

OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
4 februarie 2023
Clasa a IX-a

- Pentru rezolvarea cerințelor vei utiliza Tabelul periodic, care se găsește la sfârșitul variantei de subiecte. Vei folosi mase atomice rotunjite.
- Timpul de lucru efectiv este de trei ore.

Thema I

(25 Puncte)

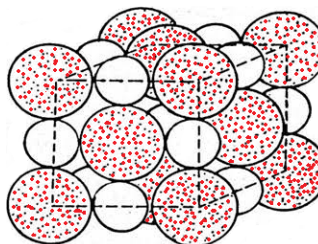
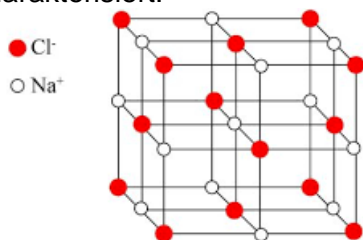
A.10 Puncte

Das chemische Element X ist ein weiß-silbriger Feststoff, welcher den metallischen Glanz an der Luft schnell verliert. Es befindet sich in der 6-ten Periode des Periodensystems, hat eine stabilere Oxidationsstufe und die Unterschale 5d ist vollständig besetzt. Dieses chemische Element ist ein natürliches Gemisch von zwei stabilen Isotopen, welche das Verhältnis der Massenprozent der Häufigkeit 2,387 haben. Das Atom des Isotops, das zwei Nukleonen weniger hat, kommt weniger häufig vor.

- a) Berechne die Massenzahlen der zwei Isotope und schreibe die chemischen Symbole der Isotope des Elements X. Verwende die **ungerundete** Atommasse des Elements aus Anhang 1.
- b) Notiere die Kernzusammensetzung eines jeden Isotops.
- c) Erkläre die Stabilität des Oxidationszustands des Elements X unter Berücksichtigung seiner Elektronenkonfiguration.

B.10 Puncte

Die Kristallgitter des Magnesiumoxids und des Natriumchlorids sind vom Typ AX, in dem das Verhältnis der Ionenradien sich im Intervall 0,41 – 0,73 befindet. Der Radius des Natriumions (**Figur Nr. 1**) hat den Wert 102 pm. Das Verhältnis der Radien der Kationen aus den zwei Kristallgittern ist 1,4166, das Verhältnis der Radien der Anionen ist 0,7735. Das Kristallgitter des Magnesiumoxids wird durch den Wert von 0,5143 des Verhältnisses aus dem Radius des Kations zum Radius des Anions charakterisiert.



Figur Nr. 1

- a) Bestimme die Anzahl der Ionen, die in der Elementarzelle des Magnesiumoxids enthalten sind.
- b) Berechne die Dichte des Magnesiumoxids.

C.5 Puncte

Bestimme die Oxidationszahlen der mit verdickten Buchstaben geschriebenen Elemente:

- (a) Na**Au**Cl₄; (b) I**Cl**; (c) Ba₂**Xe**O₆; (d) **O**F₂; (e) Ca(**Cl**O₂)₂.

Thema II

(25 Puncte)

A.15 Puncte

Gegeben das Reaktionsschema:

- 1) $a + b \rightarrow c$
- 2) $a + d \rightarrow e + f \uparrow$
- 3) $e + b \rightarrow c$
- 4) $a + i \xrightarrow{t^{\circ}\text{C}} j + k + l$
- 5) $e + i \rightarrow j + c + k + l$
- 6) $e + m \rightarrow g + h$
- 7) $g + m \rightarrow n$
- 8) $n + b \rightarrow p + h$
- 9) $p + e \rightarrow r + h$
- 10) $a + l \xrightarrow{500^{\circ}\text{C}} t + f \uparrow$
- 11) $t + d \rightarrow c + e + l$

Bekannt ist Folgendes:

- die Substanzen **c** und **e** sind binäre Verbindungen des Metalls **a** mit dem Halogen **b**;
- **b** ist ein gelb-grünes Gas mit ätzendem Geruch;
- die Substanz **c** enthält 65,538% Halogen (Massenprozente), die Substanz **e** enthält 55,905% Halogen (Massenprozente);
- **m** ist eine ternäre Substanz welche ein Alkalimetall, 21,538% N und 18,462% C (Massenprozente) im Atomverhältnis $\text{Me} : \text{C} : \text{N} = 1 : 1 : 1$ enthält;
- die Substanz **i** ist eine Oxosäure des Stickstoffs mit dem Massenverhältnis $\text{H} : \text{N} : \text{O} = 1 : 14 : 48$.

a) Identifiziere durch Berechnungen die Formeln der Substanzen **c**, **e**, **m** und **i**.

b) Schreibe die Gleichungen der Reaktionen aus dem Reaktionsschema.

B. 10 Punkte

Ein Gemisch **X** bestehend aus Natriumhydrid und Kaliumhydrid enthält 2,884% H (Massenprozente) und reagiert mit Wasser mit einer Ausbeute von 50%. Das entstandene Gas wird über ein vorher erwärmtes Gemisch **Y** geleitet, welches aus metallischem Eisen, Eisen(II)oxid und Eisen(III)oxid besteht. Im Gemisch **Y** ist das molare Verhältnis **Metall: Oxide** 1 : 1. Am Ende sind 3,92 g Eisen vorhanden, durch die Reaktionen entstehen 0,9 g Wasser.

a) Schreibe die Gleichungen der Reaktionen.

b) Berechne die Masse des Gemisches der Hydride.

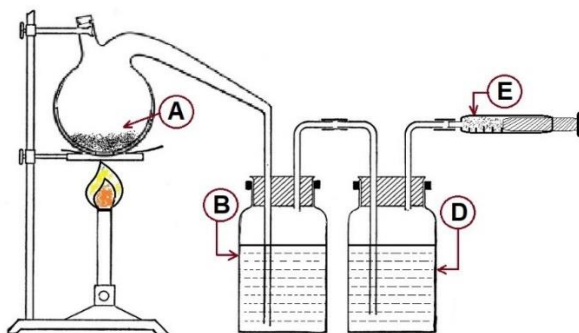
c) Bestimme das Volumen der Salzsäurelösung 0,1M, welche für die vollständige „Auflösung“ des Gemisches **Y** notwendig ist.

Thema III

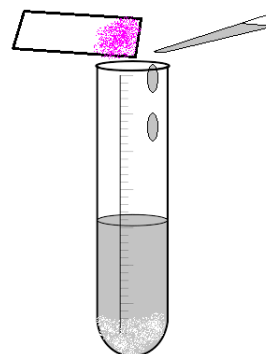
(30 Punkte)

A. 13 Punkte

Ein Gemisch (A) besteht aus zwei festen Substanzen (X) und (Y), die in ihrer Zusammensetzung nur Nichtmetalle enthalten. Die Substanz (X) ist weiß und kristallin. Die Substanz (Y) ist ein einfacher Stoff, ein schwarzes Pulver. Die Substanz (Y) bildet ein kovalentes Atomgitter. Das Gemisch (A) wird stark erhitzt, wobei man die Vorrichtung aus der **Figur Nr. 2** verwendet.



Figur Nr. 2



Figur Nr. 3

Die Gase, die infolge des Vorgangs entstehen, leitet man durch zwei Waschgefäße (B und D), von denen eines eine Kaliumhydroxidlösung der Konzentration 4M und das andere eine Schwefelsäurelösung der prozentualen Massenkonzentration 49% enthält.

Das Gas, welches nicht absorbiert wurde, ist der Hauptbestandteil der Luft und wird in einem Kolben (E) aufgefangen.

Die Substanz (X) ist ein Salpeter, welcher im Bergbau, im Gemisch mit brennbaren Stoffen, als Sprengmittel eingesetzt wird. Wenn man eine Probe der Substanz (X) mit einer der Lösungen aus den zwei Waschgefäßen behandelt, so entsteht ein Gas mit stechendem Geruch, welches ein in alkoholische Phenolphthaleinlösung getränktes Filterpapier rot färbt (**Figur Nr. 3**).

- Identifiziere die Substanzen (X) und (Y). Begründe.
- Gib an, welche Lösungen sich vor der Absorption der Gase in den Gefäßen B und D befinden. Begründe.
- Gib an, welche Phänomene in den Gefäßen B und D, während der Absorption der Gase, stattfinden. Schreibe die Gleichungen der Reaktionen, wenn dies der Fall ist.
- Schreibe die Gleichung der Reaktion, die bei dem Erwärmen des Gemisches (A) stattfindet.

B.17 Puncte

Die Substanz **X** mit der chemischen Formel **AB₅DE₃** und der Molarmasse 79 g/mol ist ein weißes Salz, welches in den Schäumen zum Löschen von Bränden vorhanden ist und als Lebensmittelzusatzstoff verwendet wird.

Bekannt sind folgende Informationen:

- durch thermische Zersetzung von 15,405 g der Substanz **X** werden 3,315 g der Substanz **AB₃**, 8,58 g der Substanz **DE₂** und 3,51 g der Substanz **B₂E** erhalten;
 - durch Reaktion von 20,54 g der Substanz **X** mit der Substanz **GJ₂** entstehen 13,91 g der Substanz **AB₄J** und eine Substanz **Y**, welche das Element **J** nicht enthält;
 - die Substanz **GJ₂** ist eine ionische Verbindung, in der das zweiwertige positive Ion des Elements **G** und das einwertige negative Ion des Elements **J** isoelektronisch mit dem Edelgas aus der 3-ten Periode des Periodensystems sind;
 - die Anionen der Elemente **A**, **D**, **E** und das Kation aus der Zusammensetzung des Salzes **X** die gleiche Anzahl von Elektronen haben.
- a) Identifiziere durch Berechnungen die Elemente **A**, **B**, **D**, **E**, **G**, **J**.
b) Schreibe die Formeln der Substanzen **AB₅DE₃**, **AB₃**, **DE₂**, **B₂E**, **GJ₂**, **AB₄J** und **Y**.
c) Modelliere die Anionen der Elemente **A**, **D**, **E** und die chemischen Bindungen aus dem Kation des Salzes.
d) Schreibe die Gleichungen der Reaktionen.

Thema IV (20 Puncte)

In zwei Berzeliusbechern **P₁** und **P₂** werden zwei Proben von ungelöschem Kalk gegeben. Jede hat die Masse 182 g bei einer Temperatur von 20°C. In jeden Becher gibt man 95,4 g Wasser.

Nach dem Ende der Reaktion:

- im Becher **P₁** wird das entstandene Gemisch filtriert. Der erhaltene Feststoff (**S₁**) wird getrocknet und gewogen. Man stellt fest, dass er 228,7155 g wiegt.
- in den Becher **P₂** werden 650 g Salzsäurelösung für die Neutralisation des gesamten Gemisches gegeben. Die verbrauchte Salzsäurelösung enthält $2103,2738 \cdot 10^{23}$ Elektronen. Nach dem Filtrieren wird der erhaltene Feststoff (**S₂**) getrocknet und gewogen. Man stellt fest, dass er 36,4 g wiegt.

Die Verunreinigungen sind im Wasser nicht löslich und reagieren nicht mit der Salzsäure aus der Lösung.

Der Löslichkeitskoeffizient des Calciumchlorids bei 20°C ist 75 g/100 g Wasser.

- a) Schreibe die Gleichungen der Reaktionen die stattfinden.
b) Berechne die Reinheit des ungelöschten Kalks.
c) Bestimme den Löslichkeitskoeffizienten des Calciumhydroxids bei 20°C.
d) Berechne die Masse von **CaCl₂·2H₂O** die zur Endlösung hinzugefügt werden muss, um eine gesättigte Lösung zu erhalten.

- allgemeine Gaskonstante: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- Zahl von Avogadro: $N = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- Molvolumen (Normalbedingungen) $V = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$
- $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$

Subiecte elaborate, selectate și prelucrate de:

prof. Mariana Dejanu – Școala Gimnazială "Mihai Eminescu", Pitești

prof. Carmen-Luiza Gheorghe – Seminarul Teologic Ortodox "Chesarie Episcopul", Buzău

prof. Carmen Istodor – Colegiul Național "Gheorghe Șincai" București

prof. Lavinia Mureșan – Liceul Teoretic "Onisifor Ghibu", Cluj Napoca

prof. Irina Popescu – Colegiul Național "I. L. Caragiale", Ploiești

ANEXA: TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

18 8A																		
2 He 4.003	17 7A	16 6A	15 5A	14 4A	13 3A													
10 Ne 20.18	9 F 19.00	8 O 16.00	7 N 14.01	6 C 12.01	5 B 10.81													
18	17 Cl 35.45	16 S 32.07	15 P 30.97	14 Si 28.09	13 Al 26.98													
36 Kr 83.80	35 Br 79.90	34 Se 78.97	33 As 74.92	32 Ge 72.61	31 Ga 69.72	30 Zn 65.39	29 Cu 63.55	28 Ni 58.69	27 Co 58.93	26 Fe 55.85	25 Mn 54.94	24 Cr 52.00	23 V 50.94	22 Ti 47.88	21 Sc 44.96			
54 Xe 131.3	53 I 126.9	52 Te 127.6	51 Sb 121.8	50 Sn 118.7	49 In 114.8	48 Cd 112.4	47 Ag 107.9	46 Pd 106.4	45 Rh 102.9	44 Ru 101.1	43 Tc (98)	42 Mo 95.95	41 Nb 92.91	40 Zr 91.22	39 Y 88.91			
86 Rn (222)	85 At (210)	84 Po (209)	83 Bi 209.0	82 Pb 207.2	81 Tl 204.4	80 Hg 200.6	79 Au 197.0	78 Pt 195.1	77 Ir 192.2	76 Os 190.2	75 Re 186.2	74 W 183.8	73 Ta 180.9	72 Hf 178.5	57 La 138.9			
118 Og (294)	117 Ts (294)	116 Lv (293)	115 Mc (289)	114 Fl (289)	113 Nh (286)	112 Cn (285)	111 Rg (272)	110 Ds (281)	109 Mt (266)	108 Hs (265)	107 Bh (262)	106 Sg (263)	105 Db (262)	104 Rf (261)	89 Ac (227)			
		</																