



Wasser und Nachhaltigkeit

Multiple-Choice Klausur

5. Dezember 2017

Lies die "PRÜFUNGSREGELN" und die "HINWEISE ZUR BEARBEITUNG" gewissenhaft durch!



Radboud Universiteit



Hogeschool



van Arnhem en Nijmegen

slo

PRÜFUNGSREGELN

1. Du darfst KEINE persönlichen Dinge außer Deiner Wasserflasche, persönlicher Medikamente oder angemeldeter medizinischer Hilfsmittel in den Prüfungsraum mitbringen.
2. Du musst an dem für Dich bestimmten Tisch sitzen.
3. Überprüfe, ob die von den Organisatoren zur Verfügung gestellten Materialien (Stift, Taschenrechner und Notizpapier) vollständig sind.
4. Beginne NICHT mit der Bearbeitung der 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. Hebe Deine Hand, wenn Du auf die Toilette musst.
7. Störe andere Teilnehmende NICHT während der Prüfung. Falls du Hilfe brauchst, hebe Deine Hand und warte, bis eine Aufsicht führende Person zu Dir an den Platz kommt.
8. Es werden KEINE Fragen oder Diskussionen zu den Aufgabenstellungen zugelassen. Auch wenn Du mit der Bearbeitung deiner Klausur fertig bist, musst Du an Deinem Tisch sitzen bleiben, bis die Prüfungszeit zu Ende ist.
9. Am Ende der Prüfungszeit gibt es ein STOPPSIGNAL. Nach diesem Signal darfst Du NICHTS mehr in Deinen Antwortbogen eintragen.
Hinterlasse Dein Aufgabenblatt, deinen Antwortbogen sowie die zur Verfügung gestellten Materialien (Stift, Taschenrechner und Notizpapier) ordentlich abgelegt auf Deinem Tisch. Verlasse Deinen Platz NICHT, bevor nicht alle Antwortbögen eingesammelt worden sind.

HINWEISE ZUR BEARBEITUNG

1. Nach dem STARTSIGNAL stehen Dir 3 Zeitstunden zur Bearbeitung der gesamten Klausur zur Verfügung.
2. Benutze NUR den Kugelschreiber und den Bleistift, die Dir von den Organisatoren zur Verfügung gestellt wurden.
3. Überprüfe, ob Dein Name, Dein Code und Deine Nation auf dem Antwortbogen stehen und unterschreibe den Antwortbogen. Hebe Deine Hand, wenn Du keinen Antwortbogen hast.
4. Lies jede Aufgabe aufmerksam durch und wähle Deine Antwort, indem Du den entsprechenden Großbuchstaben auf dem Antwortbogen ankreuzt (siehe Beispiel). Bei jeder Frage ist nur eine Antwortalternative korrekt.

Beispiel: (A) ist die von Dir gewählte Antwort.

1	A	B	C	D
---	--------------	---	---	---

5. Willst Du Deine Antwort ändern, umkreise die von Dir zunächst angekreuzte Antwort und markiere dann die von Dir neu gewählte Antwort durch ein Kreuz (siehe Beispiel). Du kannst pro Aufgabe nur EINE Korrektur vornehmen.

Beispiel: (A) ist Deine zuerst gewählte Antwort und (D) ist Deine endgültige Antwort.

1	A	B	C	D
---	--------------	---	---	--------------

6. Nur der Antwortbogen wird bewertet. Bevor Du Deine Antworten endgültig in den Antwortbogen einträgst, nutze das Dir zur Verfügung gestellte Notizpapier.
7. Bewertung

Korrekte Antwort : + 1,0 Punkte
Falsche Antwort : - 0,25 Punkte
Keine Antwort : 0 Punkte

8. Es gibt insgesamt 30 Aufgaben. Überprüfe nachdem das STARTSIGNAL gegeben wurde, ob Deine Aufgabenseiten vollständig sind (insgesamt 16 Seiten: Seite 5 - Seite 20). Hebe Deine Hand, wenn Dir Seiten fehlen.
9. Hilfreiche Informationen zur Beantwortung der Aufgaben (Atommassen, Konstanten und Gleichungen) findest Du auf Seite 4.

ALLGEMEINE INFORMATIONEN

Die ersten zwanzig Elemente des Periodensystems mit den entsprechenden relativen Atommassen							
H 1,008							He 4,003
Li 6,941	Be 9,012	B 10,81	C 12,01	N 14,01	O 16,00	F 19,00	Ne 20,18
Na 22,99	Mg 24,31	Al 26,98	Si 28,09	P 30,97	S 32,06	Cl 35,45	Ar 39,95
K 39,10	Ca 40,08						

Konstanten

Fallbeschleunigung: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Universelle Gaskonstante: $R = 8,3145 \text{ J/(mol K)}$

Gleichungen

Kreisfläche: $A = \pi r^2$

Kreisumfang: $C = 2\pi r$

Volumen: $V = Ah$

Dichte: $\rho = \frac{m}{V}$

Druck: $p = \frac{F}{A}$

Wärme: $Q = mc\Delta T$

Leistung: $P = \frac{E}{t}$

Gravitationspotential: $E_p = mgh$

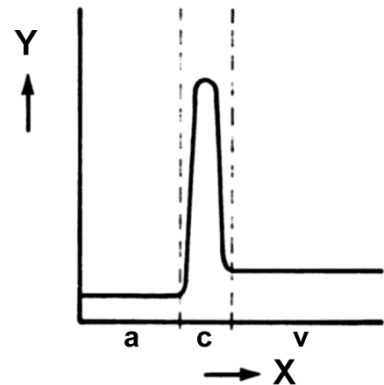
Ohmsches Gesetz: $U = IR$

Biologie-Aufgaben

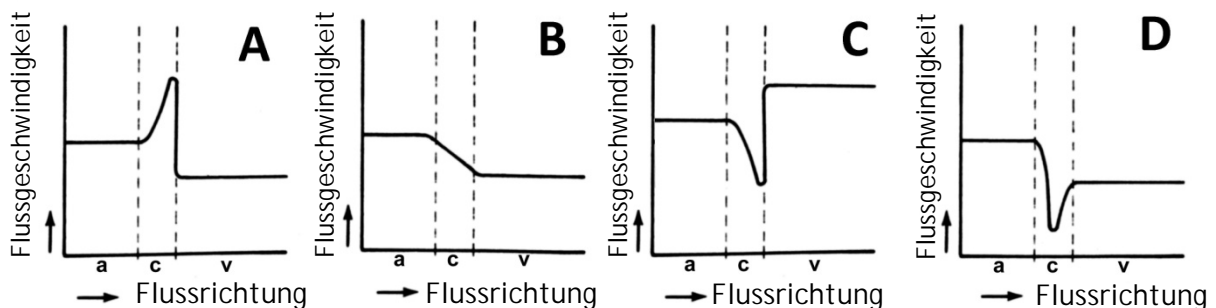
Flussgeschwindigkeit von Blut

In einem Muskel des Oberarms eines Menschen fließt das Blut durch Arterien, Kapillargefäße und Venen. Das Bild zeigt die Gesamtquerschnittsfläche von einer dieser Arterien (a), den folgenden Kapillargefäßen (c) und den dazugehörigen Venen (v).

X = Flussrichtung des Blutes
Y = Gesamtquerschnittsfläche

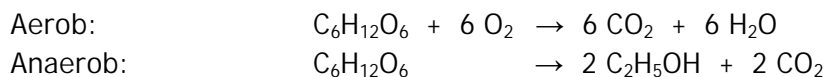


1. Welches der folgenden Bilder gibt die Flussgeschwindigkeit des Blutes durch eine Arterie, die folgenden Kapillargefäße und die dazugehörigen Venen korrekt wieder?



Gärung und Respiratorischer Quotient RQ

Floris untersucht die Umwandlung von Glukose durch Hefe. Die Glukose wird sowohl anaerob als auch aerob abgebaut. Berücksichtige die folgenden Reaktionsschemata:



Floris beginnt mit einer Lösung die 0,50 mol Glukose und etwas Hefe enthält. Indem er den Masseverlust bestimmt kann er die Menge des erzeugten CO_2 ermitteln.

Nachdem die gesamte Glukose abgebaut ist, beträgt der Masseverlust durch die Bildung von CO_2 79,2 g (= 1,8 mol CO_2). Floris nimmt an, dass kein Kohlenstoffdioxid in der Lösung verblieben ist. Jetzt kann Floris den Respiratorischen Quotienten dieses Prozesses berechnen.

Der Respiratorische Quotient ist wie folgt definiert:

$$RQ = \frac{\text{produziertes CO}_2 \text{ in mol}}{\text{verbrauchter O}_2 \text{ in mol}}$$

2. Wie lautet der korrekte Respiratorische Quotient?

- A RQ = 0,67
- B RQ = 1,2
- C RQ = 1,5
- D RQ = 1,8

Glukosekonzentration im Blut

Die Abbildung zeigt den Blutfluss in einem Säugetier. Vier Stellen sind mit A, B, C und D gekennzeichnet.

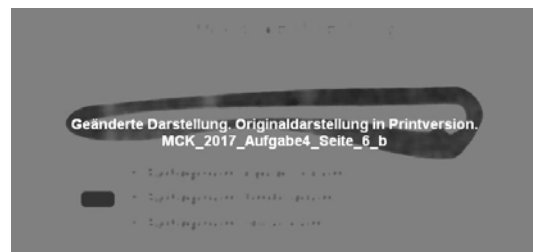
3. An welcher dieser Stellen hat das Blut die geringste Glukosekonzentration?



Sphagnum

Die Verbreitung von *Sphagnum*-Arten (Moos) wird durch den pH-Wert beeinflusst, aber nicht durch andere abiotische Faktoren.

Tom untersucht nach einer langen Zeit stabiler Wetterverhältnisse die Verbreitung von drei verschiedenen *Sphagnum*-Arten auf einer kleinen Insel, die von Brackwasser umgeben ist. Die Ergebnisse sind unten abgebildet.



Drei Schlussfolgerungen sind:

- I *Sphagnum squarrosum* kann nur bei pH-Werten > 4,0 überleben.
- II Konkurrenz kommt zwischen *Sphagnum recurvum* und *Sphagnum fimbriatum* vor.
- III *Sphagnum recurvum* und *Sphagnum squarrosum* haben überlappende Habitate.

4. Welche der Schlussfolgerungen ist / sind richtig?

- A Nur II
- B Nur I und III
- C Nur II und III
- D I, II und III

Heuaufguss

Mary kocht Wasser und getrocknetes Gras für einige Zeit in einem Becherglas und lässt es für einige Tage offen stehen. Während dieser Zeit werden nur heterotrophe Bakterien im Becherglas gefunden. Nach 10 Tagen fügt sie einige Tropfen Wasser aus einem Bach hinzu und verschließt das Becherglas mit einem Deckel. Im Bachwasser befanden sich nur heterotrophe Einzeller aber keine Bakterien oder Pilze. Mary bestimmt über drei Monate regelmäßig die Populationsgrößen der verschiedenen Arten im Becherglas. Insgesamt wurden 6 verschiedene Arten (p - u) gefunden. Das Diagramm zeigt die Individuenanzahl pro mL im Becherglas.



$X = \text{Zeit (Tage)}$; $Y = \text{Anzahl der Individuen pro mL}$

Beim Betrachten der Ergebnisse zieht Mary zwei Schlussfolgerungen in Erwägung.

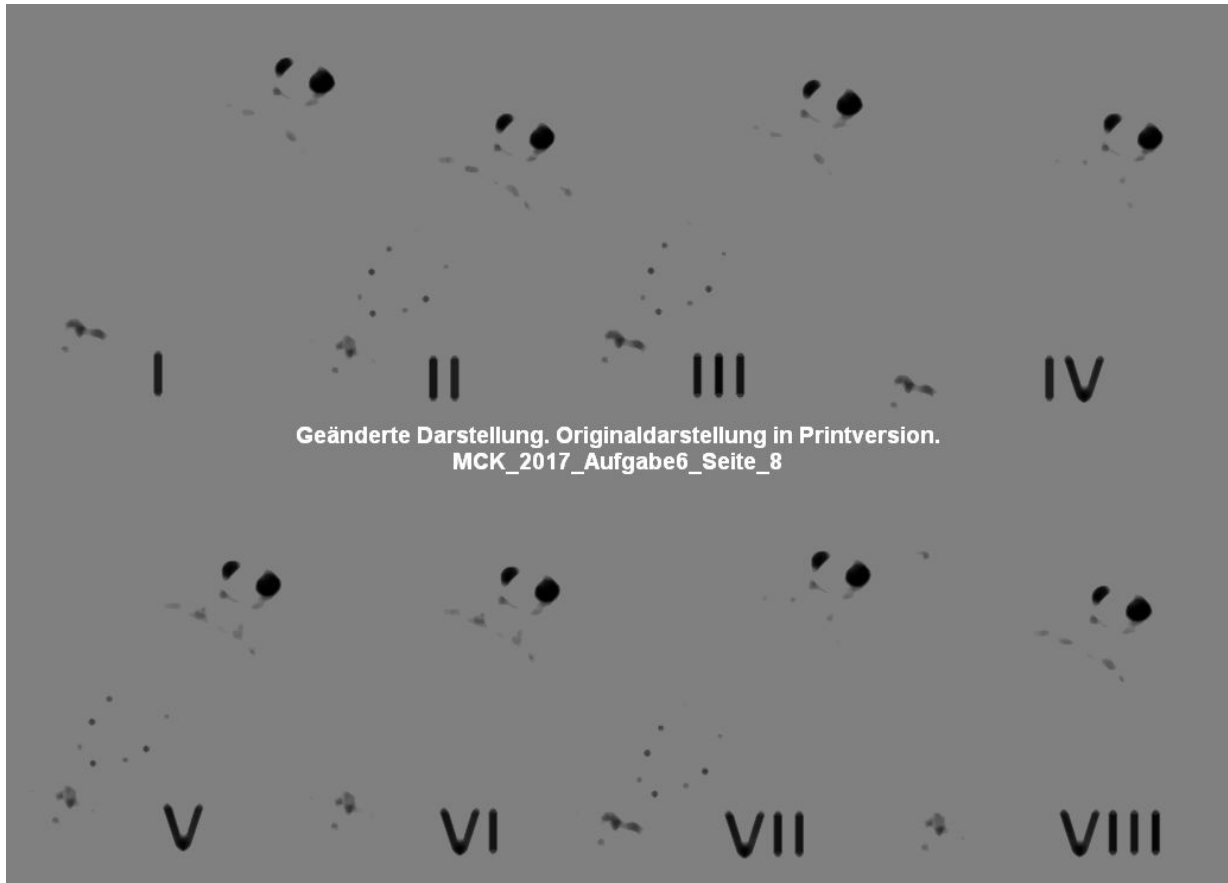
- I Letztendlich wird die Anzahl sich teilender Bakterien auf Null absinken.
- II Letztendlich wird sich ein Klimax-Stadium entwickeln. In diesem stehen Bakterien und andere heterotrophe Einzeller in einem stabilen Gleichgewicht.

5. Welche der Schlussfolgerungen ist / sind richtig?

- A Nur I
- B Nur II
- C Sowohl I als auch II
- D Weder I noch II

Identifikation von *Caminalcules*-Arten

In der modernen Biologie spielt die DNA eine entscheidende Rolle bei der Unterscheidung verschiedener Arten. In der Vergangenheit wurden die Arten in erster Linie anhand von äußeren Merkmalen unterschieden. Die folgende Abbildung zeigt *Caminalcules*-Arten: nicht wirklich existierende Wesen, die Joseph Camin erfand, um seinen Schülern die Unterscheidung verschiedener Arten und das Aufstellen von Stammbäumen zu erklären.



Drei der folgenden vier Merkmale genügen, um die acht gezeigten *Caminalcules*-Arten zu unterscheiden:

Lange Arme, langer Körper, Auftreten von Punkten, Auftreten von Fingern

6. Welches der folgenden vier Merkmale wird NICHT gebraucht?
- A Lange Arme
 - B Langer Körper
 - C Auftreten von Punkten
 - D Auftreten von Fingern

Wasserverlust

In einer Pilotstudie wurde der tägliche Wasserverlust einer Gruppe von Versuchspersonen unter verschiedenen Bedingungen untersucht. Drei Prozesse wurden untersucht: Diffusion von Wasser über die Haut (nicht Schwitzen), Atmung und Urinproduktion. Die Tabelle zeigt die Ergebnisse in ungeordneter Reihenfolge.

	Durchschnittlicher täglicher Wasserverlust in mL/Tag		
	leichtes Training bei 20 °C	leichtes Training bei 30 °C	anstrengendes Training bei 20 °C
Prozess I	350	250	650
Prozess II	50	50	50
Prozess III	1400	1300	600

7. Welcher Prozess kann der Atmung und welcher der Urinproduktion zugeordnet werden?

	Atmung	Urinproduktion
A	Prozess I	Prozess II
B	Prozess I	Prozess III
C	Prozess II	Prozess III
D	Prozess III	Prozess I

Temperatur-sensitive Allele

Manche Fliegenarten haben Allele, die temperaturabhängig ausgeprägt werden. Entsprechend der folgenden Tabelle entwickeln sich befruchtete Eier nur unterhalb einer bestimmten Temperatur.

Genotyp	Temperaturgrenze der Entwicklung
EE	< 18 °C
Ee	< 20 °C
ee	< 28 °C

Zwei Fliegen, beide mit dem Genotyp Ee, paaren sich. Deren befruchteten Eier (F1) entwickeln sich bei 19 °C. Die F1-Fliegen paaren sich zufällig untereinander und die daraus entstandenen Eier entwickeln sich wiederum bei 19 °C.

8. Welcher Anteil der Eier aus den F1-Paarungen wird sich nicht entwickeln?

- A 1/9
- B 2/9
- C 4/9
- D 6/9

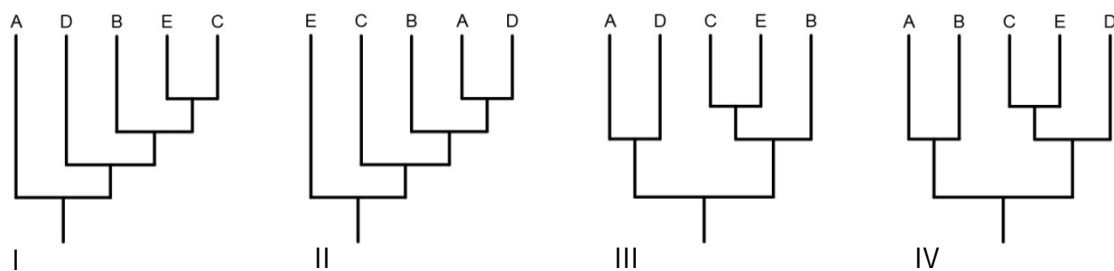
DNA und evolutionäre Verwandtschaft

Einige Einwohner (A - E) der gleichen Stadt haben sich mit der Legionärs-Krankheit infiziert. Es ist wichtig herauszufinden, von wie vielen und welchen Infektionsherden der Ausbruch ausgeht, um die Ausbreitung der Krankheit einzugrenzen. Um die Zahl der Infektionsherde zu identifizieren, wurde die DNA der Erreger extrahiert und die Allele von sieben verschiedenen Genen ermittelt. Zwischen jeweils zwei Patienten wurden die Allele der sieben Gene verglichen und gezählt, bei wie vielen der Gene Unterschiede bestehen. Dies entspricht der 'Verwandtschaft' der beiden Erreger zueinander. Wenn die Erreger zweier Patienten in allen sieben Genen übereinstimmen, ist die Verwandtschaft 0, wohingegen das Auftreten verschiedener Allele an jedem der sieben Gene einer Verwandtschaft von 7 entspricht. Die paarweise Verwandtschaft aller Erreger der Patienten A - E ist in der folgenden 'Verwandtschaftsmatrix' gegeben.

Verwandtschaftsmatrix					
Patient A	Patient B	Patient C	Patient D	Patient E	
	5	5	1	4	Patient A
		2	5	2	Patient B
			6	1	Patient C
				6	Patient D
					Patient E

Die Daten aus der Matrix können verwendet werden um die Verwandtschaft der Erreger von den Patienten A - E in einem Stammbaum (Dendrogramm) darzustellen.

9. Welcher der folgenden Stammbäume gehört zu der Verwandtschaftsmatrix?



- A I
- B II
- C III
- D IV

Legionella

Stämme der Gattung *Legionella* (die Bakterien, die die Legionärs-Krankheit verursachen) können durch die Allele des *flaA* Gens bestimmt werden. Dieses Gen kodiert für ein Protein, das Teil des bakteriellen Flagellums ist.

Die Nukleobasen 670 bis 700 des kodierenden Strangs der DNA eines Allels vom *Legionellen* *flaA* Gen ist unten dargestellt. Die Nukleobasen 197 bis 199 bilden das Start-Codon.

	670-----700	
5'	TTTCAGTATCGGCAGCACAAAAGCTTCTTCT	3'

10. Wie lautet die korrekte Reihenfolge der Aminosäuren im Proteinabschnitt, der durch das angegeben DNA-Stück oben kodiert wird? Nutze dafür die untenstehende Tabelle, in der der genetische Code dargestellt ist.

Genetischer Code												
Erste Nukleobase (5'-Ende)	Zweite Nukleobase								Dritte Nukleobase (3'-Ende)			
	U		C		A		G					
U	UUU	Phe (F)	UCU	Ser (S)	UAU	Tyr (Y)	UGU	Cys (C)	U			
	UUC		UCC		UAC		UGC		C			
	UUA	Leu (L)	UCA	UAG	UAA	Stop	UGA	Stop	A			
	UUG		UCG		UGG		Trp (W)		G			
C	CUU	Pro (P)	CCU	CAU	His (H)	CGU	Arg (R)	U				
	CUC		CCC						CAC	CGC	C	
	CUA		CCA						CAA	Gln (Q)	CGA	A
	CUG		CCG						CAG	CGG	G	
A	AUU	Ile (I)	ACU	Thr (T)	AAU	Asn (N)	AGU	Ser (S)	U			
	AUC		ACC		AAC		AGC		C			
	AUA		ACA		AAA	Lys (K)	AGA	Arg (R)	A			
	AUG	Met (M)	ACG		AAG	AGG	G					
G	GUU	Val (V)	GCU	Ala (A)	GAU	Asp (D)	GGU	Gly (G)	U			
	GUC		GCC		GAC		GGC		C			
	GUA		GCA		GAA	Glu (E)	GGA	A				
	GUG		GCG		GAG	GGG	G					

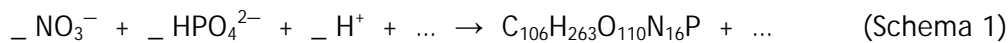
- A Phe - Ser - Ile - Gly - Ser - Thr - Lys - Ala - Ser - Ser
 B Phe - Gln - Tyr - Trp - Gln - His - Lys - Ser - Phe - Phe
 C Ser - Val - Ser - Ala - Ala - Gln - Lys - Leu - Leu
 D Lys - Ser - Stop

Chemie-Aufgaben

Fotosynthese durch Algen

Oberflächenwasser kann organische und anorganische Materie enthalten. In dem Oberflächenwasser ist die organische Materie zumeist durch Fotosynthese gebildet. Phytoplankton wie z. B. Algen, sind dabei einer der größten Produzenten von organischer Materie. In dieser Biomasse treten Kohlenstoffatome, Stickstoffatome und Phosphoratome häufig im Verhältnis C : N : P = 106 : 16 : 1 auf. Biomasse, die durch Fotosynthese von Algen produziert wird, kann mit der Summenformel $C_{106}H_{263}O_{110}N_{16}P$ beschrieben werden.

Das folgende, unvollständige Reaktionsschema zeigt die Fotosynthese durch Algen:



In diesem Reaktionsschema fehlen einige Koeffizienten sowie die Summenformeln einiger Moleküle.

11. Welche Moleküle fehlen in dem unvollständigen Reaktionsschema?

	links	rechts
A	CO ₂	H ₂ O und O ₂
B	CO ₂ und H ₂ O	O ₂
C	CO ₂ und O ₂	H ₂ O
D	O ₂	CO ₂ und H ₂ O

12. Welcher Koeffizient muss vor H⁺ stehen, wenn Schema 1 ausbalanciert wird?

- A 3
- B 16
- C 17
- D 18

Grüne Chemie

Grüne Chemie ist ein Teilgebiet der Chemie und der Chemietechnik, das sich mit der Entwicklung von nachhaltigen Produktionsprozessen befasst.

Zwei wichtige Konzepte in der Grünen Chemie sind die Atomökonomie und der E – Faktor. Die Gleichungen dieser Konzepte lauten:

$$\text{Atomökonomie} = \frac{\text{Masse an gewünschtem Produkt}}{\text{Masse an Ausgangsverbindungen}} \times 100\%$$

und

$$E - \text{Faktor} = \frac{\text{Masse an Ausgangsverbindungen} - \text{Masse an erhaltenem Produkt}}{\text{Masse an erhaltenem Produkt}}$$

13. Welche Worte müssen an den Stellen I und II in folgendem Satz eingefügt werden?

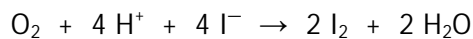
Ein grüner Prozess hat eine ..I.. Atomökonomie und einen ..II.. E – Faktor.

	I	II
A	hohe	hohen
B	hohe	niedrigen
C	niedrige	hohen
D	niedrige	niedrigen

Sauerstoffbestimmung

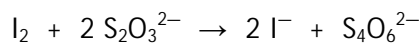
Gelöster Sauerstoff (O_2) ist wichtig für das Leben unter Wasser. In verschmutztem Wasser kann die Sauerstoffkonzentration jedoch auf gefährliche Werte sinken. Daher wird die Konzentration regelmäßig gemessen.

Die Konzentration an gelöstem Sauerstoff kann durch eine Titration bestimmt werden. Dazu wird eine Probe mit dem Volumen von 10,00 mL aus dem Oberflächenwasser entnommen. Die Probe wird mit einer sauren Kaliumiodid-Lösung versetzt, wobei folgende Reaktion abläuft:



Um sicher zu gehen, dass der gelöste Sauerstoff auch vollständig reagiert, wird ein Überschuss an saurer Kaliumiodid-Lösung hinzugegeben.

Anschließend wird das entstandene Iod mit einer 0,0100 molaren Natriumthiosulfat-Lösung ($Na_2S_2O_3$) titriert. Folgende Reaktion läuft dabei ab:



Zur Endpunktbestimmung wird bei dieser Titration Stärke als Indikator genutzt.

Ein Schüler führt die beschriebene Bestimmung durch. Wie erwartet, wird die Lösung am Ende der Titration bei Zugabe des letzten Tropfens der Natriumthiosulfat-Lösung farblos. Trotzdem ist die berechnete Konzentration an gelöstem Sauerstoff höher als erwartet.

14. Welcher der folgenden Fehler könnte für dieses Ergebnis verantwortlich sein?

- I Nach dem Ausspülen der Bürette mit destilliertem Wasser wurde sie direkt mit der Natriumthiosulfat-Lösung befüllt.
 - II Zu Beginn der Titration befindet sich noch Luft anstatt Natriumthiosulfat-Lösung vor dem Auslasshahn, aus dem die Maßlösung die Bürette verlässt.
- A Nur I
B Nur II
C Sowohl I als auch II
D Weder I noch II

Der numerische Wert der Konzentration an gelöstem Sauerstoff in Milligramm pro Liter ist durch folgenden Zusammenhang gegeben: $K \times V_{\text{Thio}}$.

V_{Thio} ist dabei das Volumen an Natriumthiosulfat-Lösung in mL, das bei der Titration benötigt wurde.

15. Welchen Wert hat K ?

- A 4,00
- B 8,00
- C 16,0
- D 32,0

Dünger aus Urin

Im Rahmen eines open-air Rock-Festivals in den Niederlanden wird der von den Besuchern produzierte Urin gesammelt. Dieser Urin wird zunächst derart behandelt, dass der enthaltene Harnstoff in Ammoniumsalze umgewandelt wird. Dann wird ein bestimmter pH-Wert eingestellt und eine Magnesiumchlorid-Lösung wird hinzugegeben, wodurch die schwerlösliche Verbindung Struvit ausfällt. Die Summenformel von Struvit lautet $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Auf diesem Wege werden Phosphate zurückgewonnen, wodurch der Abbau natürlicher Phosphatquellen verlangsamt wird. Ein nutzbares Düngemittel wird dabei ebenfalls gewonnen.

Der pH-Wert der Lösung ist wichtig, da sowohl die Phosphate als auch das Ammonium-Ion in pH-abhängigen Gleichgewichtsreaktionen reagieren. Abbildung 1 zeigt das prozentuale Vorkommen von H_3PO_4 , H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} und PO_4^{3-} in Abhängigkeit des pH-Wertes. Abbildung 2 zeigt das prozentuale Vorkommen von NH_4^+ und NH_3 in Abhängigkeit des pH-Wertes.

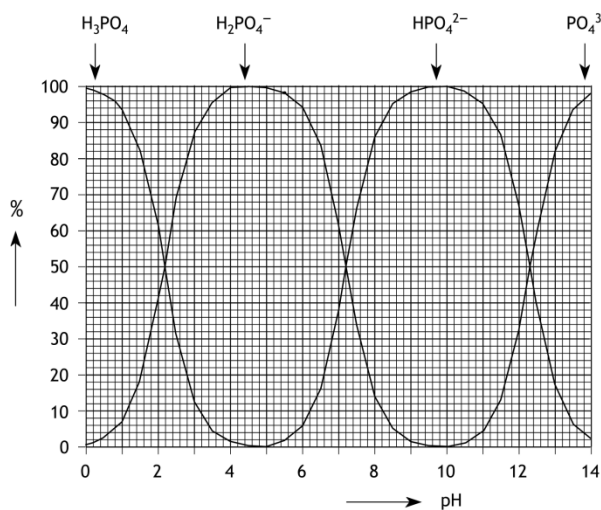


Abb. 1

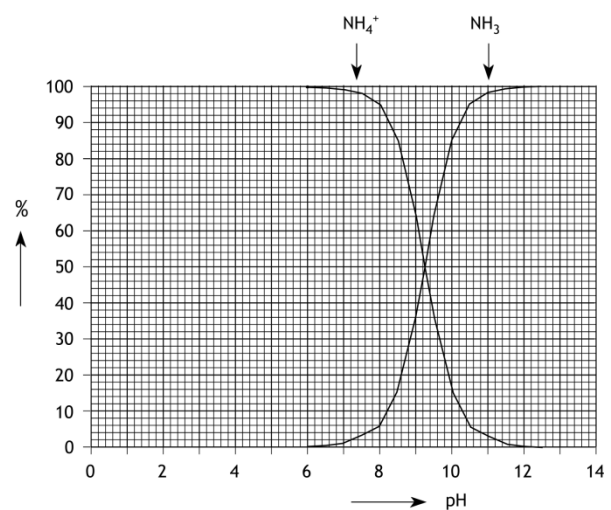


Abb. 2

Die Reaktion, in der Struvit gebildet wird, wird bei einem pH-Wert von etwa 8 durchgeführt.

Das Reaktionsschema zeigt die wesentlichen Spezies / Teilchen, die bei der Reaktion in der Lösung anwesend sind.

16. Welches Reaktionsschema beschreibt die Bildung von Struvit bei $\text{pH} = 8$?

- A $\text{Mg}^{2+} + \text{NH}_3 + 7 \text{H}_2\text{O} + \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + \text{OH}^-$
- B $\text{Mg}^{2+} + \text{NH}_4^+ + \text{PO}_4^{3-} + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- C $\text{Mg}^{2+} + \text{NH}_3 + \text{HPO}_4^{2-} + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- D $\text{Mg}^{2+} + \text{NH}_4^+ + \text{HPO}_4^{2-} + 5 \text{H}_2\text{O} + \text{OH}^- \rightarrow \text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Brennstoffzelle

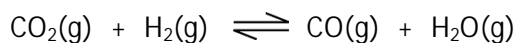
Wasserstoff wird oft als Treibstoff der Zukunft bezeichnet, weil er nicht zu einer Freisetzung von CO_2 führt. Wasserstoff findet dabei Einsatz in Brennstoffzellen.

17. Welche Reaktion läuft während der Verwendung einer Brennstoffzelle an welcher Elektrode ab?

	Positive Elektrode	Negative Elektrode
A	$\text{H}_2 \rightarrow 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$	$\text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$
B	$\text{H}_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}^+$	$\text{O}_2 + 4 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^-$
C	$\text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_2 \rightarrow 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$
D	$\text{O}_2 + 4 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^-$	$\text{H}_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{H}^+$

Eliminierung von CO_2

Kohlenstoffdioxid ist ein Treibhausgas. Es wird bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen in großen Mengen freigesetzt. Um zu verhindern, dass das Gas in die Atmosphäre gelangt, kann es durch die sogenannte Wassergas-Shift-Reaktion umgewandelt werden. Bei dieser Reaktion reagiert Kohlenstoffdioxid mit Wasserstoff zu Kohlenstoffmonooxid und Wasser:



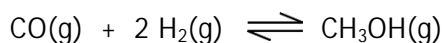
Die Bildungsenthalpien von CO_2 , CO und H_2O betragen:

$\text{CO}_2(\text{g})$: -394 kJ/mol , $\text{CO}(\text{g})$: -111 kJ/mol und $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$: -242 kJ/mol .

18. Wie lautet die Reaktionsenthalpie (ΔH_R) für die Hinreaktion? Handelt es sich dabei um eine endotherme oder exotherme Reaktion?

	ΔH_R	endotherm/exotherm
A	-41 kJ/mol	endotherm
B	-41 kJ/mol	exotherm
C	$+41 \text{ kJ/mol}$	endotherm
D	$+41 \text{ kJ/mol}$	exotherm

Die Nutzen der Wassergas-Shift-Reaktion zur Umwandlung von Kohlenstoffdioxid hat den Nachteil, dass dabei das hochgiftige Gas Kohlenstoffmonooxid gebildet wird. Kohlenstoffmonooxid kann durch Zugabe von zusätzlichem Wasserstoff-Gas zu Methanol umgewandelt werden. Die Bildung von Methanol aus Kohlenstoffmonooxid und Wasserstoff ist eine Gleichgewichtsreaktion:



Die Hinreaktion ist dabei exotherm.

19. Welche der folgenden Bedingungen begünstigt / begünstigen die Bildung von Methanol in dieser Gleichgewichtsreaktion?

- I Hoher Druck
 - II Hohe Temperatur
- A Nur I
B Nur II
C Sowohl I als auch II
D Weder I noch II

Düngemittel

Die Qualität des Oberflächenwassers in den Niederlanden wird durch den Einsatz von Düngemitteln in der Landwirtschaft beeinflusst. Viele Düngemittel enthalten dabei Stickstoff (N). Es ist wichtig, den Einsatz von stickstoffhaltigen Düngemitteln zu reduzieren, um den Stickstoffgehalt im Oberflächenwasser zu senken. Drei stickstoffhaltige Düngemittel sind:

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (Ammoniumsulfat), CaCN_2 (Calciumcyanamid) und $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (Harnstoff).

20. Welches der Düngemittel hat den höchsten prozentualen Massenanteil an Stickstoff?

- A Ammoniumsulfat
- B Calciumcyanamid
- C Harnstoff
- D Alle drei Düngemittel haben den selben prozentualen Massenanteil an Stickstoff

Physik-Aufgaben

Solardusche

Man kann Solarenergie verwenden, um beim Camping warm zu duschen. Der Wassersack einer solaren Campingdusche enthält 15 kg Wasser mit einer Temperatur von 18 °C. An einem sonnigen Tag absorbiert das Wasser 200 W der Sonnenleistung.

21. Wie lang dauert es, bis das Wasser eine Temperatur von 35 °C erreicht hat? (Die spezifische Wärmekapazität von Wasser ist $c = 4,2 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kg K})$.)
- A 0,4 h
 - B 0,8 h
 - C 1,5 h
 - D 3,0 h



Abb. 1: Solare Campingdusche

Flüssig und gasförmig

Beim Verdampfen wird 1 Liter einer Flüssigkeit in 1 000 Liter Gas bei einem bestimmten Druck umgewandelt.

Betrachte die folgenden Aussagen:

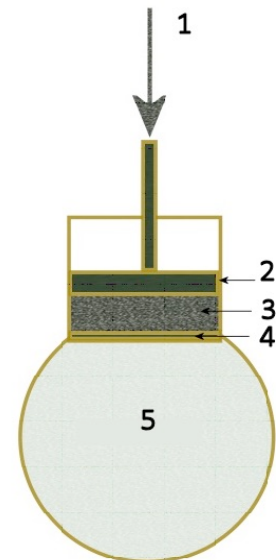
- I Die Dichte des Gases beträgt 1/1000 der Dichte der Flüssigkeit.
- II Der durchschnittliche Abstand zwischen den Molekülen ist im Gas 10mal größer als in der Flüssigkeit.

22. Welche dieser Aussagen ist / sind richtig?

- A Nur I
- B Nur II
- C Sowohl I als auch II
- D Weder I noch II

Hydro-pneumatische Stoßdämpfer

Die hydro-pneumatischen Stoßdämpfer mancher Autos sind mit Federballons ausgestattet. Ein solcher Metallballon ist mit Stickstoff gefüllt. Das Gas erfüllt den Zweck, über einen Kolben, Öl und eine Gummi-Membran etwa $\frac{1}{4}$ des Autogewichtes zu tragen, das auf den Stoßdämpfern ruht (siehe Abb. 2). Die Querschnittsfläche der Gummi-Membran beträgt 200 cm^2 . Das Autogewicht, das auf den Stoßdämpfern ruht, beträgt 16 000 N. Vernachlässige das Gewicht des Öls und des Kolbens. Das gesamte System befindet sich in Ruhe. Der Luftdruck beträgt $1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.



23. Wie groß ist der Druck innerhalb des abgeschlossenen Stickstoffbehälters?

- A $2,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
- B $3,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
- C $8,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
- D $12 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

Abb. 2: Federballon.
1 = $\frac{1}{4}$ des Autogewichtes
2 = Kolben
3 = Öl
4 = Gummi-Membran
5 = Stickstoff

Erwärmen von Paraffin

Eine konstante Wärmemenge pro Sekunde wird einem festen Stück Paraffin zugeführt (siehe Abbildung 3).

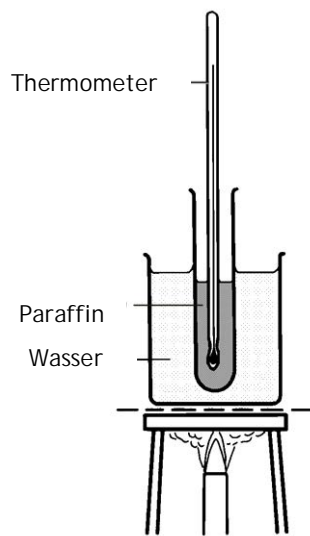


Abb. 3: Experimenteller Aufbau

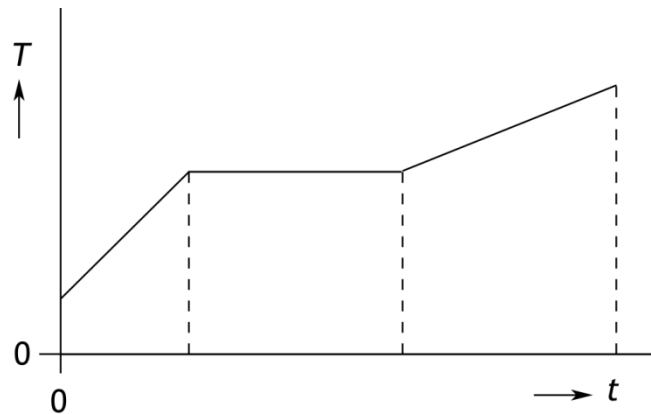


Abb. 4: $T(t)$ -Diagramm

Der Graph in Abbildung 4 zeigt die Temperatur (T) des Paraffins in Abhängigkeit von der Zeit (t).

Betrachte die folgenden beiden Aussagen zur Temperaturänderung des Paraffins.

- I Die spezifische Wärmekapazität von flüssigem Paraffin ist kleiner als die von festem Paraffin.
- II Beim Schmelzen nimmt die potentielle Energie zwischen den Molekülen zu.

24. Welche dieser Aussagen ist / sind richtig?

- A Nur I
- B Nur II
- C Sowohl I als auch II
- D Weder I noch II

Ein kleines Boot und eine Flasche auf dem Fluss

An einem Tag ohne Wind wirft jemand eine leere, verschlossene Flasche in den Fluss Waal und sie treibt flussabwärts. Am gleichen Ort und zum gleichen Zeitpunkt fährt ein Motorboot flussaufwärts. Nach 10 Minuten dreht das Boot schlagartig um und fährt mit gleicher Motorleistung flussabwärts. Nach einer Weile holt das Boot die Flasche ein. Zu diesem Zeitpunkt sind die Flasche und das Boot 3 km weiter flussabwärts als der ursprüngliche Startpunkt.

25. Wie schnell fließt der Fluss Waal an einem Tag ohne Wind?

- A 3 km/h
- B 9 km/h
- C 12 km/h
- D 15 km/h

Elektrischer Stromkreis

In einem Stromkreis (siehe Abbildung 5) wird der Schleifkontakt S am veränderlichen Widerstand R zum Punkt X verschoben.

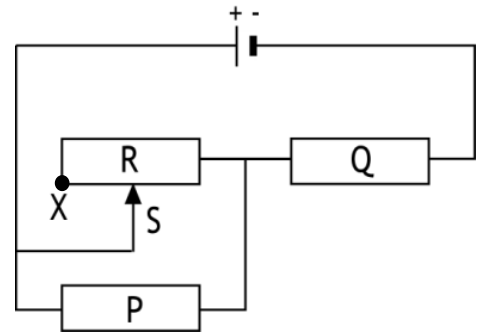


Abb. 5: Elektrischer Stromkreis

26. Wie verändert sich der Strom, der durch die Widerstände P und Q fließt?
- | | durch P | durch Q |
|---|----------|----------|
| A | nimmt zu | nimmt zu |
| B | nimmt zu | nimmt ab |
| C | nimmt ab | nimmt zu |
| D | nimmt ab | nimmt ab |

Kontainerschiff

Ein Kontainerschiff fährt von der Nordsee einen Fluss entlang in den Hafen von Rotterdam.

27. Welche der folgenden Aussagen über den Tiefgang (d. h. wie tief das Schiff im Wasser liegt) ist richtig, wenn das Schiff vom Meer auf den Fluss fährt?
- A Das Schiff hat auf dem Fluss einen größeren Tiefgang.
 - B Das Schiff hat auf dem Fluss einen kleineren Tiefgang.
 - C Der Tiefgang bleibt unverändert.
 - D Der Tiefgang hängt vom Luftdruck ab.



Abb. 6: Kontainerschiff

Energiespeicher

In Kalifornien werden Speichersysteme installiert, um die Regulierung der von Windturbinen produzierten elektrischen Energie zu verbessern. Bei einem Energieüberschuss treibt die Windturbine einen Schwungrad an. Der zylindrische Schwungrad hat einen Durchmesser von 0,90 m, eine Länge von 1,5 m und eine Masse von 1 350 kg. Die maximale Frequenz des Schwungrads ist 20 000 Umdrehungen pro Minute. Wenn das Speichersystem Energie bereitstellen muss, treibt der Schwungrad einen Generator an. Die Rotationsenergie eines rotierenden Objektes ist $E_{\text{rot}} = \frac{1}{2} J \omega^2$, dabei ist $J = \frac{1}{2} m R^2$ das Trägheitsmoment für einen Zylinder mit Masse m und Radius R , der mit der Winkelgeschwindigkeit ω (in rad/s) rotiert.

28. Wie viel Energie kann der Schwungrad mit diesen Kenndaten maximal speichern?
- A $7,6 \cdot 10^6$ J
 - B $1,5 \cdot 10^8$ J
 - C $3,0 \cdot 10^8$ J
 - D $1,2 \cdot 10^9$ J

Weltraum-Kran

Ein Weltraum-Kran wurde bei der Landung der Mars-Sonde 'Curiosity' verwendet.

Die vier Düsen stoßen Verbrennungsgase aus, die den Kran vor der Landung auf konstanter Höhe halten. Die vier Düsen sind unter einem Winkel angebracht. In Abbildung 7 siehst du den Schub, der an Düse A durch das ausgestoßene Gas auf den Kran übertragen wird. Der Schub durch den Gasausstoß an den anderen Düsen hat den gleichen Betrag und wirkt unter dem gleichen Winkel.

Vergleiche den Schub (F_{Schub}) an A mit der Schwerkraft (F_g) des gesamten Systems.

29. Welche Aussage ist richtig?

- A $F_{\text{Schub}} = F_g$
- B $F_{\text{Schub}} = \frac{1}{4}F_g$
- C $F_{\text{Schub}} < \frac{1}{4}F_g$
- D $F_{\text{Schub}} > \frac{1}{4}F_g$

Eigenschaften von Wasser

Zwei spezielle Eigenschaften von Wasser werden im Folgenden genannt.

Eigenschaft 1

Die Wärmekapazität von Wasser ist im Vergleich zu den meisten Stoffen groß.

Eigenschaft 2

Die Dichte von Wasser verhält sich zwischen 0 °C und 4 °C anders als die Dichte der meisten Stoffe (siehe Abbildung 8).

Betrachte die beiden folgenden Aussagen:

- I Eigenschaft 1 hat einen stabilisierenden Effekt auf die durchschnittliche Temperatur auf der Erde.
- II Eigenschaft 2 sorgt dafür, dass sich flüssiges Wasser der Temperatur +4 °C am Grund einer Pfütze befindet, wenn sich eine dünne Eisschicht auf dem Wasser bildet.

30. Welche dieser Aussagen ist / sind richtig?

- A Nur I
- B Nur II
- C Sowohl I als auch II
- D Weder I noch II



Abb. 7: Das Landungssystem
A = eine der vier Düsen
B = Mars-Sonde 'Curiosity'
C = Fliegender Kran



Abb. 8:
Y = Dichte von Wasser in kg/dm³
X = Temperatur in °C