

# ÉPREUVE ÉCRITE

Ministère de l'Éducation nationale,  
de l'Enfance et de la Jeunesse

## EXAMEN DE FIN D'ÉTUDES SECONDAIRES TECHNIQUES

2014

Division des Professions de Santé et des Professions sociales  
Section de la formation de l'infirmier et des sciences de la santé

BRANCHE : Chimie médicale      DATE : 19 mai 2014

DURÉE : 2 heures

- Jede Frage wird auf einer neuen Seite begonnen.
- Beschrifte die Antworten nach folgendem Schema: Für Frage 1 Unterpunkt b : „1b“
- Bei Rechnungen ist der ausführliche Rechenweg (erst Formeln, dann umstellen und dann erst Zahlenwerte ersetzen) anzugeben.

### 1 Das Blei-Atom (Pb)

8 Punkte

- Formuliere die ausführliche und die vereinfachte Elektronenkonfiguration für das Blei-Atom sowie für ein zweifach geladenes Blei-Ion. (4P)
- Erkläre die Stabilität des zweifach geladenen Blei-Ions. (2P)
- Definiere den Begriff „Orbital“. (1P)
- Definiere den Begriff „Energieprinzip“. (1P)

### 2 Bindungen und Dipole

13 Punkte

- Zeichne die räumliche Struktur der folgenden Moleküle :  $\text{NI}_3$ ,  $\text{CF}_4$ ,  $\text{SO}_2$ . (4P)
- Benenne die räumlichen Strukturen welche sich durch die Anordnung der Substituenten ergeben. (3P)
- Bestimme die Bindungswinkel in den räumlichen Strukturen aus Punkt a. (3P)
- Bei welchen der Moleküle handelt es sich um ein Dipol? Kennzeichne die Polarität der Bindungen sowie die Schwerpunkte der positiven und der negativen Teilladungen. (3P)

### 3 Thermodynamik

6 Punkte

Welche drei Systeme unterscheidet man in der Thermodynamik? Erkläre wie sich die Systeme unterscheiden.

### 4 Das Haber-Bosch-Verfahren

11 Punkte

Die Ammoniak-Herstellung erfolgt heute dank Haber und Bosch aus den chemischen Elementen Wasserstoff und Stickstoff nach folgender Reaktionsgleichung:



- Bestimme anhand der thermodynamischen Werte ob es sich um eine exotherme oder um eine endotherme Reaktion handelt. (3P)
- Formuliere die Gleichgewichtskonstante für die Ammoniak-Herstellung. (1P)
- Wie wirkt sich eine Temperaturerhöhung auf die Ausbeute an Ammoniak aus? (2P)
- Welchen Einfluss hat eine Druckerniedrigung auf die Gleichgewichtskonstante K? (1P)
- Bei der Ammoniak-Herstellung wird das Reaktionsgemisch regelmäßig auf  $-40^\circ\text{C}$  abgekühlt. Welchen Einfluss hat dies auf das Gleichgewicht? (2P)  
(Siedetemperaturen: Wasserstoff: 21 K, Stickstoff: 77 K; Ammoniak:  $-33^\circ\text{C}$ )
- Was besagt das „Prinzip des kleinsten Zwangs“? Wie lautet der Name nach dem dieses Prinzip benannt ist? (2P)

### 5 Säuren und Basen

10 Punkte

- Definiere die Begriffe „Säure und Base“ nach Brönsted. (2P)
- Belege anhand von Reaktionsgleichungen (Reaktion mit Oxonium-Ionen und Hydroxid-Ionen) ob es sich folgenden Teilchen um Ampholyte handelt:  $\text{NH}_4^+$  und  $\text{HS}^-$ . (4P)
- Definiere „korrespondierendes Säure/Base-Paar“. (3P)
- Welche Beziehung besteht zwischen der Säure- und Basenkonstante? (1P)

### 6 Berechne die pH-Werte folgender Lösungen

12 Punkte

- 2,5 mol Chlorwasserstoffgas werden in  $2000 \text{ cm}^3$  Wasser gelöst. (= Lösung A) (3P)
- 10 g Kaliumhydroxid werden in 250 ml Wasser gelöst. (= Lösung B) (3P)
- Eine Lösung von 0,20 dl enthält 100 mmol Ammoniumchlorid und 100 mmol Ammoniak. (= Lösung C) (2P)
- Zur Lösung C gibt man 50 ml der Lösung A. (4P)

Anhang:

**Das Periodensystem der Elemente**

Haupt - gruppen

	1 IA	2 IIA		13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA										
1	1,0 1 H								4,0 2 He	1									
2	6,9 3 Li	9,0 4 Be							10,8 5 B	12,0 6 C	14,0 7 N	16,0 8 O	19,0 9 F	20,2 10 Ne	2				
3	23,0 11 Na	24,3 12 Mg													3				
4	39,1 19 K	40,1 20 Ca	45,0 21 Sc	47,9 22 Ti	50,9 23 V	52,0 24 Cr	54,9 25 Mn	55,8 26 Fe	58,9 27 Co	58,7 28 Ni	63,5 29 Cu	65,4 30 Zn	69,7 31 Ga	72,6 32 Ge	74,9 33 As	79,0 34 Se	79,9 35 Br	83,8 36 Kr	4
5	85,5 37 Rb	87,6 38 Sr	88,9 39 Y	91,2 40 Zr	92,9 41 Nb	95,9 42 Mo	99 43 Tc	101,1 44 Ru	102,9 45 Rh	106,4 46 Pd	107,9 47 Ag	112,4 48 Cd	114,8 49 In	118,7 50 Sn	121,8 51 Sb	127,6 52 Te	126,9 53 I	131,3 54 Xe	5
6	132,9 55 Cs	137,3 56 Ba	57 bis 71 <i>La-Lu</i>	178,5 72 Hf	180,9 73 Ta	183,8 74 W	186,2 75 Re	190,2 76 Os	192,2 77 Ir	195,1 78 Pt	197,0 79 Au	200,6 80 Hg	204,4 81 Tl	207,2 82 Pb	209,0 83 Bi	209 84 Po	210 85 At	222 86 Rn	6
7	223 87 Fr	226 88 Ra	89 bis 103 <i>Ac-Lr</i>	261 104 Rf	262 105 Db	263 106 Sg	262 107 Bh	265 108 Hs	268 109 Mt	269 110 Uun	272 111 Uuu	277 112 Uub		289 114 Uuq		289 116 Uuh		293 118 Uuo	7

  

<i>Lanthanoide</i>	138,9 57 La	140,1 58 Ce	140,9 59 Pr	144,2 60 Nd	147 61 Pm	150,4 62 Sm	152,0 63 Eu	157,3 64 Gd	158,9 65 Tb	162,5 66 Dy	164,9 67 Ho	167,3 68 Er	168,9 69 Tm	173,0 70 Yb	175,0 71 Lu
<i>Actinoide</i>	227 89 Ac	232 90 Th	231 91 Pa	238 92 U	237 93 Np	244 94 Pu	243 95 Am	247 96 Cm	247 97 Bk	251 98 Cf	252 99 Es	257 100 Fm	258 101 Md	259 102 No	260 103 Lr

Elektronegativität(Pauling)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
H 2,2							He -
Li 1,0	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,4	F 4,0	Ne -
Na 0,9	Mg 1,3	Al 1,6	Si 1,9	P 2,2	S 2,6	Cl 3,2	Ar -
K 0,8	Ca 1,0	Ga 1,8	Ge 2,0	As 2,2	Se 2,6	Br 3,0	Kr -
Rb 0,8	Sr 1,0	In 1,8	Sn 1,8	Sb 2,1	Te 2,1	I 2,7	Xe -
Cs 0,8	Ba 0,9	Tl 2,0	Pb 1,9	Bi 2,0	Po 2,0	At 2,2	Rn -

pK<sub>s</sub>-Werte

pK <sub>s</sub>	Säure	korrespondierende Base	pK <sub>s</sub>	
vollständige Protonenabgabe	HClO <sub>4</sub>	ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Keine Protonenaufnahme	
	HI	I <sup>-</sup>		
	HCl	Cl <sup>-</sup>		
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>		
	-1,74	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>		H <sub>2</sub> O
	-1,32	HNO <sub>3</sub>		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
	1,92	HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
	2,13	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>		H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
	2,22	[Fe(H <sub>2</sub> O) <sub>6</sub> ] <sup>3+</sup>		[Fe(OH)(H <sub>2</sub> O) <sub>5</sub> ] <sup>2+</sup>
	3,14	HF		F <sup>-</sup>
3,35	HNO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		
3,75	HCOOH	HCOO <sup>-</sup>		
4,75	CH <sub>3</sub> COOH	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>		
4,85	[Al(H <sub>2</sub> O) <sub>6</sub> ] <sup>3+</sup>	[Al(OH)(H <sub>2</sub> O) <sub>5</sub> ] <sup>2+</sup>		
6,52	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> /CO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		
6,92	H <sub>2</sub> S	HS <sup>-</sup>		
7,00	HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>		
7,20	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		
9,25	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>3</sub>		
9,40	HCN	CN <sup>-</sup>		
10,40	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>		
12,36	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>		
13,00	HS <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>		
15,74	H <sub>2</sub> O	OH <sup>-</sup>		
Keine Protonenabgabe	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O <sup>-</sup>	vollständige Protonenaufnahme	
	NH <sub>3</sub>	NH <sub>2</sub> <sup>-</sup>		
	OH <sup>-</sup>	O <sup>2-</sup>		
	H <sub>2</sub>	H <sup>-</sup>		



## Thermodynamische Grunddaten: Bildungsenthalpie und Standardentropie

Anorganische Verbindungen			$\Delta H_f^\circ$ kJ/mol	$S^\circ$ J/(mol·K)
Ag	s		0,0	42,7
Ag <sup>+</sup>	aq		106,0	73,0
AgCl	s		-127,0	96,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	s		-1675,0	51,0
BaCO <sub>3</sub>	s		-1219,6	112,0
BaSO <sub>4</sub>	s		-1445,2	132,2
BaO	s		-558,5	70,3
Br <sub>2</sub>	g		31,0	245,0
Br <sub>2</sub>	l		0,0	152,0
Br <sup>-</sup>	aq		-121,0	80,7
C	g		717,0	158,0
C (Graphit)	s		0,0	5,7
C (Diamant)	s		2,0	2,4
CO	g		-110,5	197,9
CO <sub>2</sub>	g		-393,5	213,6
Ca <sup>2+</sup>	aq		-543,0	-53,0
CaCO <sub>3</sub>	s		-1206,9	92,9
CaCl <sub>2</sub>	s		-795,0	113,8
CaCl <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	s		-2608,5	
CaO	s		-635,1	39,7
Ca(OH) <sub>2</sub>	s		-986,6	83,3
CaSO <sub>4</sub>	s		-1434,0	107,0
CaSO <sub>4</sub> · 2 H <sub>2</sub> O	s		-2033,0	194,0
Cl <sub>2</sub>	g		0,0	223,0
Cl	g		121,0	165,0
Cl <sup>-</sup>	aq		-167,4	55,2
Cu	s		0,0	33,0
Cu <sup>2+</sup>	aq		64,4	-100,0
CuO	s		-155,3	
CuS	s		-53,0	66,0
CuSO <sub>4</sub>	s		-771,0	109,0
CuSO <sub>4</sub> · 5 H <sub>2</sub> O	s		-2280,0	300,0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	s		-822,7	90,0
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	s		-1117,9	146,5
H	g		218,0	115,0
H <sup>+</sup>	aq		0,0	0,0
H <sub>2</sub>	g		0,0	103,6
HF	g		-268,6	173,5
HCl	g		-92,3	186,7
HCl	aq		-167,0	56,0
HBr	g		-36,2	198,5
HI	g		25,9	206,3
H <sub>2</sub> O	g		-241,8	188,7
H <sub>2</sub> O	l		-285,8	69,9
H <sub>2</sub> S	g		-20,2	205,8
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	l		-814,0	157,0
I <sub>2</sub>	s		0,0	116,0
K	g		90,0	160,0
K <sup>+</sup>	aq		-251,2	102,5
KCl	s		-435,9	82,7
Mg	s		0,0	33,0
Mg <sup>2+</sup>	aq		-467,0	-138,0
MgCl <sub>2</sub>	s		-642,0	90,0
MgO	s		-601,8	26,8
MgSO <sub>4</sub>	s		-1288,0	92,0
MgSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	s		-3388,0	372,0
N <sub>2</sub>	g		0,0	191,5
NH <sub>3</sub>	g		-46,2	192,5
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	aq		-132,0	113,0
NH <sub>4</sub> Cl	s		-314,0	95,0
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	s		-366,0	151,0
N <sub>2</sub> O	g		81,8	220,0
NO	g		90,4	210,6
NO <sub>2</sub>	g		33,9	240,5
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	aq		-207,0	146,0

Anorganische Verbindungen			$\Delta H_f^\circ$ kJ/mol	$S^\circ$ J/(mol·K)
Na	g		109,0	154,0
Na <sup>+</sup>	aq		-239,7	60,2
NaCl	s		-411,0	72,4
NaOH	s		-427,0	64,0
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	s		-1384,0	149,0
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> · 10 H <sub>2</sub> O	s		-4324,0	593,0
O <sub>2</sub>	g		0,0	205,0
O <sub>3</sub>	g		142,3	237,6
OH <sup>-</sup>	aq		-230,0	-11,0
PbO	s		-217,8	69,5
S (rhombisch)	s		0,0	32,0
SO <sub>2</sub>	g		-296,1	248,5
SO <sub>3</sub>	g		-395,2	256,2
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	aq		-909,0	20,0
SiO <sub>2</sub> (Quartz)	g		-850,6	42,3
Zn	s		0,0	42,0
ZnO	s		-348,0	43,5
Zn <sup>2+</sup>	aq		-152,5	-112,0

Organische Verbindungen			$\Delta H_f^\circ$ kJ/mol	$S^\circ$ J/(mol·K)
<b>Kohlenwasserstoffe</b>				
Methan	g		-74,9	186,2
Ethan	g		-84,7	229,5
Propan	g		-103,9	269,9
Butan	g		-126,2	310,1
Pentan	g		-146,0	349,0
Pentan	l		-173,2	263,2
Hexan	l		-198,7	295,8
Octan	g		-208,0	467,0
Octan	l		-249,8	306,7
Nonan	g		-228,9	505,8
Nonan	l		-275,0	
Ethen (Ethylen)	g		52,3	219,5
Ethin (Acetylen)	g		226,8	200,8
Benzol	l		49,0	172,8
Cyclohexen	l		-64,0	213,0
<b>halogenierte Kohlenwasserstoffe</b>				
Brommethan	g		38,0	246,0
Chlormethan	g		-86,0	235,0
Fluormethan	g		-234,0	223,0
Iodmethan	g		14,0	254,0
1,2-Dibromethan	g		-39,0	330,0
<b>Alkohole</b>				
Methanol	g		-201,3	237,6
Methanol	l		-238,0	126,8
Ethanol	g		-235,0	283,0
Ethanol	l		-277,7	160,7
<b>Aldehyde, Ketone</b>				
Methanal (Formaldehyd)	g		-116,0	219,0
Ethanal (Acetaldehyd)	g		-166,0	264,0
Propanon (Aceton)	g		-218,0	295,0
<b>organische Säuren</b>				
Methansäure (Ameisensäure)	g		-379,0	249,0
Ethansäure (Essigsäure)	g		-435,0	283,0
Stearinsäure (Octadecansäure)	s		-949,0	
<b>Verschiedene</b>				
Harnstoff	s		-333,2	105,0
Glycin	s		-529,0	104,0
Glucose	s		-1260,0	289,0

g = gasförmig, l = flüssig, s = fest Werte sind gültig für:  
 aq = in Wasser gelöst (mit Hydrathülle) T = 298 K (25 °C)  
 p = 1013 hPa

$\Delta H_f^\circ$  = molare Standard-Bildungsenthalpie  
 $S^\circ$  = molare Standard-Entropie

