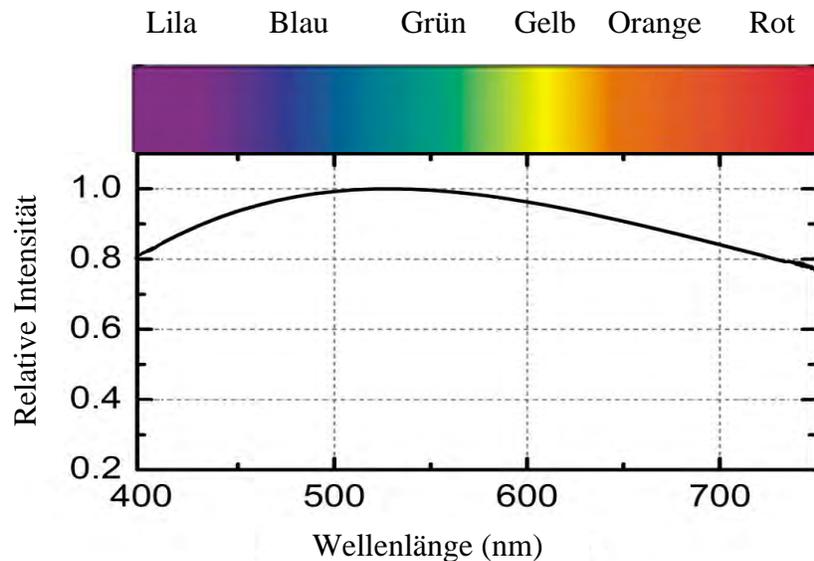
Betrachte zwei Halogene, X und Y, die zweiatomige Moleküle  $X_2$  und  $Y_2$  mit Kraftkonstanten  $k_X = 325,0 \text{ N m}^{-1}$  bzw.  $k_Y = 446,0 \text{ N m}^{-1}$  bilden. Die Schwingungsfrequenzen für die beiden Moleküle betragen  $\nu_X = 16,7 \cdot 10^{12} \text{ Hz}$  bzw.  $\nu_Y = 26,8 \cdot 10^{12} \text{ Hz}$ . Bestimme, aus welchen Halogenen die Moleküle aufgebaut sind. Schreibe deine Antwort in der Form X = \_\_\_\_\_, Y = \_\_\_\_\_ in den Antwortbogen.

**[1,0 Pkt.]**

## Theoretische Klausur

### Aufgabe 2

2. Sonnenlicht, die wichtigste natürliche Lichtquelle auf der Erde, enthält Licht in allen von uns wahrnehmbaren Wellenlängen. Wir nehmen diese als unterschiedliche Spektralfarben wahr. Im Sonnenlicht sind, wie in dem folgenden Graph gezeigt, allerdings nicht alle Wellenlängen in gleicher Intensität enthalten. Das Maximum der Intensität liegt im Wellenlängenbereich von blau-grünem Licht bei etwa 525 nm ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ).



Objekte in der Umgebung erscheinen uns aufgrund der wellenlängenabhängigen Streuung oder Absorption von Licht durch diese Objekte in unterschiedlichen Farben. Wenn ein Objekt Sonnenlicht mit genau der gleichen Intensitätsverteilung streut oder reflektiert, sieht es für uns weiß aus. Bei einer anderen Intensitätsverteilung der gestreuten oder reflektierten Strahlung wirkt es farbig.

- (a) Die Streuung von Licht an Teilchen, die viel kleiner als die Lichtwellenlänge sind (z.B. Luftmoleküle), wurde unabhängig voneinander durch Lord Rayleigh (GB) und Sir C. V. Raman (Indien) untersucht. Sie wiesen für die *Streueffektivität*  $\eta_S = I_S/I_I$  ( $I_S$  und  $I_I$  sind die Intensitäten der gestreuten bzw. einfallenden Strahlung) nach, dass diese der Proportionalität  $\eta_S(\lambda) \sim \lambda^{-4}$  genügt. Hierbei bezeichnet  $\lambda$  die Wellenlänge der einfallenden Strahlung. Der deutsche Physiker Gustav Mie zeigte später, dass bei Teilchengrößen, die in der gleichen Größenordnung wie die Wellenlänge des einfallenden Lichts sind,  $\eta_S$  typischerweise um einen Faktor 40 größer und unabhängig von der

## Theoretische Klausur

---

Wellenlänge  $\lambda$  ist. Daher unterscheidet man zwischen wellenlängenabhängiger *Rayleigh*- und wellenlängenunabhängiger *Mie-Streuung*.

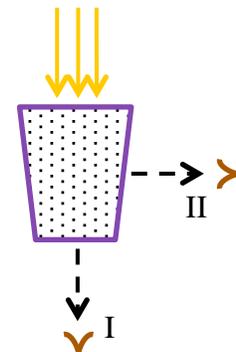
- (i) Betrachte Sonnenlicht, das durch einen transparenten, mit Stickstoff gefüllten Behälter scheint. Die Wände des Behälters seien vernachlässigbar dick. Bestimme das Verhältnis der Intensitäten des gestreuten Lichtes bei den Wellenlängen 400 nm und 650 nm. **[1,0 Pkt.]**
- (ii) Die *Sichtweite*  $R_v^0$  für reine Luft bei Wellenlängen im blau-grünem Spektralbereich beträgt etwa 300 km. Wenn aber Schwebeteilchen wie Rauch oder Staub in der Luft enthalten sind, streuen diese das Sonnenlicht sehr viel effektiver als die Luftmoleküle und die Sichtweite ist deutlich reduziert. Die Sichtweite in derart verschmutzter Luft lässt sich mit dem *Streuverlustfaktor*  $\beta_S$  ausdrücken durch

$$R_v = \frac{R_v^0}{\beta_S}.$$

Für den Streuverlustfaktor gilt  $\beta_S \sim \eta_S C$ , wobei  $C$  die Konzentration der Schwebeteilchen und  $\eta_S$  dessen Streueffektivität angibt. Für reine Luft ist  $\beta_S$  offensichtlich gleich 1. Nach einem Staubsturm befinden sich Staubteilchen mit einer Größe von 520 nm in der Luft. Die Konzentration der Staubteilchen beträgt 10%. Bestimme die resultierende Sichtweite  $R_v$  (in km) für Licht im blau-grünen Wellenlängenbereich. **[1,5 Pkt.]**

- (iii) Milch ist eine *kolloidale Suspension* bei der kleine Fetttröpfchen einer Größe von etwa 100 nm in Wasser suspendiert sind. Diese Tröpfchen streuen Licht stärker als die Wassermoleküle, so dass Milch weiß und nicht transparent erscheint.

Betrachte das folgende Experiment: Einige Tropfen Milch werden in ein Glas mit Wasser gegeben, in das von oben Sonnenlicht einfällt (s. Abb. rechts). Das Wasser wird dadurch trüb, ein wenig Sonnenlicht wird bei geringer Konzentration aber dennoch am unteren Ende des Glases zu sehen sein. Das Glas wird nun, wie in der Abbildung, von unten (I) und von der Seite (II) betrachtet.



## Theoretische Klausur

---

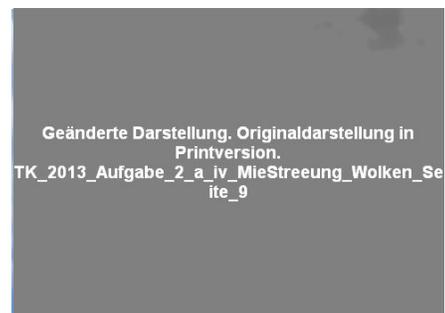
Im Vergleich zu dem unten austretenden Licht (I) erscheint das an der Seite austretende Licht (II): **[0,5 Pkt.]**

- (A) bläulich      (B) orange      (C) rötlich      (D) genau so

(iv) Welches der folgend abgebildeten atmosphärischen Phänomene wird hauptsächlich durch Mie-Streuung hervorgerufen? **[0,5 Pkt.]**



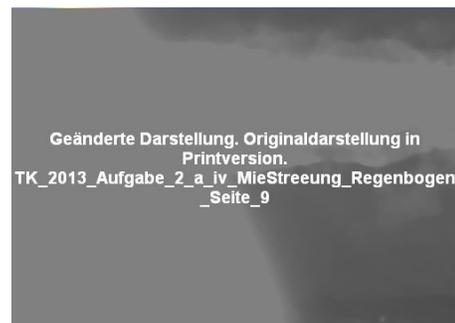
(A) Roter Sonnenuntergang



(B) Weiße Wolken



(C) Blauer Himmel



(D) Regenbogen

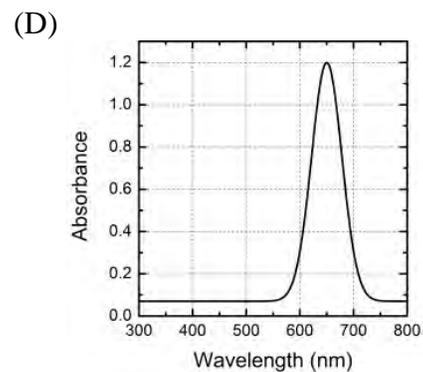
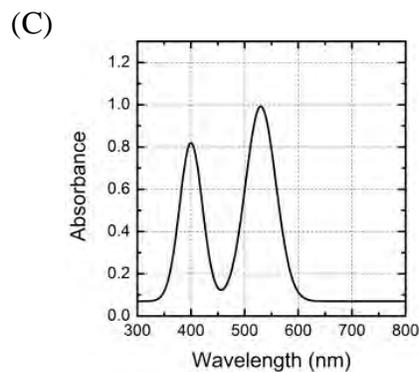
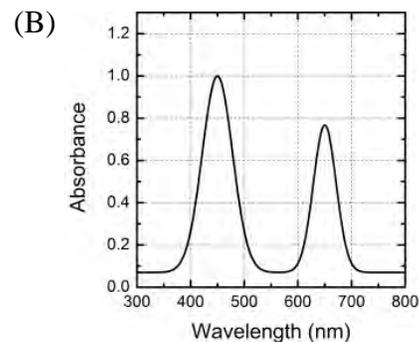
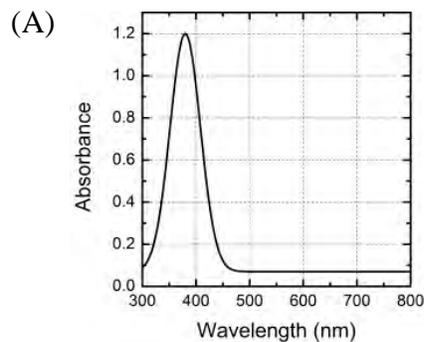
Bildquellen:

- (A) <http://bostern.wordpress.com>      (B) <http://www.kaneva.com>  
(C) <http://lisathatcher.wordpress.com>      (D) <http://www.freefoto.com>

## Theoretische Klausur

(b) Pflanzen absorbieren Sonnenlicht und speichern Energie in chemischer Form, indem sie Wasser und  $\text{CO}_2$  in Kohlenhydratmolekülen verbinden. Dieser komplizierte Prozess ist die *Photosynthese*. Ihre Entdeckung ist eine lange und faszinierende Geschichte, die im 17. Jahrhundert mit dem niederländischen Arzt Jan van Helmont begann. In den 1920'er Jahren wurden wichtige Arbeiten zur Physiologie der Photosynthese von dem indischen Wissenschaftler Sir J. C. Bose durchgeführt, deren Details zum Teil auch heute noch untersucht werden.

- (i) Die grüne Farbe von Blättern und Pflanzensprossen wird in der Regel durch Chlorophyll hervorgerufen, das hauptsächlich für die Photosynthese verantwortlich ist. Welche der folgenden Abbildungen (Absorption–Absorbance, Wellenlänge–Wavelength) gibt das Absorptionsspektrum von Chlorophyll korrekt wieder? **[1,0 Pkt.]**



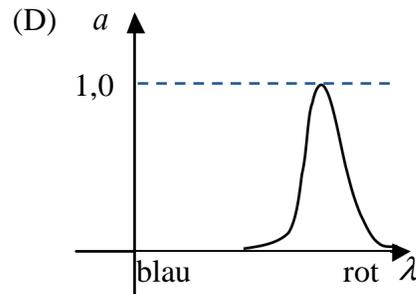
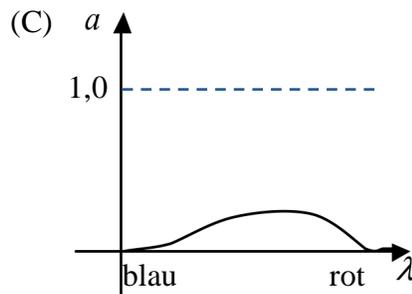
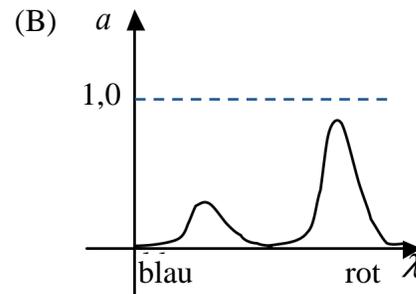
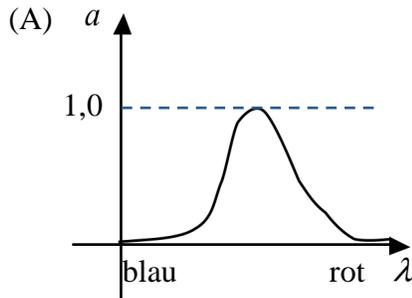
- (ii) Nimm an, dass die Photosyntheserate proportional zur der Menge an absorbiertem Licht ist (vgl. die obige Abb.). Bei welcher Wellenlänge (in nm) wäre dann die Photosyntheserate in grünen Pflanzen maximal? **[0,5 Pkt.]**

## Theoretische Klausur

---

- (iii) Lange Zeit wurde angenommen, dass nur Pflanzen in der Lage seien, Sonnenenergie zu absorbieren und in nutzbare Energie umzuwandeln. Mit der Entwicklung der Solarzellen wurde es aber möglich, ähnlich der Photosynthese, Lichtenergie zu konvertieren und als elektrische Energie nutzbar zu machen.

Die vier folgenden Graphen zeigen die charakteristischen Absorptionsspektren ( $a$ ) von vier unterschiedlichen Materialien, die potentiell für Solarzellen verwendet werden können. Welches dieser Materialien würde die größte Effizienz zur Umwandlung von Sonnen- in elektrische Energie bieten? **[1,0 Pkt.]**



## Theoretische Klausur

---

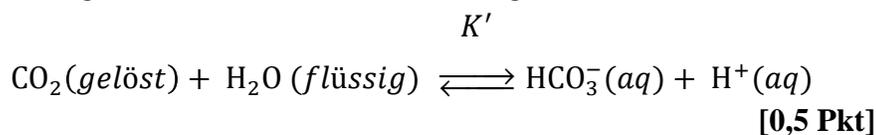
### Aufgabe 3

3. Für lebende Organismen ist es unabdingbar, dass im Blut und in den interzellulären Flüssigkeiten der geeignete pH-Wert erhalten bleibt. Das ist vorrangig darauf zurückzuführen, dass die Funktionalität von Enzymen, die diese Prozesse katalysieren, normalerweise vom pH-Wert abhängt und geringe Änderungen im pH-Wert bereits zu ernstesten Erkrankungen führen können. Der pH-Wert von menschlichem Blutplasma beträgt 7,4. Das Vorkommen von  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  und  $\text{CO}_2$  in Körperflüssigkeiten hilft, den pH-Wert im Blut zu stabilisieren, auch dann wenn  $\text{H}^+$ -Ionen durch andere biochemische Vorgänge im Körper hinzugefügt oder entfernt werden.
- (a) Die Dissoziation von  $\text{H}_2\text{CO}_3$  im Blut erfolgt in zwei Teilschritten. Notiere die entsprechenden stöchiometrisch bilanzierten Teilreaktionen. **[0,5 Pkt]**
- (b) Die Gleichgewichtskonstanten für diese Reaktionen seien  $K_1$  bzw.  $K_2$ . Bei einer Körpertemperatur von  $37^\circ\text{C}$  haben diese Konstanten die Werte  $K_1 = 2,2 \cdot 10^{-4}$  bzw.  $K_2 = 4,8 \cdot 10^{-11}$ .
- (i) Berechne die Konzentration an  $\text{H}^+$ -Ionen in einer Lösung bei  $37^\circ\text{C}$  sowie deren pH-Wert, unter der Voraussetzung, dass  $\text{H}_2\text{CO}_3$  und  $\text{HCO}_3^-$  in dieser Lösung in gleichen Konzentrationen (in mol/L) vorhanden sind. **[0,5 Pkt]**
- (ii) Berechne das Verhältnis der Konzentrationen von  $\text{HCO}_3^-$  und  $\text{CO}_3^{2-}$ , die erforderlich sind, damit sich im Blut ein pH-Wert von 7,4 einstellt. **[1,0 Pkt]**
- (c) Normalerweise befindet sich im menschlichen Körper das im Blut gelöste  $\text{H}_2\text{CO}_3$  im Gleichgewicht mit dem im Blut gelösten  $\text{CO}_2$ :



Bei  $37^\circ\text{C}$  hat die Gleichgewichtskonstante  $K_3$  den Wert  $5,0 \times 10^{-3}$ .

Berechne die Gleichgewichtskonstante  $K'$  für die folgende Gesamtreaktion:





## Theoretische Klausur

---

- (d) Blutplasma hat bei einer Temperatur von  $38^{\circ}\text{C}$  eine Pufferkapazität an Gesamtkarbonat, bestehend aus seiner Mischung von  $\text{HCO}_3^-$  und  $\text{CO}_2$ , mit einer Gesamtkonzentration von  $3,4 \cdot 10^{-2}$  M. Bei dieser Temperatur beträgt der Wert für die Gleichgewichtskonstante  $K'$   $1,3 \cdot 10^{-6}$ . Die Konzentration an  $\text{H}_2\text{CO}_3$  ist vernachlässigbar gering.

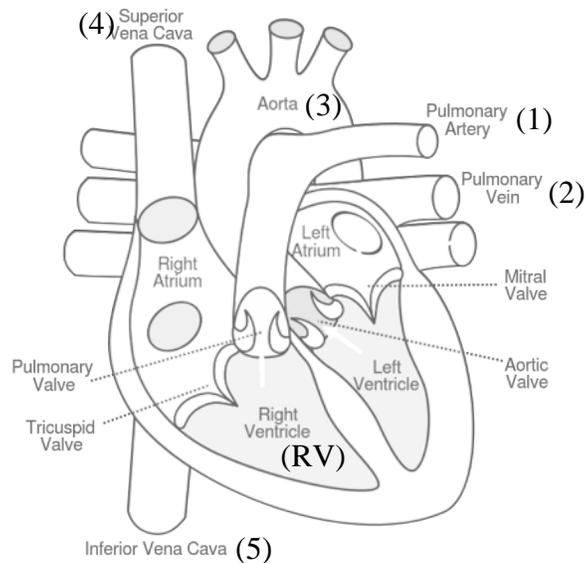
Berechne das Verhältnis der Konzentrationen von  $\text{CO}_2$  (*gelöst*) und  $\text{HCO}_3^-$  sowie ihre jeweiligen individuellen Konzentrationen in der Blutprobe mit einem pH-Wert von 7,4.

**[1,5 Pkt]**

Theoretische Klausur

**Aufgabe 4**

4. Das menschliche Herz hat Kammern – die *linke Vorkammer*, die *rechte Vorkammer*, die *linke Herzkammer* und die *rechte Herzkammer*. Diese vier Kammern und die verschiedenen Blutgefäße, die mit dem Herzen verbunden sind, sind in folgender Abbildung dargestellt:



<b>Wesentliche Blutgefäße, die zum Herzen bzw. von ihm weg führen</b>	<b>Herzkammern</b>
1. Lungenarterie	RA) rechte Vorkammer
2. Lungenvene	RV) rechte Herzkammer
3. Aorta	LA) linke Vorkammer
4. obere Hohlvene	LV) linke Herzkammer
5. untere Hohlvene	

- (a) Welche der genannten Strukturen transportieren sauerstoffarmes Blut? **[1,0 Pkt.]**

## Theoretische Klausur

---

- (b) Folgende Tabelle zeigt das Blutvolumen  $V$  in der linken Herzkammer eines Patienten zu unterschiedlichen Zeiten  $t$  während eines Herzzyklus.

$t$ (s)	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
$V$ (cm <sup>3</sup> )	80	89	75	60	48	47	70	80	89

Welchen Puls (in Schlägen / Minute) hat der Patient ausgehend von der Tabelle? **[0,5 Pkt]**

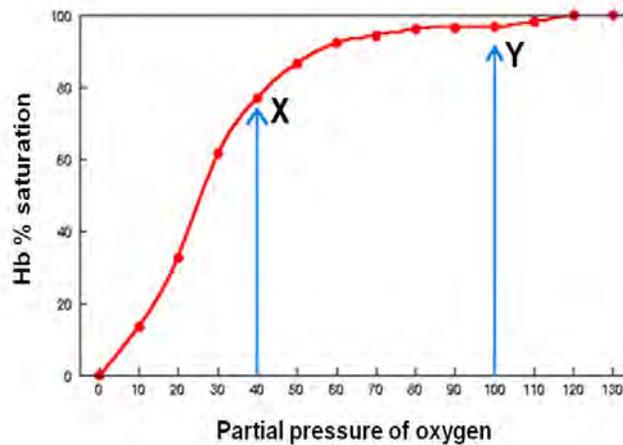
- (c) Zu verschiedenen Zeitpunkten des Herzzyklus sind Segelklappe (mitral valve) bzw. Taschenklappe (aortic valve) der linken Herzkammer geöffnet bzw. geschlossen, um den Blutfluss zu steuern. In welchem Zustand befinden sich diese Klappen zu den Zeitpunkten 0,2 s und 0,6 s gemäß Tabelle aus 4 (b)? Trage die Antworten in die entsprechende Tabelle auf dem Antwortbogen ein. (O = offen (open), C = geschlossen (closed)) **[1,5 Pkt]**

Zeit	Segelklappe (mitral valve)	Taschenklappe (aortic valve)
0,2 s		
0,6 s		

- (d) Während des Herzzyklus fließt Blut aus dem Herz in die Aorta. Unter Verwendung der Tabelle aus 4(b) und angenommen der Durchmesser der Aorta beträgt 2,4 cm, wie groß ist die durchschnittliche Fließgeschwindigkeit (in cm s<sup>-1</sup>) des Blutes in die Aorta während eines vollständiges Herzzyklus? **[1,0 Pkt]**
- (e) Aus der Aorta und den Arterien fließt das Blut in die Arteriolen und die dünnwandigen Kappillaren. Angenommen alle Arterien im Körper besitzen eine Querschnittsfläche von 7,0 cm<sup>2</sup>, berechne die durchschnittliche Fließgeschwindigkeit (in cm s<sup>-1</sup>) in den Arterien mit dem gleichen Blutvolumen, das auch durch die Aorta fließt. **[0,5 Punkte]**

## Theoretische Klausur

- (f) Der Grad an Sauerstoffsättigung des Hämoglobin (Hb) kann durch Messung des Sauerstoff-Partialdrucks in verschiedenen Geweben im Körper bestimmt werden. Der folgende Graph zeigt die Sauerstoffsättigung des Hämoglobin (*Hb % saturation*) in Abhängigkeit unterschiedlicher Sauerstoffpartialdrücke (*Partial pressure of oxygen*). Zwei Punkte X und Y sind in dem Graphen markiert.



Unter Verwendung dieses Graphen, ordne die Sauerstoffsättigung des Hämoglobins an den Punkten X und Y den entsprechenden Sauerstoffpartialdrücken im Körper zu. Fülle die Tabelle auf dem Antwortbogen durch Einsetzen von X und Y an den entsprechenden Stellen aus. **[1,0 Pkt]**

Aorta	Nieren- vene	Alveolar- raum in der Lunge	Lungen- arterie

## Theoretische Klausur

---

### Aufgabe 5

5. Der Gepard ist eine Wildkatze, die in Indien bereits ausgerottet wurde aber glücklicherweise noch in anderen Erdteilen vorkommt. Zwei seiner herausragenden Fähigkeiten sind seine hohe Laufgeschwindigkeit und schnelle Beschleunigung. Er kann aus der Ruhe auf seine Maximalgeschwindigkeit, die  $30 \text{ m s}^{-1}$  beträgt innerhalb von  $3,0 \text{ s}$  beschleunigen. (Zum Vergleich ein schneller Sportwagen wie ein Porsche benötigt  $4,0 \text{ s}$ , um die gleiche Geschwindigkeit zu erreichen).



Bildquelle: <http://www.vimeo.com>

Obwohl der Gepard sehr schnell beschleunigt und sehr schnell läuft, kann er keine langen Distanzen mit seiner Maximalgeschwindigkeit zurücklegen, da er zu schnell ermüdet. Schafft er es nicht seine Beute während dieser Zeit zu erlegen, muss er die Jagd abbrechen.

- (a) Betrachte einen Geparden mit einer Masse von  $50 \text{ kg}$ . Dieser soll aus der Ruhe innerhalb von  $3,0 \text{ s}$  auf seine Maximalgeschwindigkeit von  $30 \text{ m s}^{-1}$  beschleunigen. Danach soll er weitere  $20 \text{ s}$  mit der Maximalgeschwindigkeit laufen.
- (i) Berechne die durchschnittliche Beschleunigung des Geparden, um seine Maximalgeschwindigkeit zu erreichen. **[0,5 Pkt]**
- (ii) Berechne den Weg, den der Gepard während der ersten  $3,0 \text{ s}$  zurücklegt, wenn man annimmt, dass die Beschleunigung konstant ist. **[0,5 Pkt]**

## Theoretische Klausur

---

- (iii) Der Gepard muss Arbeit gegen die Reibung aufbringen, welche hauptsächlich aus dem Luftwiderstand herrührt. Nimm an, dass die Reibungskraft immer 100 N beträgt. Berechne die insgesamt von dem Geparden während der ersten 23,0 s aufgebrauchte mechanische Arbeit. **[1,0 Pkt]**
- (b) Während der ersten 23,0 s des Laufs steigt die Körpertemperatur des Geparden von 38,5 °C auf 40,0 °C. Nimm an, dass die spezifische Wärmekapazität des Geparden 4,2 kJ kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup> beträgt.
- (i) Die Körpererwärmung des Geparden soll in dieser Zeit gleichmäßig (linear) erfolgen. Berechne die Gesamtwärme, die durch den Stoffwechsel des Geparden erzeugt wird. Vernachlässige dabei Wärmeverluste an die Umgebung. **[1,0 Pkt]**
- (ii) Nimm an, dass ein Teil der freigesetzten Energie in Wärme umgewandelt und der Rest zur Verrichtung mechanischer Arbeit des Geparden benötigt wird. Berechne den Anteil der Gesamtenergie, der in kinetische Energie umgewandelt wird. **[1,0 Pkt]**
- (b) Am Anfang seines Laufs gewinnt der Gepard seine Energie aus der aeroben Atmung, bei der Glucose in Anwesenheit von Sauerstoff oxidiert wird, wobei ATP gebildet wird. Während dieses Prozesses werden aus jedem mol Glucose 36 mol ATP gebildet. Diese Anzahl an ATP-Molekülen kann eine Energie von 1130 kJ freisetzen. Das Laufen mit hohen Geschwindigkeiten erhöht den Sauerstoffbedarf, was in einer erhöhten Atemrate von 150 Atemzügen pro Minute resultiert.
- (i) Schreibe die ausgeglichene Reaktionsgleichung für die aerobe Atmung auf. **[1,0 Pkt]**
- (ii) Der Gepard soll 400 kJ Energie, ausschließlich mit aerober Atmung freisetzen. Berechne das Volumen an Sauerstoff, welches hierfür benötigt wird. Nimm an, dass das molare Volumen von Sauerstoff 24,5 Liter beträgt. **[1,0 Pkt]**
- (iii) Der Gepard entzieht der Luft während der Atmung Sauerstoff. Die eingeatmete Luft (ca. 500 mL je Atemzug) hat einen Sauerstoffanteil von 20,0 % (Volumenprozent), während die ausgeatmete Luft 15,0 % Sauerstoff (Volumenprozent) enthält. Berechne das Volumen an Sauerstoff, welches der Gepard während seines 23,0 s langen Laufs nutzen kann, wenn man annimmt, dass er mit einer Rate von 150 Atemzügen pro Minute atmet. **[1,0 Pkt]**



## Theoretische Klausur

---

- (c) Es sollte sich aus den obigen Fragen ergeben, dass der Gepard seinen Energiebedarf für seine Muskeln nicht ausschließlich durch aerobe Atmung decken kann. Aus diesem Grund muss der ATP-Bedarf durch anaerobe Atmung (Gärung) gedeckt werden. Für diesen Fall werden jedoch nur zwei mol ATP aus einem mol Glucose gebildet.
- (i) Anaerobe Atmung (Gärung) setzt die Energie aus Glucose in ATP um. Wenn ein mol Glucose verbrannt wird, werden dabei 2872 kJ an Energie freigesetzt. Berechne das Verhältnis der Effizienzen der anaeroben Atmung (Gärung) im Vergleich zur Verbrennung von Glucose. **[1,0 Pkt]**
- (ii) Nimm an die 400 kJ, die vom Geparden für den Lauf benötigt werden, sollen ausschließlich durch anaerobe Atmung (Gärung) freigesetzt werden. Berechne für diesen Fall die Masse an Glucose (in kg) die benötigt wird. **[1,5 Pkt]**