

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
10	10	10	8	10	10	10	10	10	12	100
										Note:

Vorname:

Matr.-Nr.:

Nachname:

Studiengang:

- Chemie und Biochemie
- Lehramt Chemie vertieft
- Lehramt Chemie nicht vertieft

- Biologie

- Pharmaceutical Sciences

-

Musterlösung!

Bitte beachten: Die hier aufgeführte Teilpunktevergabe ist nur ein Vorschlag. Daraus erwachsen keine Ansprüche! Es kommt auf die Gesamtlösung an.

Hinweise:

Nur ein Schreibwerkzeug (kein Bleistift) und ein nicht programmierbarer Taschenrechner sind erlaubt!

Schreiben Sie bitte gut leserlich. **Unleserliche oder mit Bleistift geschriebene Teile werden nicht gewertet.**

Geben Sie nachvollziehbare Lösungs- bzw. Rechenwege an. **Lösungen ohne Ansätze bzw. ohne Lösungswege werden nicht gewertet.**

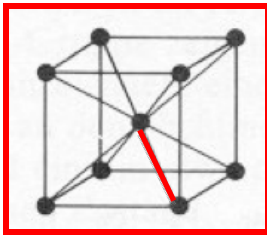
Im Anhang befinden sich ein Periodensystem, Tabelle mit Konstanten und Schmierblätter. **Sämtliche Notizen auf den Schmierblättern werden nicht gewertet!**

Die pro Aufgabe erreichbare Punktzahl ist in [] Klammern angegeben (Höchstpunktzahl 100).

Klausur A

1. [10] Kristallstrukturen, Kugelpackungen

a.) [2] Skizzieren Sie die Elementarzelle für den W-Typ und zeichnen Sie mit einer farbigen Verbindungslinie den kürzesten Abstand zwischen benachbarten Atomen ein.



b.) [1/2 + 1/2] Was bedeutet die für diesen Strukturtyp im Englischen gebräuchliche Abkürzung „bcc“, wie lautet die deutsche Übersetzung?

bcc = body centered cubic (kubisch raumzentriert bzw. innenzentriert)

c.) [1] Berechnen Sie die Anzahl Atome pro Elementarzelle im bcc-Typ.

$$Z = 1 + 8 \times 1/8 = 2$$

d.) [2] Berechnen Sie die theoretische Raumerfüllung der bcc-Kugelpackung (in %) unter Annahme starrer, sich berührender Kugeln.

$$\frac{V_{\text{Kugel}}}{V_{\text{EZ}}} = \frac{2 \cdot \frac{4}{3} \pi \left(\frac{\sqrt{3}a}{4} \right)^3}{a^3} = 0.68$$

Die Raumerfüllung beträgt 68 %

e.) [2] Wie groß ist die Koordinationszahl der Atome im W-Typ? Wie wird das auftretende Koordinationspolyeder genannt?

Die Koordinationszahl ist CN = 8, das Polyeder ist ein Kubus (Würfel)

f.) [2] Geben Sie an, welche der folgenden Elemente ebenfalls im W-Typ kristallisieren? (Punkteabzug bei falschen Antworten wird verrechnet mit Gesamtpunktzahl dieser Aufgabe)

Ba – Cl – Cr – Cu – α -Fe – H – Na – P

Ebenfalls im W-Typ kristallisieren Ba, Cr, α -Fe und Na

Punkte 1:

Klausur A

2. [10] Gleichgewichtsreaktionen / Löslichkeitsprodukt

Bei 25 °C beträgt das Löslichkeitsprodukt der starken Base $\text{Cd}(\text{OH})_2$ $1.96 \cdot 10^{-14}$.

a.) [4] Wieviel Cd^{2+} -Ionen sind in einem Liter Wasser gelöst? (Rechenweg angeben)

$$\begin{aligned} K_L &= [\text{Cd}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 = 1.96 \cdot 10^{-14} && \text{mit } [\text{OH}^-] = 2 \cdot [\text{Cd}^{2+}] \\ [\text{Cd}^{2+}] \cdot (2[\text{Cd}^{2+}])^2 &= 1.96 \cdot 10^{-14} \\ 4[\text{Cd}^{2+}]^3 &= 1.96 \cdot 10^{-14} \\ \sqrt[3]{([\text{Cd}^{2+}]^3)} &= \sqrt[3]{(1.96 \cdot 10^{-14} / 4)} \\ [\text{Cd}^{2+}] &= 1.70 \cdot 10^{-5} \end{aligned}$$

$$N(\text{Cd}^{2+}) = 1.70 \cdot 10^{-5} \cdot 6.022 \cdot 10^{23} = \underline{1.02 \cdot 10^{19}} \quad \mathbf{4 P}$$

b.) [3] Welchen pH-Wert hat die Lösung? (Rechenweg angeben)

$$[\text{OH}^-] = 2 \cdot [\text{Cd}^{2+}] = 2 \cdot 1.70 \cdot 10^{-5} = 3.40 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{pOH} = -\log(3.40 \cdot 10^{-5}) = 4.47$$

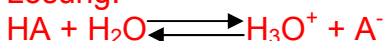
$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 4.47 = \underline{9.53} \quad \mathbf{3 P}$$

um auf die $[\text{OH}^-]$ zu kommen; auch gelten lassen:

$$\begin{aligned} K_L &= [\text{Cd}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 = 1.96 \cdot 10^{-14} && \text{mit } \frac{1}{2} [\text{OH}^-] = [\text{Cd}^{2+}] \\ \frac{1}{2} [\text{OH}^-] \cdot [\text{OH}^-]^2 &= 1.96 \cdot 10^{-14} \\ \frac{1}{2} [\text{OH}^-]^3 &= 1.96 \cdot 10^{-14} \\ \sqrt[3]{([\text{OH}^-]^3)} &= \sqrt[3]{(1.96 \cdot 10^{-14} \cdot 2)} \\ [\text{OH}^-] &= 3.40 \cdot 10^{-5} \end{aligned}$$

c.) [3] In einer Lösung von Cyanessigsäure (eine einwertige Säure) mit einer Konzentration von 0.4 mol/L in Wasser beträgt die $c(\text{H}_3\text{O}^+) = 0.036$ mol/L. Wie groß ist der Dissoziationsgrad α , pH- und pK_s -Wert?

Lösung:



$$\alpha = c(\text{A}^-)/c_0 \quad c(\text{A}^-) = c(\text{H}_3\text{O}^+) = 0.036 \text{ mol/L}$$

$$\alpha = c(\text{H}_3\text{O}^+)/c_0$$

$$\alpha = 0.036 \text{ mol/L} / 0.4 \text{ mol/L} = 0.09 \quad \mathbf{1 P}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg(0.036) = 1.44 \quad \mathbf{1 P}$$

$$\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{pK}_s - \lg c_0/\text{molL}^{-1})$$

$$\text{pK}_s = 2 \cdot \text{pH} + \lg c_0/\text{molL}^{-1} = 2 \cdot 1.44 + \lg 0.4 = \underline{2.48} \quad \mathbf{2 P}$$

Punkte 2:

Klausur A

3. [10] pH-Wert-Berechnungen

In einem Kolben werden 25 mL 0.4-molarer Natriumacetatlösung und 25 mL 0.4 molarer Essigsäure vorgelegt ($pK_S(\text{Essigsäure}) = 4.7$), gerührt und mit 0.2-molarer Natronlauge titriert. Berechnen Sie (Rechenweg angeben!) die pH-Werte für die Titrationskurve nach Zugabe von:

a.) [3] 0 mL Natronlauge

Die Lösung enthält: NaAc und HAc

$$c(\text{NaAc}) = 0.2 \text{ mol L}^{-1} \quad 1/2 \text{ P}$$

$$c(\text{HAc}) = 0.2 \text{ mol L}^{-1} \quad 1/2 \text{ P}$$

Puffergleichung:

$$\text{pH} = pK_S - \lg\left(\frac{[\text{HAc}]}{[\text{Ac}^-]}\right) \quad 1 \text{ P}$$

$$\text{pH} = 4.7 - \lg(0.2/0.2) = \underline{4.70} \quad 1 \text{ P}$$

b.) [4] 50 mL Natronlauge

Die Lösung enthält: NaAc

$$c(\text{NaAc}) = 0.2 \text{ mol L}^{-1} \quad 1 \text{ P}$$



Ac^- ist eine schwache Base, somit: 1 P

$$\text{pOH} = \frac{1}{2} (pK_B - \lg c_0/\text{mol L}^{-1}) = \frac{1}{2} (9.3 - \lg 0.2) = 5.00 \quad 1 \text{ P}$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 5.00 = \underline{9.00} \quad 1 \text{ P}$$

c.) [3] 250 mL Natronlauge

Die Lösung enthält: NaAc und NaOH

$$c(\text{NaAc}) = 0.067 \text{ mol L}^{-1} \quad 1/2 \text{ P}$$

$$c(\text{NaOH}) = 0.133 \text{ mol L}^{-1} \quad 1/2 \text{ P}$$

Der pH-Wert wird von der starken Base dominiert, somit:

$$\text{pOH} = -\lg(c[\text{OH}^-]) = -\lg(0.133) = 0.88 \quad 1 \text{ P}$$

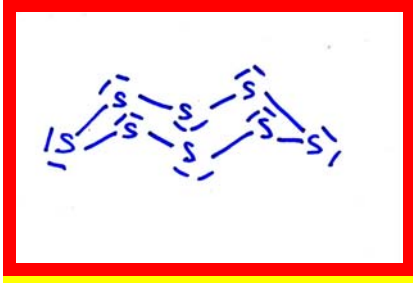
$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 0.88 = \underline{13.12} \quad 1 \text{ P}$$

Punkte 3:

Klausur A

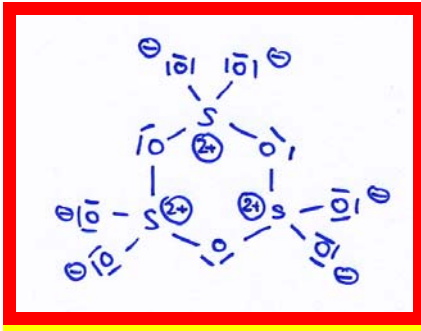
4. [8] Skizzieren Sie die Lewis-Formeln bzw. charakteristischen Strukturmerkmale der folgenden Elemente bzw. Verbindungen (mit allen Valenzelektronen) und geben die jeweilige Summenformel an:

a.) [2] α -Schwefel



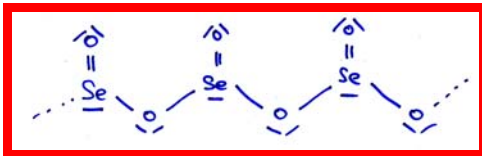
S_8

b.) [2] eisartiges γ - SO_3



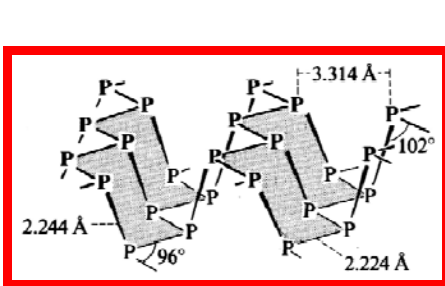
$(SO_3)_3$

c.) [2] Selen(IV)-oxid

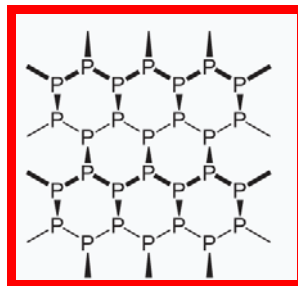


SeO_2 oder $(SeO_2)_x$ polymer bzw. Kette

d.) [2] Schwarzer Phosphor



oder



Mit je einem freien E.-paar an jedem Atom P oder P_x (polymer)

Punkte 4:

Klausur A

5. [10] **Lewis-Formeln:** Geben Sie die Summenformeln und die Gesamtzahl der Valenzelektronen folgender Moleküle bzw. Molekül-Ionen an. Skizzieren Sie zudem eine korrekte Lewis-Formel unter Berücksichtigung sämtlicher Valenzelektronen. Beachten Sie dabei streng die Oktettregel (auch bei Elementen der höheren Perioden). Beschreiben Sie stichpunktartig die Koordination des Zentralatoms/der Zentralatome durch seine Nachbarn (z. B. gewinkelt, tetraedisch).

	Summenformel	Gesamtzahl Valenzelektronen	Lewis-Formel	Koordination Zentralatom (z. B. gewinkelt, tetraedisch)
a.) Nitrat	NO_3^-	24		trigonal planar
b.) Stickstoffdioxid	NO_2	17		gewinkelt
c.) (Mono-)boran	BH_3	6		trigonal planar
d.) Lachgas	N_2O	16		linear
e.) Dithionit	$\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$	38		pseudo-tetraedrisch (1 freies e-Paar) bzw. pyramidal

je $\frac{1}{2}$ P pro richtiger Antwort

Punkte 5:

Klausur A

6. [10] **Allgemeine Fragen:** Tragen Sie in der letzten Spalte jeweils den Buchstaben der richtigen Antwort ein (A, B, C):

Frage	A	B	C	Ihre Antwort
Wie lautet die Gibbs-Helmholtz-Gleichung?	$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$	$\Delta G = H - T \cdot S + pV$	$\Delta G = T \cdot \Delta S$	A
Wie lautet die allgemeine Gasgleichung?	$(p \cdot V)^2 = R \cdot T / 2$	$p \cdot V = T \cdot R \cdot n$	$p \cdot T = n \cdot R \cdot V$	B
Siedepunkt von Ammoniak (in °C)	17,31	120,7	-33,34	C
Bindungslänge H-O in H ₂ O	90 pm	90 Angstrom	90 nm	A
Wie groß ist das Volumen von 28 g N ₂ bei 20 °C/1 bar	2,2410 L	22410 mL	22,410 m ³	B
Diazan ist...	NC-CN	N ₂ H ₄	N ₂	B
1 Mol Wasserstoff wiegt...	etwa 2 g	2,06 kg	hat kein Gewicht, es ist leichter als Luft	A
„Urea“ (engl.) ist...	eine radioaktive Uran-Verbindung	CONH	H ₄ CON ₂	C
Wer hat die ersten Edelgasverbindung entdeckt?	L. Pauling	R. Hoppe	Es gibt gar keine Edelgasverbindungen	B
Sauerstoff...	kann alle Oxidationsstufen von +6 bis -2 annehmen	reagiert in wässriger Lösung sauer	...ist ein Diradikal	C

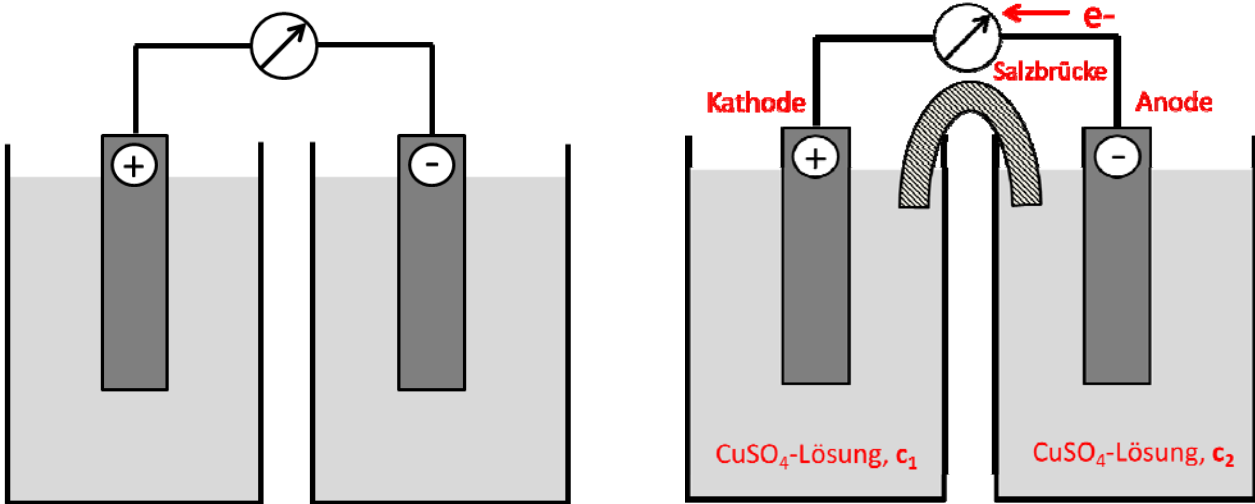
je 1 P pro richtiger Antwort

Punkte 6:

Klausur A

7. [10] Elektrochemie

a.) [4] Ergänzen Sie die Skizze zum Aufbau einer elektrochemischen Konzentrationskette mit dem Redoxpaar Cu/Cu²⁺ mit den beiden Konzentrationen c₁ = 0,1 mol/L und c₂ = 0,01 mol/L: was ist der Elektrolyt in den beiden Zellen? Benennen Sie Kathode und Anode und zeichnen Sie c₁ und c₂ ein.



b.) [1] Wie wird der Stromkreislauf geschlossen? Zeichnen Sie das verwendete Bauteil ein und benennen Sie es.

Salzbrücke mit KNO₃

c.) [2] Formulieren Sie die Teilreaktionen an Anode und Kathode. Zeichnen Sie die Richtung des Stromflusses ein.



d.) [1] Wie lautet die Nernst-Gleichung für jede Halbzelle?

$\Delta E_{\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}} = E^0 + 0,059/2(\log c(\text{Cu}^{2+}))$

e.) [2] Berechnen Sie die auftretende Spannung in der o.a. Konzentrationskette.

$\Delta E_{\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}} = 0,059/2(\log 0,01 - \log 0,1) = -0,059/2 \text{ V} = -0.0295 \text{ V}$

Punkte 7:

Klausur A

8. [10] Redox-Gleichungen: Stellen Sie die vollständigen Redox-Gleichungen für die folgenden Umsetzungen auf:

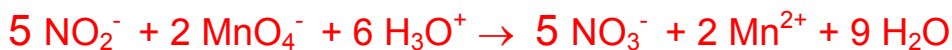
a.) [2] Umsetzung von Zink mit verdünnter Salpetersäure



b.) [2] Umsetzung von Nitrit mit Iodid im Sauren



c.) [2] Umsetzung von Nitrit mit Permanganat im Sauren



d.) [2] Thermische Zersetzung von Natriumnitrat



e.) [2] Disproportionierung von Chlor im Alkalischen

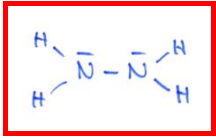


Punkte 8:

Klausur A

9. [10] Hydrazin - Synthese und Eigenschaften

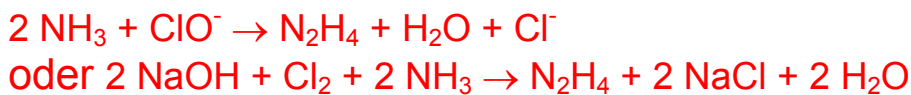
a.) [1] Geben Sie die Lewis-Formel von Hydrazin an.



b.) [1] Wie lautet der Name dieser Verbindung nach IUPAC?

Diazan

c.) [2] Industriell wird Hydrazin in der sog. Raschig-Synthese hergestellt. Wie lautet die Gesamt-Reaktionsgleichung?



d.) [2] Über welche wichtige Zwischenstufe verläuft die Bildung der N-N-Bindung von Hydrazin in der Raschig-Synthese? Geben Sie Summenformel und Name dieser Zwischenstufe an.

Chloramin, H_2NCl

e.) [2] Hydrazin ist in reiner Form metastabil. Geben Sie die Reaktionsgleichung für seine thermische Zersetzung an. Ist diese Reaktion exotherm oder endotherm?



f.) [2] Das Arbeiten mit reinem Hydrazin ist risikoreich. Kommerziell ist Hydrazin jedoch ganz einfach in ein stabileres Derivat überführbar. Geben Sie die Reaktionsgleichung an, wie Hydrazin stabilisiert wird. Wie heißt das Produkt?



Punkte 9:

Klausur A

10. [12] MO-Theorie

a.) [4 x 1,5 = 6] Skizzieren Sie grafisch die jeweils aus den folgenden AOs durch LCAO entstehenden MOs.

Geben Sie dabei die Vorzeichen der Orbitale an.

Sind die Kombinationen bindend, nichtbindend oder antibindend?

Haben die entstehenden MOs σ -, π - oder δ -Charakter?

Die z-Achse ist jeweils die Kernverbindungsline!

s + s

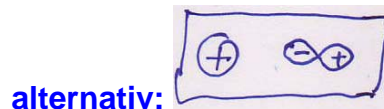


bindend, σ -Charakter

s + p_z

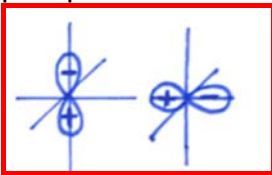


bindend, σ -Charakter

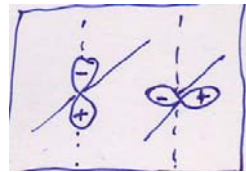


antibindend, σ -Charakter

p_x + p_z

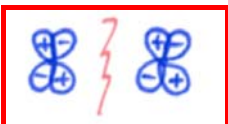


nicht-bindend, π -Charakter



nicht-bindend, π -Charakter

d_{xz} + d_{xz}



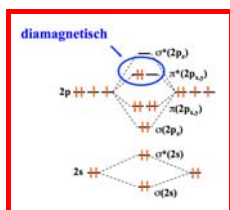
antibindend, π -Charakter



bindend, π -Charakter

b.) [4] Singulett-Sauerstoff ist um ca. 95 kJ/mol instabiler als „normaler“ Triplett-Sauerstoff.

Skizzieren Sie das MO-Diagramm von Singulett-Sauerstoff und geben dabei die Benennung aller AOs und MOs an.



c) [2] Welche wichtige Regel (Name) für Moleküle im Grundzustand wird bei Singulett-Sauerstoff verletzt? Wie lautet diese Regel?

Die Hund'sche Regel. Sie besagt, dass in entarteten (energiegleichen) MOs zunächst alle Orbitale einfach besetzt werden (Vermeidung der Spinpaarungsenergie).

Punkte 10:

Klausur A

ANHANG

1	H	1.008																	2	He	4.003																																
3	Li	6.941	4	Be	9.012															9	F	18.998	10	Ne	20.180																												
11	Na	22.990	12	Mg	24.305															17	Cl	35.453	18	Ar	39.948																												
19	K	39.098	20	Ca	40.078	21	Sc	44.956	22	Ti	47.867	23	V	50.942	24	Cr	51.996	25	Mn	54.938	26	Fe	55.845	27	Co	58.933	28	Ni	58.693	29	Cu	63.546	30	Zn	65.409	31	Ga	69.723	32	Ge	72.64	33	As	74.922	34	Se	78.96	35	Br	79.904	36	Kr	83.798
37	Rb	85.468	38	Sr	87.62	39	Y	88.906	40	Zr	91.224	41	Nb	92.906	42	Mo	95.94	43	Tc	97.907	44	Ru	101.07	45	Rh	102.906	46	Pd	106.42	47	Ag	107.868	48	Cd	112.411	49	In	114.818	50	Sn	118.710	51	Sb	121.760	52	Te	127.60	53	I	126.904	54	Xe	131.293
55	Cs	132.905	56	Ba	137.327	57	La	138.906	72	Hf	178.49	73	Ta	180.948	74	W	183.84	75	Re	186.207	76	Os	190.23	77	Ir	192.217	78	Pt	195.078	79	Au	196.967	80	Hg	200.59	81	Tl	204.383	82	Pb	207.2	83	Bi	208.980	84	Po	208.982	85	At	209.987	86	Rn	222.018
87	Fr	223.020	88	Ra	226.025	89	Ac	227.028	104	Rf	261.109	105	Db	262.114	106	Sg	266.122	107	Bh	268.103	108	Hs	277	109	Mt	268.103	110	Ds	281	111	Rg	272.154	112	E-Hg	285																		

Quelle: CRC 86th 2005

Konstanten:

- Avogadro-Konstante $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- Universelle Gaskonstante $R = 8.3143 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
- Faraday-Konstante $F = 96487 \text{ C mol}^{-1}$
- Atomare Masseinheit $u = 1.660277 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

