



Cheat Sheet

1. Chemische Grundlagen

1.1. Formelzeichen

Dichte	ρ
Masse	m
molare Masse	M
Stoffmenge	n
Stoffmengenkonzentration	c
Volumen	V
Liter	l

1.2. Dichte

$$\text{Dichte} = \frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}} \quad \rho = \frac{m}{V}$$

1.3. Mol und Molare Masse

Definition atomare Masseneinheit

$$1u = \frac{1}{12}(\text{^{12}C}) = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

Definition Mol

1 Mol eines Stoffes sind $6,02 \cdot 10^{23}$ Teilchen dieses Stoffes.

Im PSDE ist die relative Atommasse gleich der Masse eines Mols in g.

Beispiel für Molare Masse eines Moleküls:

$$\text{Molare Masse von H}_2\text{O}: M(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot M(\text{H}) + M(\text{O}) = 2 \cdot 1,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

1.4. Stoffmenge und Konzentration

$$\text{Stoffmenge: } n = \frac{m}{M}$$

$$\text{Stoffmengenkonzentration: } c = \frac{n}{V}$$

1.5. Atommodell nach Bohr

Hauptschalen entweder 1..8 oder K...R.

Nebenschalen mit maximaler Elektronenzahl: s(2), p(6), d(10), f(14)

1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s 4f 5d 6p 7s 5f 6d 7p 8s

He — Ne — Ar — — Kr — — Xe — — Rn — — →

1.6. Quantenmechanisches Atommodell

- Hauptquantenzahl (Hauptschale 1 - 8) → n
- Nebenquantenzahl (Unterschalen 1 - 4 bzw. s - f) → l
- Magnetische Quantenzahl (für $2 e^-$) → $-l$ bis $+l$ → m_l
- Magnetische Spinzquantenzahl $m_s \rightarrow \pm \frac{1}{2}$

$n \setminus l$	0 = s	1 = p	2 = d
1:K	$m = 0$ 	$m = -1, 0, 1$ 	$m = -2, -1, 0, 1, 2$
2:L			
3:M			

SI-Präfixe	Vorsatz	Faktor	Symbol	Vorsatz	Faktor
Y	Yotta	10^{24}	d	Dezi	10^{-1}
Z	Zetta	10^{21}	c	Zenti	10^{-2}
E	Exa	10^{18}	m	Milli	10^{-3}
P	Peta	10^{15}	μ	Mikro	10^{-6}
T	Tera	10^{12}	n	Nano	10^{-9}
G	Giga	10^9	p	Piko	10^{-12}
M	Mega	10^6	f	Femto	10^{-15}
k	Kilo	10^3	a	Atto	10^{-18}
h	Hekto	10^2	z	Zepto	10^{-21}
da	Deka	10^1	y	Yoko	10^{-24}

2. Korrosion

- Ausgangsstoff für chemische Reaktion = Edukt.
- Resultierende Verbindung aus Reaktion = Produkt.
- Gibbs-Helmholtz-Beziehung: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$.
 - Wird Energie frei $\Delta G < 0$ exothermer Vorgang.
 - Wird Energie verbraucht $\Delta G > 0$, endothermer Vorgang.

Regeln zur Bestimmung der Oxidationszahl

- Im Element ist die Oxidationszahl immer ± 0 .
- Bei einfachen Ionen entspricht die Oxidationszahl immer der Ionenladung.
- Die Summe der Oxidationszahlen aller Atome einer Verbindung ergibt die Gesamtladung der Verbindung.
- Fluor besitzt in Verbindungen immer die Oxidationszahl -1 .
- Sauerstoff besitzt in den meisten Fällen die Oxidationszahl -2 .
- Wasserstoff besitzt in der Regel die Oxidationszahl $+1$ (Ausnahme: Hydride).
- Metalle besitzen in der Regel positive Oxidationszahlen.
- Oxidationszahlen anderer Atome in einer Verbindung werden durch Differenzbildung zur Gesamtladung ermittelt.
- Bei kovalenten Verbindungen werden die Elektronenpaare dem elektronegativeren Partner zugeordnet.

3. Kunststoffe

Bestehen im wesentlichen aus C,H,N und O

Polymerisation: Reaktion von Monomeren mit Doppelbindungen zu makromolekularen Ketten

Polykondensation: Reaktion von Monomeren mit reaktiven Endgruppen unter Abspaltung von z.B. H_2O oder HCl

Polyaddition: Vernetzung von Epoxiden mit Aminen oder Alkoholen ohne weiteres Reaktionsprodukt

Polymerisationsgrad = $\frac{\text{Molare Masse der Makromoleküle}}{\text{Molare Masse der Monomere}}$

Typ	Kunststoff	Verwendung
Thermoplaste	PE(Polyethylen)	Schlüsselelemente Eimer Bierkästen Einwegbecher Schuhabsätze Flaschen Styropor Einwegbecher Tonbandkassetten Kabelummantelungen Duschvorhänge Abflussrohre Nylonstrümpfe Angelschnur Brillengestelle
	PP(Polypropen)	
	PS(Polystyrol)	
	PVC(Polyvinylchlorid)	
	PA(Polyamid)	
	Duroplaste	Kochlöffel Bakelit Küchenmöbeloberflächen Elektr. Isoliermaterial Elektroinstallationen
		Matratzen Wärmedämmung Kabelummantelungen
	Elastomere	

4. Moleküle Bindungstypen

Bindung	Eigenschaften	Energie
Ionisch	Elektronenaustausch, stark, starr	3.4 eV
Kovalent	Gemeinsame Elektronen	
Metallisch	„Elektronensee“	
Dipol	Coulombkräfte von Partialladungen	

4.0.1. Ionenbindung

Voraussetzung: unterschiedliche Atome leicht zu ionisieren Je größer die Differenz der Elektronegativitätswerte der beteiligten Atome ist, desto stärker ist der ionische Charakter einer Verbindung ausgeprägt.

- Coulombanziehung nicht gerichtet → positive und negative Ionen lagern so dicht aneinander wie möglich → Ionenkristall (nicht verformbar)
- Elektronen sind an den Ionen lokalisiert → keine freien Elektronen vorhanden → Isolator

Wichtige Anionen:

Formel	Name
SO_4^{2-}	Sulfat
SO_3^{2-}	Sulfit
HSO_4^-	Hydrogensulfat
HSO_3^-	Hydrogensulfit
CO_3^{2-}	Carbonat
HCO_3^-	Hydrogencarbonat
PO_4^{3-}	Phosphat
HPO_4^{2-}	Monohydrogenphosphat
$H_2PO_4^{2-}$	Dihydrogenphosphat
NO_3^-	Nitrat
CN^-	Cyanid.

Das Verhältnis von Kationen zu Anionen ist immer derart, dass das Molekül elektrisch neutral ist.

5.0.1. Kovalente Bindung (Elektronenpaarbindung)

Spinabsättigung der äußeren Elektronenschale durch gemeinsame Elektronen

- Valenz-Elektronen zwischen den Atomen lokalisiert
- keine Kugelsymmetrische Ladungsverteilung mehr im Atom
- Die Anzahl der Elektronen mit umgekehrtem Spin zeigt an wie vielfache kovalente Bindungen eingegangen werden können
- treten bei und zwischen Elementen der IV. bis VII. Hauptgruppe auf
- gerichtete Bindungen → mögliche Kristallstrukturen werden eingeschränkt
- Differenz der Elektronegativität meist $\Delta E < 1.7$
- kovalente gebundene Kristalle sind üblicherweise schlechte Leiter

5.0.2. Metallische Bindung

Sonderfall der kovalenten Bindung, bei der die Valenz-Elektronen nicht lokalisiert sind.

- Vorwiegend Elemente mit nur wenigen Außen elektronen
- freie Elektronen → hohe elektrische Leitfähigkeit, hohe Wärmeleitfähigkeit
- Bindung nicht gerichtet
- Bindungen mit gleich- und ungleichartigen Metallen eingegangen werden
- Metallische Bindung ist schwächer als die ionische oder kovalente Bindung
- Bindungsstärke hängt von der Zahl der Leitungselektronen ab

5.0.3. Dipolbindung

- zwischen Molekülen mit permanentem Dipolmoment → Moleküle mit positiver und negativer Ladung
- Dipole ordnen sich im Dipolfeld der Nachbaratome so an, dass möglichst geringe Abstand und durch die Coulombkräfte gebunden werden

5.0.4. Van-der-Waals-Bindung:

- Atome/Moleküle haben kein permanentes Dipolmoment
- Bindung zwischen Dipolen durch statistische Fluktuationen der Ladungsschwerpunkte.
- Sehr schwache Bindung

5.0.5. Wasserstoffbrückenbindung

Voraussetzung: Äußere Schale > vier Elektronen, zwischen 2 Atomen.

- Bindungen über Wasserstoffbrücken der Form A-H-A
- Das H-Atom geht eine kovalente Bindung mit Atom der Sorte A ein und gibt sein Elektron ab. Das Proton bleibt fest an Reaktionspartner gebunden und bindet nun zusätzlich das andere negative Atom
- Bindungsenergie ist gering (0.1 eV)

6. Physik

6.1. Formelzeichen

Größe	Formelzeichen	Einheit
Geschwindigkeit	v	$\frac{m}{s}$
Strecke	s	m
Kraft	F	N(Newton)
Fläche	A	m^2
Beschleunigung	a	$\frac{m}{s^2}$
Drehzahl	n	-
Winkelgeschwindigkeit	ω	1/s
Frequenz	f	Hz
Periodendauer	T	$\frac{1}{f}$
Arbeit	W	J(Joule)

6.2. Bewegungen

Gleichförmige Bewegung

$$v = \frac{s}{t}$$

Gleichmäßig beschleunigte Bewegung und freier Fall

$$\text{Beschleunigung: } a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$\text{Zurückgelegte } s \text{ bei gleichmäßiger } a: s(t) = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a}{2} t^2$$

$$\text{Zurückgelegte Strecke: } s = \frac{1}{2} \cdot v_{end} \cdot t$$

$$\text{Endgeschwindigkeit: } v_{end} = \sqrt{2 \cdot a \cdot s}$$

$$\text{Endgeschwindigkeit: } v_{end} = v_0 + a \cdot t$$

Kreisförmige Bewegungen

$$\text{Umfangsgeschwindigkeit: } v_u = n \cdot 2 \cdot r \cdot \pi.$$

$$\text{Winkelgeschwindigkeit: } \omega = \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

$$\text{Radialbeschleunigung: } a_{rad} = 4 \cdot \pi^2 \cdot r \cdot n^2$$

6.3. Kräfte

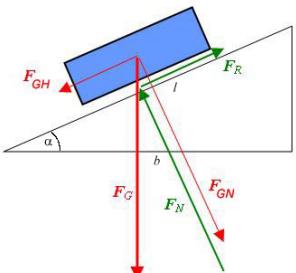
Newton'scher Bewegungssatz:

- Ein Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmig geradlinigen Bewegung, sofern er nicht durch einwirkende Kräfte zur Änderung seines Zustands gezwungen wird.
- Kräfte treten immer paarweise auf. Übt ein Körper A auf einen anderen Körper B eine Kraft aus (actio), so wirkt eine gleich große, aber entgegen gerichtete Kraft von Körper B auf Körper A (reactio)
- $F = m \cdot a$
 $[F] = [m] \cdot [a] = 1 \text{ kg} \cdot 1 \frac{m}{s^2} = 1 \frac{\text{kg} \cdot m}{s^2} = 1 \text{ N}$.
 Ein Newton ist die Kraft, die eine Masse von 1kg die Beschleunigung von $1m/s^2$ verleiht.

Drehmoment = Kraft \cdot Hebelarm

$$\text{Verhältnis aus Kraft zu Hebelarm: } \frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}.$$

$$\text{Reibungszahl: } \mu = \frac{F_R}{F_N}$$



6.4. Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad

Ein Joule ist die Arbeit, die aufgebracht werden muss, um eine Kraft von 1 Newton entlang eines Weges von 1 Meter wirken zu lassen.

Arbeit: $W = F \cdot s$

Hubarbeit: $W = g \cdot h$ bzw. $W = m \cdot g \cdot h$

Reibungsarbeit: $F_R = \mu \cdot F_N$

Arbeit bei schrägem Kraftantrieb: $W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$

Beschleunigungsarbeit: $W = m \cdot a \cdot s; W = m \cdot \frac{a^2 \cdot t^2}{2}; W = m \cdot \frac{v^2}{2}$

Federkonstante: $c = \frac{F}{s}$

Federspannarbeit: $W = \frac{1}{2} \cdot F \cdot s; W = \frac{1}{2} \cdot c \cdot s^2; W = \frac{F^2}{2 \cdot c}$

potenzielle Energie: $W_{pot} = m \cdot g \cdot h$

kinetische Energie: $W_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

Leistung: $P = \frac{W}{t}; P = F \cdot v$

Wirkungsgrad: $\eta = \frac{P_{eff}}{P_{ind}}, \eta < 1$

Kraftstoß = Impuls: $F \cdot \Delta t = \Delta v \cdot m$

Erhaltung des Impulses: $m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = 0$

Zentraler elastischer Stoß

$$\text{kinetische Energie: } m_1 \cdot u_1^2 + m_2 \cdot u_2^2 = m_1 \cdot v_1^2 + m_2 \cdot v_2^2$$

$$\text{Impuls: } m_1 \cdot u_1 + m_2 \cdot u_2 = m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2$$

$$\text{Geschwindigkeiten: } u_1 + v_1 = u_2 + v_2$$

$$v \text{ von } m_1 \text{ danach: } v_1 = 2 \cdot \frac{m_1 \cdot u_1 + m_2 \cdot u_2}{m_1 + m_2} - u_1$$

$$v \text{ von } m_2 \text{ danach: } v_2 = 2 \cdot \frac{m_1 \cdot u_1 + m_2 \cdot u_2}{m_1 + m_2} - u_2$$

Zentraler unelastischer Stoß: $v = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2}$

$$\text{Zentripetalkraft: } F_z = m \cdot a_r; F_z = m \cdot \omega^2 \cdot r; F_z = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

$$\text{Energie des rotierenden Körpers: } W_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2 \cdot \omega^2; W_{kin} = I \cdot \frac{\omega^2}{2}$$

$$\text{Massenträgheitsmoment: } I = m \cdot r^2$$

$$\text{Massenträgheitsmoment einer rotierenden Scheibe: } I = \frac{m}{2} \cdot r^2$$

6.5. Anziehungskräfte

$$\text{Anziehung zweier Massen: } F = \gamma \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$$\text{Masse eines Himmelskörpers: } M = \frac{4\pi^2 \cdot r^3}{\gamma \cdot T^2}$$

- M = gesuchte Masse

- r = Abstand der beiden Himmelskörper

- T = Umlaufdauer des umkreisenden Gestirns

- Benennung mit Haupt- und Nebengruppen
- IUPAC – Empfehlung
- Von Chemical Abstracts Service bis 1986 verwendet

Periodensystem der Elemente

<http://www.pse-online.de>

1. Hg 1,00794 $1s^1$ H $-1,1$ -259 2.2 -253 13.6 Wasserstoff	2. Hg	2 IIA
---	-------	----------

Relative Atommasse [Massenzahl des langlebigsten Isotops]	243,0614 [Rh]5f ⁷ s ²	* Künstliches Element
Ordnungszahl	95	Am
Schmelzpunkt [°C]	994	3,4,5,6 Oxidationszahlen (häufigste)
Siedepunkt [°C]	2607	~1.2 Elektronegativität
Elementname	Americium	6.0 Erste Ionisierungsenergie [eV]
		Elementsymbol

Elementsymbol:

- Tc** = kein stabiles Isotop bekannt
- N** = gasförmig
- Br** = flüssig (bei 20 °C)
- Am** = fest

22,989770 [Ne]3s ¹	24,3050 [Ne]3s ²	11Na 98 892	12Mg 1.0 649 5.1 1107	3 Natrium Magnesium	4	5	6	7	8	9	10	11	12	26,981538 [Ne]3s ² 3p ¹	28,0855 [Ne]3s ² 3p ²	30,973761 [Ne]3s ² 3p ³	32,066 [Ne]3s ² 3p ⁴	35,4527 [Ne]3s ² 3p ⁵	39,948 [Ne]3s ² 3p ⁶			
39,0983 [Ar]4s ¹	40,078 [Ar]4s ²	19K 1 64 774	20Ca 2 0.9 839 4.3 1487	21Sc 3 1.0 1539 6.1 2832	22Ti 3,4 1.2 1660 6.5 3260	23V 0,2,3,4,5 1.3 1890 6.8 3380	24Cr 0,2,3,6 1.5 1857 6.7 2482	25Mn -1,0,2,3,4,6,7 1.6 1244 6.8 2097	26Fe -2,0,2,3,6 1.6 1535 7.9 2750	27Co -1,0,2,3 1.7 1495 7.9 2870	28Ni 0,2,3 1.8 1453 7.6 Kupfer	29Cu 1,2 1.9 1084 7.7 Zink	30Zn 2 1.8 420 9.4 907	69,723 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ¹	72,61 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ²	74,92160 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ³	78,96 [Ar]3d ¹⁰ 4s ³ 4p ⁴	79,904 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁵	83,80 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶			
85,4678 [Kr]5s ¹	87,62 [Kr]5s ²	37Rb 1 39 688	38Sr 2 0.9 769 4.2 1384	39Y 3 1.1 1523 6.4 3337	40Zr 4 1.2 1852 6.8 4377	41Nb 3,5 1.2 2468 6.9 4927	42Mo 0,2,3,4,5,6 1.3 2617 7.1 5030	43Tc 7 1.4 2172 7.3 Technetium	44Ru -2,0,2,3,4,6,8 1.4 2310 7.4 3900	45Rh 0,1,2,3,4,5 1.5 1966 7.5 3727	46Pd 0,2,4 1.6 1552 8.3 3140	47Ag 1,2 1.7 962 7.6 Silber	48Cd 2 1.8 321 9.0 765	49In 3 1.5 157 5.8 2080	114,818 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ²	118,710 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ³	121,760 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁴	127,60 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵	126,90447 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶	131,29 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶		
132,90545 [Xe]4f ¹	137,327 [Xe]4f ²	55Cs 1 28 690	56Ba 2 0.9 725 3.9 1640	57 – 71 Lanthanoide La-Lu	72Hf 4 1.2 2150 5400	73Ta 5 1.3 2996 7.0 5425	74W 0,2,3,4,5,6 1.5 3407 7.9 5927	75Re -1,2,4,6,7 1.6 3180 8.0 5627	76Os -2,0,2,3,4,6,8 1.6 3045 8.7 5027	77Ir -1,0,1,2,3,4,6 1.7 2410 9.1 4130	78Pt 0,2,4 1.8 1772 9.0 3827	79Au 1,3 1.9 1064 9.2 2940	80Hg 1,2 1.4 39 10.4 357	81Tl 1,3 1.5 304 14.7 Quecksilber	82Pb 2,4 1.6 328 6.1 1740	83Bi 3,5 1.7 271 7.4 1560	84Po 2,4,6 1.8 254 7.3 962	85At -1,1,3,5,7 2.0 302 8.4 337	86Rn -1 -71 -62 10.7			
[223] [Rn]7s ¹	[226] [Rn]7s ²	87Fr 1 27 677	88Ra 2 0.9 700 4.0 1140	89 – 103 Actinoide Rutherfordium	[261] [Rn]5f ⁴ 6d ² s ² * [262] [Rn]5f ⁴ 6d ³ s ²	* [263] [Rn]5f ⁴ 6d ⁴ s ²	* [264] [Rn]5f ⁴ 6d ⁵ s ²	* [265] [Rn]5f ⁴ 6d ⁶ s ²	* [266] [Rn]5f ⁴ 6d ⁷ s ²	* [267] [Rn]5f ⁴ 6d ⁸ s ²	* [268] [Rn]5f ⁴ 6d ⁹ s ²	* [269] [Rn]5f ⁴ 6d ¹⁰ s ¹	* [270] [Rn]5f ⁴ 6d ¹⁰ s ¹	* [271] [Rn]5f ⁴ 6d ¹⁰ s ¹	* [272] [Rn]5f ⁴ 6d ¹⁰ s ¹	112Uub	113Uut	114Uuq	115Uup	116Uuh	117Uus	118Uuo

¹ Die Elemente mit den Ordnungszahlen 112 – 118 wurden noch nicht synthetisiert bzw. von der IUPAC offiziell anerkannt!

© 1999-2003
by Lars Röglind

lars@pse-online.de
<http://www.pse-online.de>

138,9055 [Xe]5d ¹ 6s ²	140,116 [Xe]4f ⁶ s ²	140,90765 [Xe]4f ⁶ s ²	144,24 [Xe]4f ⁶ s ²	[145] [Xe]4f ⁶ s ²	150,36 [Xe]4f ⁶ s ²	151,964 [Xe]4f ⁶ s ²	157,25 [Xe]4f ⁵ 5d ¹ 6s ²	158,92534 [Xe]4f ⁶ s ²	162,50 [Xe]4f ¹ 6s ²	164,93032 [Xe]4f ¹ 6s ²	167,26 [Xe]4f ¹² 6s ²	168,93421 [Xe]4f ¹³ 6s ²	173,04 [Xe]4f ¹⁴ 6s ²	174,967 [Xe]4f ¹⁵ d ¹ 6s ²								
57 La 3 920 3454 Lanthan	58 Ce 3,4 1.1 798 5.6 3257 Cer	59 Pr 3,4 1.1 931 5.5 3212 Praseodym	60 Nd 3 1.1 1010 5.4 3127 Neodym	61 Pm 3 1.1 1080 5.5 2730 Promethium	62 Sm 2,3 1.1 1072 5.6 1778 Samarium	63 Eu 2,3 1.0 822 5.6 1597 Europium	64 Gd 3 1.1 1311 5.7 3233 Gadolinium	65 Tb 3,4 1.1 1360 6.1 3041 Terbium	66 Dy 3 1.1 1406 5.9 2353 Dysprosium	67 Ho 3 1.1 1470 6.0 2720 Holmium	68 Er 3 1.1 1522 6.1 2510 Erbium	69 Tm 2,3 1.1 1545 6.2 1727 Thulium	70 Yb 2,3 1.1 824 6.3 1193 Ytterbium	71 Lu 3 1.1 1656 6.3 3315 Lutetium								
[227] [Rn]6d ¹ 7s ²	[232] [Rn]6d ² 7s ²	[231] [Rn]5f ² 6d ¹ 7s ²	[238] [Rn]5f ³ 6d ¹ 7s ²	[237] [Rn]5f ⁶ d ¹ 7s ²	[244] [Rn]5f ⁷ s ²	[243] [Rn]5f ⁷ s ²	*	[247] [Rn]5f ⁷ s ²	*	[247] [Rn]5f ⁶ d ¹ 7s ²	*	[251] [Rn]5f ¹⁰ 7s ²	*	[252] [Rn]5f ¹¹ 7s ²	*	[257] [Rn]5f ¹² 7s ²	*	[258] [Rn]5f ¹³ 7s ²	*	[259] [Rn]5f ¹⁴ 7s ²	*	[262] [Rn]5f ¹⁴ d ¹ 7s ²
89 Ac 3 1047 3197 Actinium	90 Th 4 1.0 1750 6.9 4787 Thorium	91 Pa 4,5 1.1 1554 7.0 4030 Protactinium	92 U 3,4,5,6 1.1 1132 1.2 640 -3818 Uran	93 Np 3,4,5,6 1.2 641 1.2 994 3327 Neptunium	94 Pu 3,4,5,6 1.2 641 1.2 994 3327 Plutonium	95 Am 3,4,5,6 1.2 641 1.2 994 3327 Americium	96 Cm 3,4 1.2 1340 1.2 986 ~1.2 900 Curium	97 Bk 3,4 1.2 1340 1.2 986 ~1.2 900 Berkelium	98 Cf 3,4 1.2 1340 1.2 986 ~1.2 900 Curium	99 Es 3 1.2 1340 1.2 986 ~1.2 900 Berkelium	100 Fm 3 1.2 1340 1.2 986 ~1.2 900 Californium	101 Md 3 1.2 1340 1.2 986 ~1.2 900 Einsteinium	102 No 2,3 1.2 1340 1.2 986 ~1.2 900 Fermium	103 Lr 3 1.1 1656 6.3 3315 Lawrencium								