



HALBFINALE: Textaufgaben

Liebe SchülerInnen,

Wir gratulieren Euch zur Teilnahme an der Chemieolympiade und wünschen Euch viel Erfolg in dieser zweiten Prüfung. Wir gratulieren Euch ebenfalls, dass Ihr die erste Prüfung erfolgreich abgeschlossen habt, was Euch erlaubt am Halbfinale „Textaufgaben“ teilzunehmen.

Lest vor dem Test, die folgenden Erklärungen aufmerksam durch!

Ihr findet in diesem Test vier Textaufgaben welche folgenden Bereiche der Chemie behandeln: Allgemeine Chemie, Stöchiometrie, Redoxreaktionen und die organische Chemie.

Ihr habt **zwei Stunden** Zeit zur Bearbeitung der Fragen. Ihr dürft einen nicht programmierbaren Taschenrechner benutzen, aber ihr dürft keine persönlichen Dokumente verwenden.

Schreibt Euren Namen und den Namen eures Lycées jeweils an den Anfang **jeder** Frage. Antwortet auf jede Textaufgabe auf das Blatt (Vorder- und Rückseite, falls notwendig) wo sich die Fragen befinden. **Der Rechenweg und Eure Überlegungen müssen klar ersichtlich sein. Begründet Eure Antworten und gebt die Einheiten der Endergebnisse an.** Das letzte Blatt des Fragebogens ist ein Blatt zur Vorbereitung Eurer Antworten. Dieses Blatt wird nicht gewertet. Trennt die beiden ersten Seiten von Test ab und bewahrt sie auf.

Im Zuge dieser Halbfinale werden die 12 besten Schüler ermittelt, welche an der letzten, praktischen Prüfung teilnehmen dürfen. Diese findet Samstag, den **25. April 2020 um 9 Uhr** in den Laboren der **Universität de Luxembourg (Standort Limpertsberg)** statt. In der letzten Runde werden die vier Gewinner der nationalen Chemieolympiade bestimmt, welche das luxemburgische Team an der 52nd IChO in Istanbul, von 6. bis 16 Juli 2020, bilden werden. Weitere Information findet Ihr auf <http://icho.olympiades.lu/>.

Die Resultate dieser zweiten Prüfung werden zur Ermittlung der vier Finalisten mit herangezogen !!!

Viel Erfolg!

Die Organisatoren der Chemieolympiade

Trennen Sie diese Seite ab und bewahren Sie sie auf.



Naturkonstanten

(Sie dürfen diesen Blatt abtrennen, wenn nötig)



TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

1 I a		masse atomique relative A_r										13 14 15 16 17					18			
H 1		nombre atomique Z										III a IV a V a VI a VII a					VIII a			
II a		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
Li 3		II b	IV b	V b	VI b	VII b	VIII b			I b	II b	Al	Si	P	S	Cl	Ar			
Be 4		Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr			
Na 11		88,91	91,22	92,91	95,94	101,07	102,91	106,42	107,87	112,41	114,82	118,71	121,75	127,60	126,90	131,29				
Mg 12		Y	Zr	Nb	Mo	Tc*	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe			
K 19		39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54			
Ca 20		132,91	137,33	(1)	174,97	178,49	180,95	183,9	186,21	190,21	192,22	195,08	196,97	200,59	204,38	207,21	208,98			
Rb 37		Cs 55	Ba 56	57 -	Lu 71	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po* 84	At* 85	Rn* 86
Sr 38		Fr* 87	Ra* 88	89 -	Lr* 103	Rf* 104	Db* 105	Sg* 106	Bh* 107	Hs* 108	Mt* 109	Ds* 110	Rg* 111	Cn* 112	Nh* 113	Fl* 114	Mc* 115	Lv* 116	Ts* 117	Og* 118

1) Lanthanides	138,92	140,12	140,91	144,24		150,36	151,97	157,25	158,93	162,50	164,93	167,26	168,93	173,04
	La	Ce	Pr	Nd	Pm*	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
2) Actinides		232,04	231,04	238,03										
	Ac*	Th	Pa	U	Np*	Pu*	Am*	Cm*	Bk*	Cf*	Es*	Fm*	Md*	No*
	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102

* Elemente besitzen keine Nuklide (Isotop) welche eine ausreichende Lebensdauer besitzen und somit keine charakteristische terrestrische Zusammensetzung aufweisen.

Konstanten:

$$R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$1F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$R = 8,21 \cdot 10^{-2} \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

ideales molares Gasvolumen für 273 K und 101 325 Pa: $22,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ ($\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$)

Vereinfachte Formeln zur pH Berechnung:

starke Säure	schwache Säure	starke Base	schwache Base
$pH = -\log c_{\text{Säure}}$	$pH = \frac{1}{2}(pK_S - \log c_{\text{Säure}})$	$pH = 14 + \log c_{\text{Base}}$	$pH = 14 - \frac{1}{2}(pK_B - \log c_{\text{Base}})$

Pufferlösungen: $pH = pK_S + \log \frac{c_{\text{Base}}}{c_{\text{Säure}}}$

Bei 25 °C: $K_w = K_{\text{H}_2\text{O}} = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 1,0 \cdot 10^{-14}$





NAME : _____

Vorname : _____

Lycée : _____

Aufgabe I : Ammonium Salze

1a	1b	1c	1d	Total Aufgabe I
3	4	3	20	30

Ein Gemenge besteht aus drei festen Ammonium Salzen: einem Chlorid, einem Sulfat, und einem Nitrat.

Ohne die quantitative Zusammensetzung zu kennen und um diese zu bestimmen, werden drei Proben gleicher Masse entnommen. Anschließend werden folgende Tests durchgeführt:

- Die erste Probe wird erhitzt in Gegenwart einer konzentrierten Kaliumhydroxid Lösung. Es entweicht ein Gas aus der Lösung, welches in 100,0 mL Salzsäure (Chlorwasserstoffsäure) einer Stoffmengenkonzentration von $2,00 \cdot 10^{-1}$ mol/L eingeleitet wird. Zur Titration der überschüssigen Säure werden 41,20 mL Natronlauge einer Stoffmengenkonzentration von $9,87 \cdot 10^{-2}$ mol/L benötigt.
- Die zweite Probe wird erhitzt, in Gegenwart eines Überschusses an metallischem Zink, in einer konzentrierten Kaliumhydroxid Lösung. Die Nitrationen reagieren mit Zink und bilden Ammoniak und Zinkat-Ionen $Zn(OH)_3^-$. Das gebildete Gas wird in 100,0 mL Salzsäure einer Stoffmengenkonzentration von $2,00 \cdot 10^{-1}$ mol/L eingeleitet. Zur Titration der überschüssigen Säure werden 32,15 mL Natronlauge einer Stoffmengenkonzentration von $9,87 \cdot 10^{-2}$ mol/L benötigt.
- Zur dritten Probe wird ein Überschuss einer Bariumchlorid-Lösung hinzugegeben. Der erhaltene Niederschlag wird filtriert und getrocknet. Man erhält 0,02334 g Niederschlag.

a) Formulieren Sie alle Reaktionsgleichungen, die im Zuge der ersten Analyse stattfinden können.

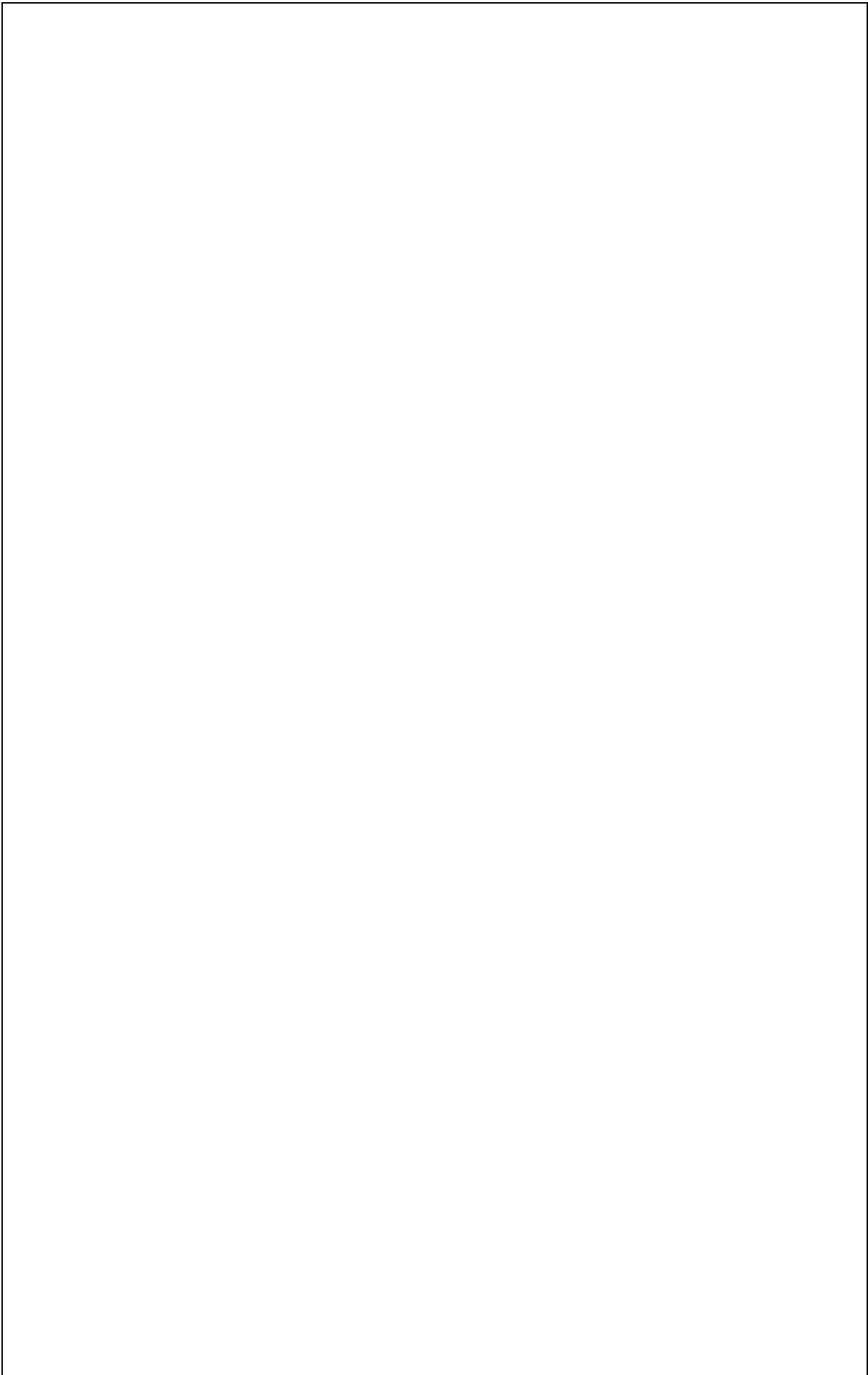


- b) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung, die der Reaktion der Nitrat-Ionen mit dem metallischen Zink, in der zweiten Probe, entspricht und gleichen Sie diese aus.

- c) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung, die der Reaktion der dritten Probe entspricht und gleichen Sie diese aus.

- d) Berechnen Sie die Masse und den Massenanteil von jedem der drei Ammonium-Salze in der Ausgangsprobe.







NAME : _____

Vorname : _____

Lycée : _____

Aufgabe II : Hydroxylapatit

2a	2b	2c	2d	2e	2f	2g	Total Aufgabe II
3	5	2	5	6	3	5	29

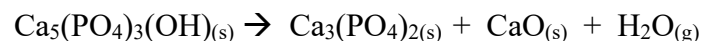
Die menschlichen Knochen bestehen hauptsächlich aus Hydroxylapatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$. Im Falle einer Knochenerkrankung oder eines Knochenbruchs kann eine Spende mit synthetischem Hydroxylapatit erfolgen. Dieses kann durch Bildung eines Niederschlags zwischen Calciumhydroxid und Phosphorsäure hergestellt werden.

- a) Formulieren Sie die ausgeglichene Reaktionsgleichung für diese Reaktion.

Für einen Patienten mit einer Hüftdysplasie soll eine Knochenspende von 100 g Hydroxylapatit erfolgen.

- b) Berechnen Sie die Masse an Calciumhydroxid und das Volumen an Phosphorsäure 2M die benötigt werden, um die benötigte Masse an Hydroxylapatit herzustellen.

Um das erhaltene Hydroxylapatit-Pulver in ein festes Stück zu überführen, muss dieses auf 1000°C gesintert (erhitzt) werden. Allerdings darf die Temperatur 1100°C nicht überschreiten, da Hydroxylapatit nach folgender nicht ausgeglichener Gleichung zerfällt:



- c) Benennen Sie die **beiden** festen Produkte der Reaktion und geben Sie an, wie CaO umgangssprachlich genannt wird.



In der Knochenspende darf CaO einen Massenanteil von 5% nicht überschreiten. Um dies zu gewährleisten, kann der Druck des gebildeten Wasserdampfs beobachtet werden.

- d) Welchen Wasserdampfdruck (in atm) darf man in einem Ofen von 1 m³ bei 1100°C nicht überschreiten, damit der maximale Gehalt an CaO in der Knochenspende von 100g nicht überschritten wird?

Um einem Calciummangel vorzubeugen, empfehlen die Ärzte Milchprodukte zu sich zu nehmen.

- e) Wissend, dass die menschlichen Knochen zu 65% aus Hydroxylapatit, zu 25% aus organischer Materie und zu 10% aus Wasser bestehen und dass eine Tasse Milch (Dichte = 1,032 g/cm³) von 250 mL etwa 300 mg Calcium enthält, wieviel Liter Milch müsste man trinken um den gleichen Gehalt an Calcium zu sich zu nehmen, der im menschlichen Skeletts (5kg) enthalten ist ?

Die menschlichen Zähne enthalten neben Hydroxylapatit, auch Fluorapatit, Ca₅(PO₄)₃F. Dieses kann hergestellt werden, mittels einer Methode, welche eine doppelte Diffusion an einer Gelatinemembran verwendet, welche die Lösungen mit den F⁻, HPO₄²⁻ und Ca²⁺ Ionen trennt. Die Synthese führt zu einem Hybridmaterial zwischen einem bioorganischen Polymer und einem anorganischen Phosphat, welches einem Zahngewebe (oder Knochengewebe) sehr ähnelt.



- f) Geben Sie eine vernünftige Zusammensetzung der beiden Lösungen, die auf die zwei Seiten der Gelatinemembran eingefüllt werden sollen, um die Herstellung von Fluorapatit als Produkt dieses Versuches mit doppelter Diffusion zu erhalten. Kreuzen Sie hierzu das/die Feld(er) an, die den Lösungen 1 und 2 entsprechen.

	5 mM Ca(NO ₃) ₂	1 mM NaF	3 mM Na ₂ HPO ₄
Lösung 1			
Lösung 2			

Der osmotische Druck ist eine Kraft, die durch die Konzentrationsunterschiede zwischen den beiden Lösungen, die sich auf beiden Seiten der semi-permeablen Membran befinden, bestimmt wird.

Dieser Druck lässt sich nach folgender Formel bestimmen:

$$\pi = \Delta cRT$$

Mit π dem osmotischen Druck,
 Δc der Unterschied der **Gesamtkonzentration** aller Ionen in den zwei Lösungen,
 R ist die universelle Gaskonstante,
 und T der Temperatur (in Kelvin)

- g) Berechnen Sie den osmotischen Druck, der auf die Membran wirkt, zu Beginn des Versuches bei 25°C.





NAME : _____

Vorname : _____

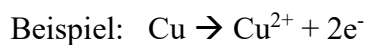
Lycée : _____

Aufgabe III : Titration von « Eau de Javel »

3a	3b	3c	Total Aufgabe III
4	5	7	16

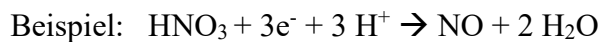
Theoretische Einleitung

Eine Oxydation ist eine Reaktion, in der ein Stoff im Laufe der Reaktion ein oder mehrere Elektronen abgibt. Die Oxidationszahl nimmt im Laufe der Reaktion dementsprechend zu.



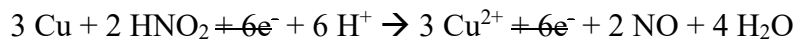
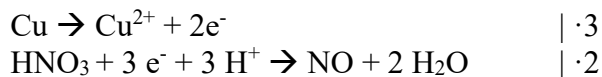
Hier nimmt die Oxidationszahl von Kupfer von anfangs 0 auf +II zu.

Eine Reduktion ist eine Reaktion, in der ein Stoff im Laufe der Reaktion ein oder mehrere Elektronen aufnimmt. Die Oxidationszahl nimmt bei der Reduktion ab.



Hier nimmt die Oxidationszahl von Stickstoff von +V auf +II ab.

Diese beiden Reaktionen laufen, bei Redox Reaktionen, immer gleichzeitig ab. Ausgehend von den Beispielen formuliert sich die Redox Reaktion wie folgt:



Die Lösung **D**, welche titriert werden soll, erhält man indem man 25 cm³ des kommerziellen Produktes JAVEL « LA CROIX » auf ein Volumen von 500 cm³ mit demineralisiertem Wasser verdünnt.

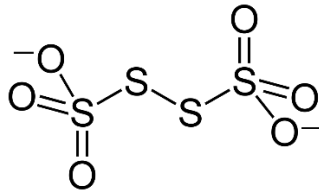
Prinzip der Titration

Der wirksame Stoff im „Eau de Javel“ ist das Anion Hypochlorit ClO⁻. Bei der Reaktion, im Sauren, von Hypochlorit mit einem Überschuss an Kaliumiodid, wird das Anion Hypochlorit zum Anion Chlorid reduziert und es bildet sich eine entsprechende Menge an elementarem Iod.

- a) Formulieren Sie die Oxidations- und die Reduktionsgleichungen, sowie die Gesamtgleichung für die Redox Reaktion der Hypochlorit Anionen mit den Iodid Anionen. Geben Sie die die Oxidationszahlen der oxidierten und der reduzierten Atome an.



Das gebildete Iod wird anschließend mit einer Thiosulfat Lösung $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ von 0,05 mol/L titriert. Bei der Reaktion wird Iod wieder zu Iodid Ionen reduziert und Thiosulfat Ionen werden zu Tetrathionat Ionen $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ oxidiert, welche folgende Struktur besitzen:



- b) Formulieren Sie die Oxidations- und die Reduktionsgleichungen, sowie die Gesamtgleichung für die Redox Reaktion der Thiosulfat Anionen mit Iod. Geben Sie die Oxidationszahlen der oxidierten und der reduzierten Atome an.

Zu 10,0 cm³ der Lösung **D** (verdünnte Lösung von Eau de Javel « LA CROIX ») werden 10 cm³ einer Kaliumiodid Lösung 0,1 mol/L und 10 cm³ Schwefelsäure 1 mol/L hinzugeben. Zur Titration dieser Lösung wird ein Volumen von 7,4 cm³ an Thiosulfat Lösung 0,05 mol/L benötigt.

- c) Berechnen Sie den Gehalt der nicht verdünnten kommerziellen „Eau de Javel LA CROIX“ Lösung in Gramm Natriumhypochlorit pro Liter Lösung.



NAME : _____

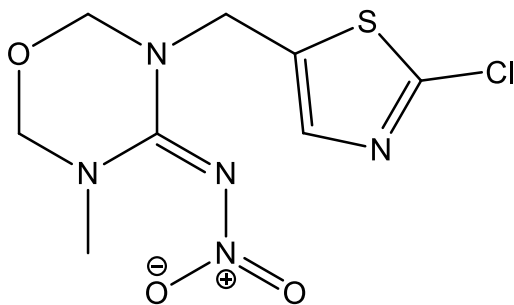
Vorname : _____

Lycée : _____

Aufgabe IV : Die Bienen und der Brexit

4a	4b1	4b2	4b3	4b4	4c	4d	4e1	4e2	4f	4g	Total Aufgabe IV
2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	25

Pestizide der Neonicotinoid-Gruppe sind potenziell schädlich für Bienen. Thiamethoxam ist eines von drei Neonicotinoiden, deren Verwendung im Freien von der Europäischen Union verboten wurde. Nachdem Großbritannien die EU verlassen hat, kann dieses Pestizid wieder in Großbritannien eingesetzt werden, was katastrophale Auswirkungen auf die Bienenpopulation hat.

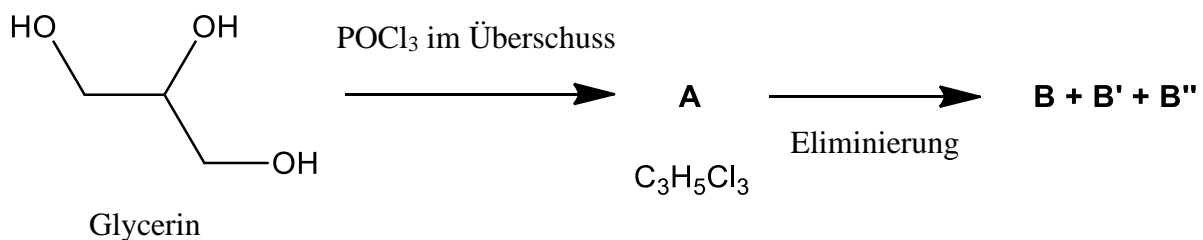


Thiamethoxam

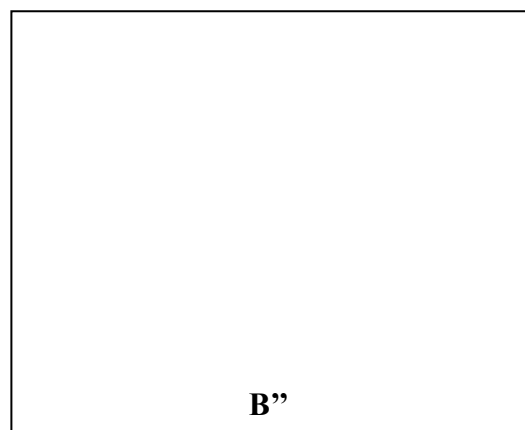
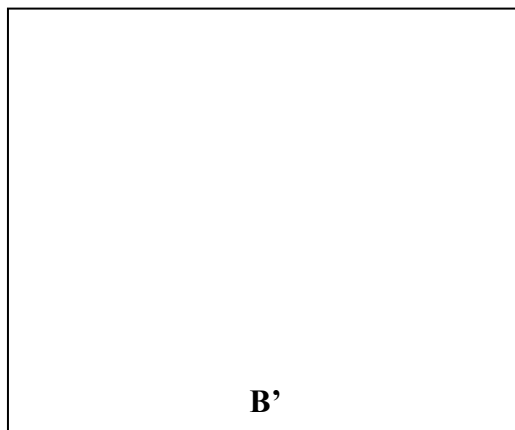
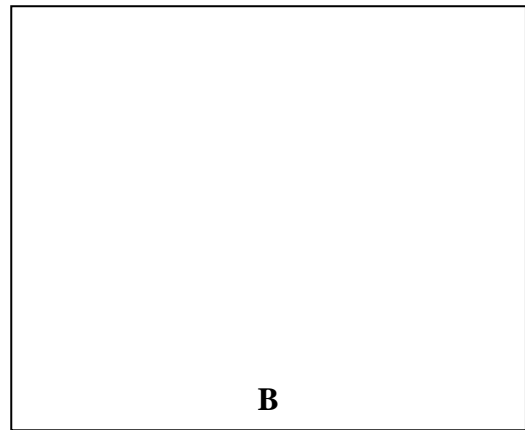
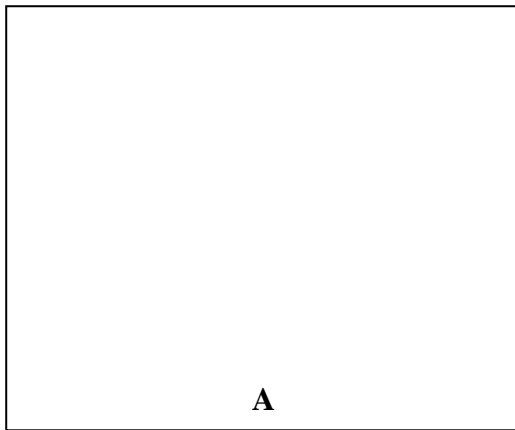


a) Geben Sie die Summenformel von Thiamethoxam an.

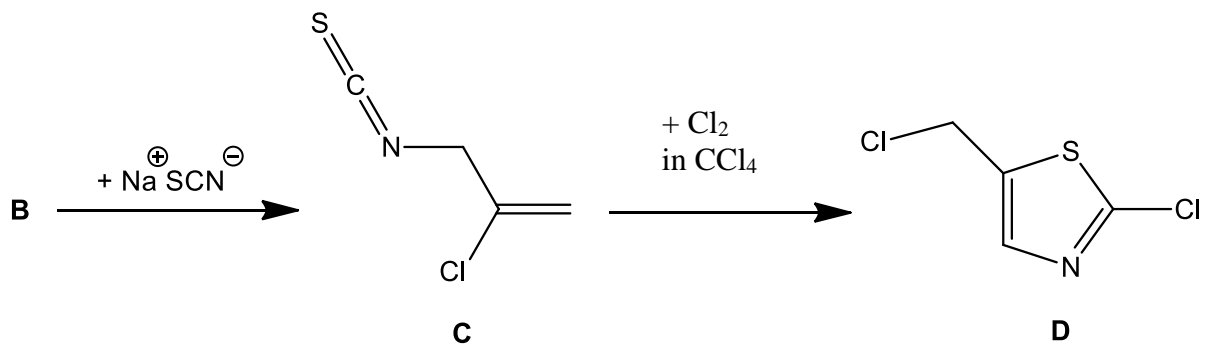
Ausgangsstoff für die Synthese von Thiamethoxam ist Glycerin. Bei der Reaktion von **A** zu **B** können sich zwei Nebenprodukte (**B'** und **B''**) bilden. **B**, **B'** und **B''** sind Isomere. **B'** und **B''** sind Konfigurationsisomere und es bildet sich wesentlich mehr **B'** als **B''**.



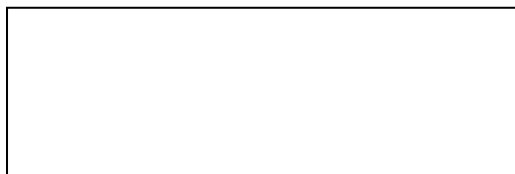
b) Stellen Sie die Struktur von **A**, **B**, **B'** und **B''** dar.



B reagiert mit Natriumthiocyanat (NaSCN) unter Bildung von **C**, das durch Reaktion mit Chlor in Tetrachlormethan zu **D** umgewandelt werden kann.



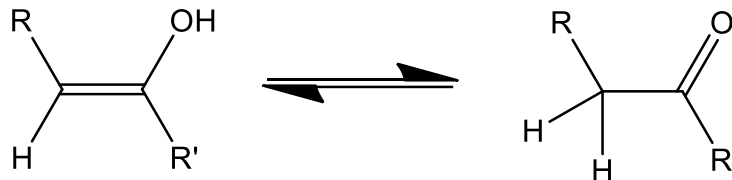
c) Formulieren Sie die mesomere Grenzformel des Thiocyanat Ions, das die Bildung von **C** erklärt.



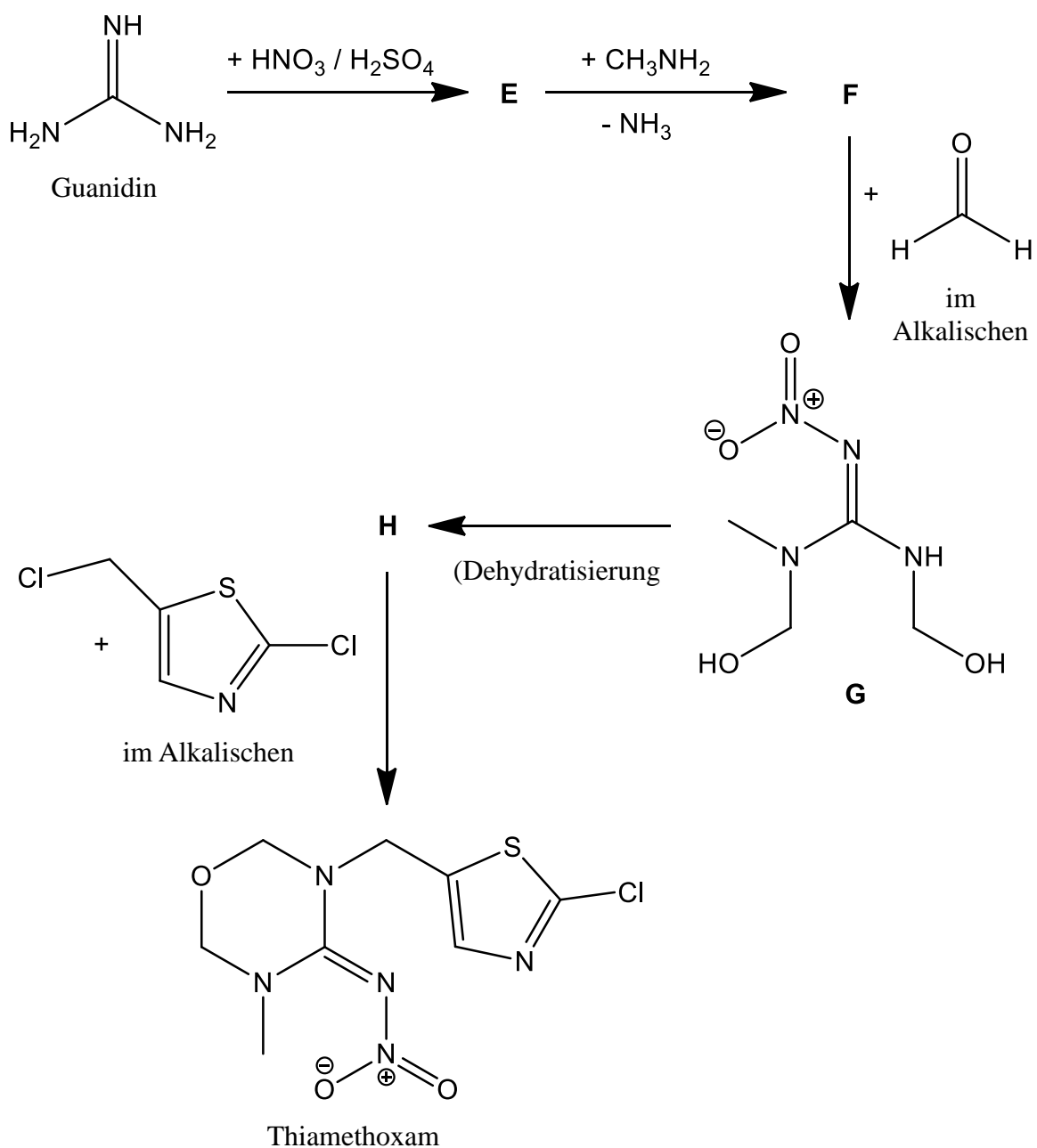
Der Rest der Synthese beginnt mit Guanidin.

Es gibt mehrere Guanidin-Tautomere, die sich ineinander in einem sehr schnellen Gleichgewicht umwandeln. Tautomere sind Konstitutionsisomerenpaare, die sich nur in der Position der Wasserstoffatome und der Doppelbindungen unterscheiden.

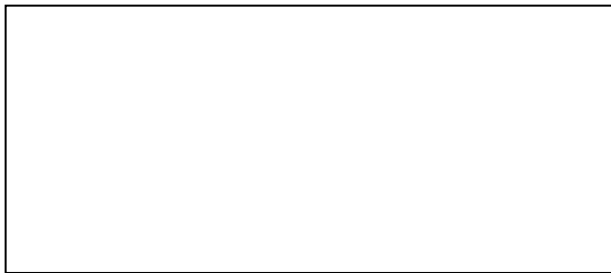
Beispiel:



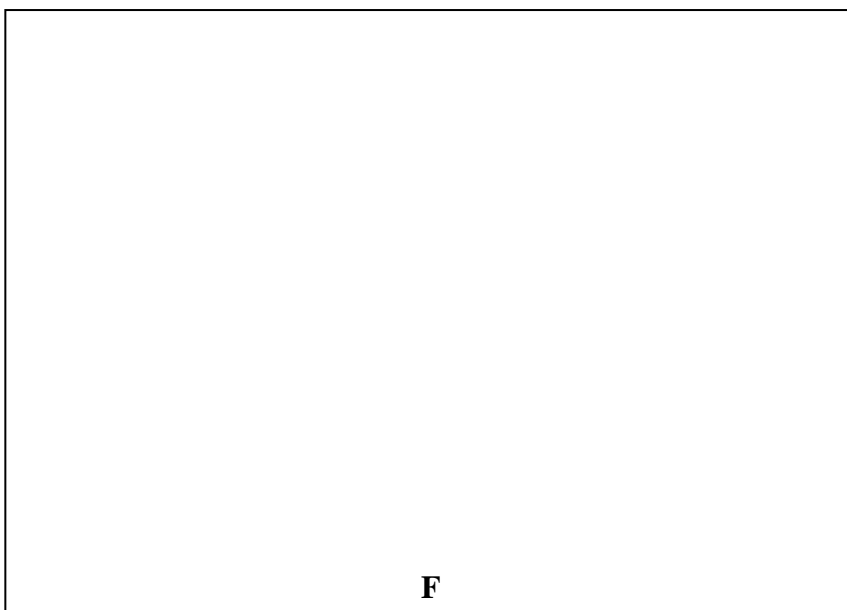
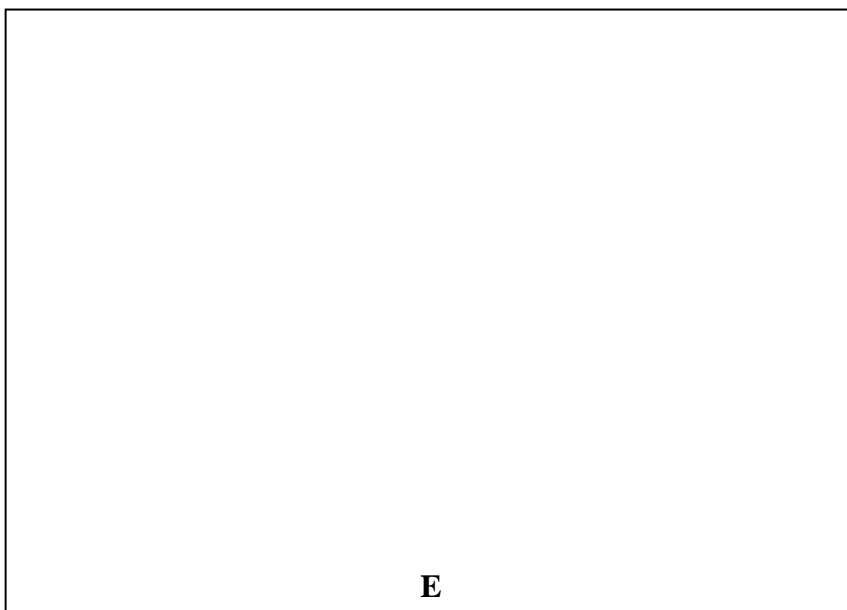
Es gibt mehrere Tautomere jeder Zwischenstufe. (**E**, **F**, **G** et **H**).



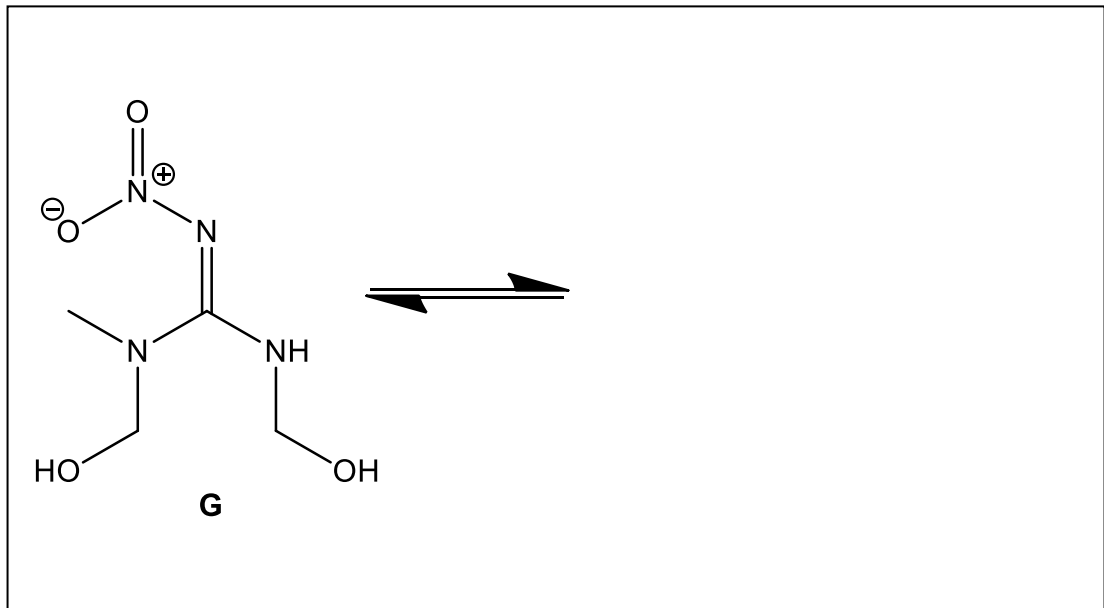
- d) Zeichnen Sie das Elektrophil, das mit Guanidin reagiert, um **E** zu bilden. Geben Sie dabei deutlich seine Geometrie an.



- e) Zeichnen Sie die Strukturen **E** und **F**. Ein Tautomer ist ausreichend für jedes Molekül.



f) Zeichnen Sie ein Tautomer von **G**.



g) Zeichnen Sie die Struktur von **H**. Ein Tautomer ist ausreichend.

