Anorganische Experimentalchemie
4. Übung:
Isotope, Kernchemie, Relativistik

1. Welche der folgenden Atome sind Isotope desselben Elements? Um welche Elemente handelt es sich jeweils?

$$^{35}_{16}X, \quad ^{17}_{8}X, \quad ^{32}_{15}X, \quad ^{31}_{16}X, \quad ^{32}_{16}X, \quad ^{31}_{15}X, \quad ^{16}_{8}X$$

Lösung:

S O P S S P O

A: Massezahl = P + N, Z: Ordnungszahl = P, $^{A}_{Z}\mathbf{Symbol}$

2. Natürlich vorkommendes Magnesium hat folgende Isotopenhäufigkeiten:
^{24}Mg Atommasse = 23.98504 u 78.99 %
^{25}Mg Atommasse = 24.98584 u 10.00 %
^{26}Mg Atommasse = 25.98259 u 11.01 %
Welche durchschnittliche Atommasse hat Mg?

Lösung:
1u = 1,660*10^{-24} g = 1/12 C
m(av)$_{Mg}$ = 23,98504 u * 0,7899 + 24,98584 u * 0,1 + 25,98259 u * 0,1101 = 24,30505 u

3. Silber mit einer mittleren Atommasse von 107.868 kommt als Gemisch zweier Isotope vor. Eines der Isotope ist ^{107}Ag (106.906 u) mit 51.88%. Welches ist das zweite Isotop?

Lösung:
$A_r = 0.5188 \cdot 106.906 + (1 - 0.5188) \cdot X = 107.868$
$55.463 + 0.4812 \cdot X = 107.868$
$X = (107.868 - 55.463) / 0.4812$
$X = 108.905$
^{109}Ag

4. Ergänzen Sie folgende Tabelle:

Lösung:

Symbol	**Z**	**A**	**Protonen**	**Neutronen**	**Elektronen**
Pu	**94**	**244**	94	150	94
Sn	50	120	50	**70**	**50**
Bi	83	**209**	83	126	83
U	**92**	**235**	92	143	92
Sc^{3+}	21	45	21	**24**	18
O^{2-}	**8**	16	8	**8**	**10**
N^{3-}	**7**	14	7	**7**	**10**

5. Der Massendefekt bei der Bildung eines He-Kerns aus 2 Protonen und 2 Neutronen beträgt ca. 0.03 u. Wie groß ist die entsprechend freiwerdende Energie (in J)?

1 u = 1.6605 x 10^{-27} kg

Lösung:

Umrechnung in kg

$\Delta m = 0{,}03 \cdot 1{,}6605 \cdot 10^{-27}\ \text{kg} = 4{,}9815 \cdot 10^{-29}\ \text{kg}$

Energie über $E = \Delta m\, c^2$

mit $c \approx 3{,}0 \cdot 10^8$ m/s

$E = 4{,}9815 \cdot 10^{-29}\ \text{kg} \cdot (3{,}0 \cdot 10^8\ \text{m/s})^2 \approx 4{,}48 \cdot 10^{-12}$ J

$E\ (\text{kJ/mol}) = 4{,}48 \cdot 10^{-12}\ \text{J} \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23}\ \text{mol}^{-1} / 1000 = 2{,}7 \cdot 10^9\ \text{kJ/mol}$

6. Vervollständigen Sie die folgende Zerfallsgleichung beim Neutroneneinfang von ^{235}Uran. Warum handelt es sich dabei um eine Kettenreaktion?

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{?}n \rightarrow {}^{?}_{?}U \rightarrow {}^{143}_{56}? + {}^{?}_{?}Kr + 3\,{}^{1}_{?}n$$

Lösung: $^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{143}_{56}Ba + {}^{90}_{36}Kr + 3\,{}^{1}_{0}n$

7. ^{226}Radium bildet sich und zerfällt durch Alpha-Zerfall. Formulieren Sie die Kerngleichungen.

Lösung:

$$^{230}_{90}Th \rightarrow {}^{226}_{88}Ra + {}^{4}_{2}He$$

$$^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$$

8. Beschreiben Sie die Funktionsweise eines „Urchins“ (Neutronen-Seeigels) an Hand zweier Kerngleichungen.

Lösung:

$^{210}_{84}Po \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He$

$^{9}_{4}Be + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{13}_{6}C \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}\text{n}$

9. Schreiben Sie eine vollständige Gleichung für: ^{16}O(t,n)^{18}F

Lösung: $^{16}_{8}O + {}^{3}_{1}T \rightarrow {}^{18}_{9}F + {}^{1}_{0}n$

10. Nennen Sie zwei entscheidende Vorteile für den Einsatz von UF_6 zur Uran-Isotopentrennung.

Lösung:

1. Fluor ist Reinelement

2. UF_6 ist leicht flüchtig.

11. Wie groß ist die rel. Masse eines 1s-Elektrons im Kupfer, Gold und Fermium-Atom im Vergleich zu seiner Ruhemasse?

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

$c = 3 * 10^8\ \mathrm{ms}^{-1} = 137\ \mathrm{a.u.}$

$v = \mathrm{Z} * \mathrm{a.u.}$

Lösung $m(1sCu) = \frac{1}{\sqrt{1-(\frac{29}{137})^2}}$: $m(1sAu) = \frac{1}{\sqrt{1-(\frac{79}{137})^2}}$:$m(1sF\mathrm{m}) = \frac{1}{\sqrt{1-(\frac{100}{137})^2}}$

$m(_{29}Cu)_{rel} = 1.02 \cdot m_0$

$m(_{79}Au)_{rel} = 1.22 \cdot m_0$

$m(_{100}Fm)_{rel} = 1{,}46 \cdot m_0$