

**OLIMPIADA DE CHIMIE**  
**etapa județeană/municipiului București**  
**22 februarie 2020**  
**Clasa a IX-a**

- Pentru rezolvarea cerințelor veți utiliza mase atomice rotunjite din Tabelul periodic, care se găsește la sfârșitul variantei de subiecte.
- Timpul de lucru efectiv este de 3 ore.

**Subiectul I**

**20 de puncte**

A. Elementele chimice X, Y și Z formează trei compuși binari (X cu Y, X cu Z și Y cu Z).

Identificați compușii binari având în vedere informațiile:

- produsul valențelor elementelor X, Y și Z este 12;
- masa atomică a elementului X se poate exprima ca o putere a valenței sale, de forma  $a^a$ .
- 100 g din compusul binar format de X cu Y conțin 75 g X.
- suma maselor atomice ale celor trei elemente este 74,5.

B. Completați pe foaia de concurs, într-un tabel ca cel de mai jos, formulele chimice corespunzătoare oxoanionilor sau anionilor carbonului, izoelectronici cu speciile chimice ce conțin azot:

specie chimică ce conține azot	$\text{NO}_3^-$	$\text{NO}_2^-$	$\text{N}_2\text{O}_4$	$\text{N}_2$
oxanion/anion al carbonului				

C. Într-o soluție de acid clorhidric, cu masa 400 g, solvatul conține  $216,792 \cdot 10^{23}$  de electroni neparticipanți. Calculați concentrația procentuală masică a soluției de acid clorhidric.

D. a) Aranjați compușii  $\text{F}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{AlF}_3$ ,  $\text{MgF}_2$  în ordinea creșterii punctului de topire.

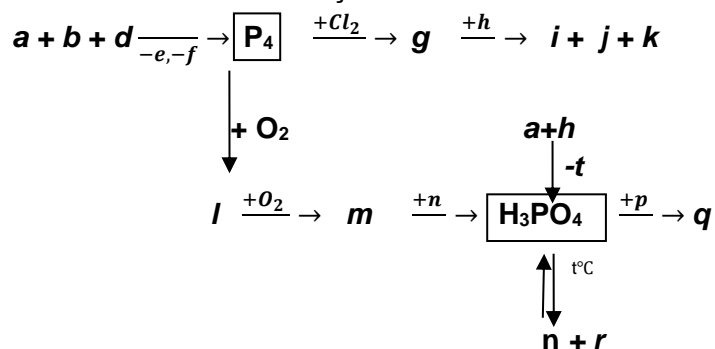
b) Aranjați elementele chimice Ca, Cl, K, Ar în ordinea creșterii primei energii de ionizare.

**Subiectul al II-lea**

**25 de puncte**

În anul 1669, alchimistul Hennig Brad din Hamburg, care căuta piatra filozofală, a obținut un produs alb, care lumina la întuneric, pe care l-a numit *foc rece*.

Se consideră schema de reacții:



Știind că:

- substanța **a** conține 38,71% Ca, 20% P și elementul chimic ce are în învelișul de electroni 4 electroni în orbitali s și 4 electroni în orbitali p;
  - substanța **a** are masa molară de 10 ori mai mare decât masa atomică a elementului chimic numit și *foc rece*;
  - substanța **f** este varul nestins;
  - substanța **t** este sarea anhidră a gipsului;
  - în compusul **g** nemetalul cu electronegativitate mai mică are valență maximă;
  - **k** este un compus cu raportul atomic H : Cl : S : O = 1 : 1 : 1 : 3.
- Determinați formulele chimice ale substanțelor notate cu litere în schema de transformări.
  - Scrieți ecuațiile reacțiilor corespunzătoare schemei de reacții.
  - Calculați masa de acid fosforic, care se obține din 7750 kg substanță **a**, de puritate 80%.

**Subiectul al III-lea**

**25 de puncte**

**A.** Culoarea aurie a piritei a determinat denumirea ei în limba germană *Katzengold* - aurul pisicii. În comparație cu aurul, pirita este mai plastică și mai dură.

Se prăjesc până la consumarea totală a mineralului util, 0,5 kg minereu de pirită, de puritate 96%, cu aer care conține 20% O<sub>2</sub> (procente volumetrice), în exces. Știind că impuritățile sunt inerte din punct de vedere chimic, iar excesul de aer utilizat este de 40% (procente volumetrice) față de necesarul stoichiometric, calculați compoziția procentuală volumetrică a amestecului gazos rezultat.

**B.** Compusul ternar X este un lichid incolor, la temperatura camerei. Unul din cele trei elemente componente ale substanței X are numărul atomic 8.

În două pahare Berzelius cu apă caldă (A) și (B), se introduc câte 13,5 g de substanță X. După un timp, are loc o reacție (reacția 1), iar la finalizarea acesteia, soluțiile din cele două pahare sunt analizate:

- utilizând un pH-metru s-a constatat că soluțiile din cele două pahare sunt puternic acide;
- în paharul (A) s-a adăugat soluție de clorură de bariu, în exces, obținându-se 23,3 g de precipitat alb (reacția 2);
- în paharul (B) s-au obținut 28,7 g de precipitat alb, după adăugarea unei soluții de azotat de argint, în exces (reacția 3).

a. Determinați formula chimică a compusului X.

b. Scrieți ecuațiile reacțiilor 1, 2 și 3.

**Subiectul al IV-lea**

**30 de puncte**

O substanță cristalină, incoloră T se introduce într-o incintă vidată și se supune descompunerii, la presiune constantă. Prin descompunerea termică a substanței T la o temperatură cuprinsă între 360°C și 400°C, se obține o substanță solidă Q, de culoare roșie și un amestec format din două substanțe gazoase, Y (un oxid cu formula chimică EO<sub>2</sub>) și, respectiv, Z.

Dacă descompunerea termică a substanței T are loc la 450<sup>0</sup> C, se obține amestecul A<sub>1</sub> format din trei produși gazoși (X, Y și Z), cu densitatea față de hidrogen de 40,625. Prin răcirea rapidă a amestecului gazos A<sub>1</sub> de la 450<sup>0</sup> C la 150<sup>0</sup> C, se obține compusul X în stare lichidă și un amestec gazos A<sub>2</sub> format din gazele Y și Z, care are densitatea față de hidrogen de 20,67. Volumul amestecului A<sub>2</sub> la 150<sup>0</sup> C, este de 2,279 ori mai mic decât volumul amestecului gazos A<sub>1</sub> la 450<sup>0</sup> C. Amestecul gazos A<sub>2</sub> este răcit la 30<sup>0</sup> C, apoi se barbotează într-o soluție de hidroxid de sodiu, în exces. După barbotare prin soluția bazică rămâne gazul incolor Z, cu densitatea față de hidrogen de 16 și cu volumul, la 30<sup>0</sup> C, de 4,188 ori mai mic decât volumul amestecului A<sub>2</sub> la 150<sup>0</sup> C.

a) Identificați substanțele X, Y și Z.

b) Identificați compusul T.

c) Scrieți ecuațiile reacțiilor de descompunere a compusului T la 450<sup>0</sup> C și, respectiv, la 380<sup>0</sup> C. Precizați care este compusul Q.

d) Scrieți ecuația reacției care are loc la barbotarea amestecului gazos A<sub>2</sub> prin soluția de hidroxid de sodiu.

- constanta universală a gazelor:  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

- numărul lui Avogadro:  $N = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

*Subiecte elaborate, selectate și prelucrate de:*

*Georgiana Leontescu, profesor la Colegiul Național "Ienăchiță Văcărescu", Târgoviște*

*Camelia Tigae, profesor la Colegiul Național "Carol I", Craiova*

ANEXA: TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>																																											
<b>1A</b>	<b>2A</b>	<b>3A</b>	<b>4A</b>	<b>5A</b>	<b>6A</b>	<b>7A</b>	<b>8A</b>	<b>8B</b>	<b>8B</b>	<b>8B</b>	<b>8B</b>	<b>3A</b>	<b>4A</b>	<b>5A</b>	<b>6A</b>	<b>7A</b>	<b>8A</b>																																											
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>2</b>																																											
<b>H</b> 1.008	<b>He</b> 4.003	<b>Li</b> 6.941	<b>Be</b> 9.012	<b>B</b> 10.81	<b>C</b> 12.01	<b>N</b> 14.01	<b>O</b> 16.00	<b>F</b> 19.00	<b>Ne</b> 20.18	<b>Na</b> 22.99	<b>Mg</b> 24.31	<b>Al</b> 26.98	<b>Si</b> 28.09	<b>P</b> 30.97	<b>S</b> 32.07	<b>Cl</b> 35.45	<b>Ar</b> 39.95																																											
<b>11</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>36</b>																																									
<b>Na</b> 22.99	<b>Mg</b> 24.31	<b>K</b> 39.10	<b>Ca</b> 40.08	<b>Sc</b> 44.96	<b>Ti</b> 47.88	<b>V</b> 50.94	<b>Cr</b> 52.00	<b>Mn</b> 54.94	<b>Fe</b> 55.85	<b>Co</b> 58.93	<b>Ni</b> 58.69	<b>Cu</b> 63.55	<b>Zn</b> 65.39	<b>Ga</b> 69.72	<b>Ge</b> 72.61	<b>As</b> 74.92	<b>Se</b> 78.97	<b>Br</b> 79.90	<b>Kr</b> 83.80																																									
<b>37</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>40</b>	<b>41</b>	<b>42</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>52</b>	<b>53</b>	<b>54</b>	<b>55</b>	<b>56</b>	<b>57</b>																																								
<b>Rb</b> 85.47	<b>Sr</b> 87.62	<b>Y</b> 88.91	<b>Zr</b> 91.22	<b>Nb</b> 92.91	<b>Mo</b> 95.95	<b>Tc</b> (98)	<b>Ru</b> 101.1	<b>Rh</b> 102.9	<b>Pd</b> 106.4	<b>Ag</b> 107.9	<b>Cd</b> 112.4	<b>In</b> 114.8	<b>Sn</b> 118.7	<b>Sb</b> 121.8	<b>Te</b> 127.6	<b>I</b> 126.9	<b>Xe</b> 131.3	<b>Cs</b> 132.9	<b>Ba</b> 137.3	<b>La</b> 138.9																																								
<b>87</b>	<b>88</b>	<b>89</b>	<b>90</b>	<b>91</b>	<b>92</b>	<b>93</b>	<b>94</b>	<b>95</b>	<b>96</b>	<b>97</b>	<b>98</b>	<b>99</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	<b>102</b>	<b>103</b>	<b>104</b>	<b>105</b>	<b>106</b>	<b>107</b>	<b>108</b>	<b>109</b>	<b>110</b>	<b>111</b>	<b>112</b>	<b>113</b>	<b>114</b>	<b>115</b>	<b>116</b>	<b>117</b>	<b>118</b>																													
<b>Fr</b> (223)	<b>Ra</b> (226)	<b>Ac</b> (227)	<b>Th</b> 232.0	<b>Pa</b> 231.0	<b>U</b> 238.0	<b>Np</b> (237)	<b>Pu</b> (244)	<b>Am</b> (243)	<b>Cm</b> (247)	<b>Bk</b> (247)	<b>Cf</b> (251)	<b>Es</b> (252)	<b>Fm</b> (257)	<b>Md</b> (258)	<b>No</b> (259)	<b>Lr</b> (262)	<b>Rf</b> (261)	<b>Db</b> (262)	<b>Sg</b> (263)	<b>Bh</b> (262)	<b>Hs</b> (265)	<b>Mt</b> (266)	<b>Ds</b> (281)	<b>Rg</b> (272)	<b>Cn</b> (285)	<b>Nh</b> (286)	<b>Fl</b> (289)	<b>Mc</b> (289)	<b>Bi</b> 209.0	<b>Po</b> (209)	<b>At</b> (210)	<b>Ts</b> (294)	<b>Og</b> (294)																											
<b>58</b>	<b>59</b>	<b>60</b>	<b>61</b>	<b>62</b>	<b>63</b>	<b>64</b>	<b>65</b>	<b>66</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	<b>69</b>	<b>70</b>	<b>71</b>	<b>72</b>	<b>73</b>	<b>74</b>	<b>75</b>	<b>76</b>	<b>77</b>	<b>78</b>	<b>79</b>	<b>80</b>	<b>81</b>	<b>82</b>	<b>83</b>	<b>84</b>	<b>85</b>	<b>86</b>	<b>87</b>	<b>88</b>	<b>89</b>	<b>90</b>	<b>91</b>	<b>92</b>	<b>93</b>	<b>94</b>	<b>95</b>	<b>96</b>	<b>97</b>	<b>98</b>	<b>99</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	<b>102</b>	<b>103</b>	<b>104</b>	<b>105</b>	<b>106</b>	<b>107</b>	<b>108</b>	<b>109</b>	<b>110</b>	<b>111</b>	<b>112</b>	<b>113</b>	<b>114</b>	<b>115</b>	<b>116</b>	<b>117</b>	<b>118</b>
<b>Ce</b> 140.1	<b>Pr</b> 140.9	<b>Nd</b> 144.2	<b>Pm</b> (145)	<b>Sm</b> 150.4	<b>Eu</b> 152.0	<b>Gd</b> 157.3	<b>Tb</b> 158.9	<b>Dy</b> 162.5	<b>Ho</b> 164.9	<b>Er</b> 167.3	<b>Tm</b> 168.9	<b>Yb</b> 173.0	<b>Lu</b> 175.0	<b>Y</b> 88.91	<b>Zr</b> 91.22	<b>Nb</b> 92.91	<b>Mo</b> 95.95	<b>Tc</b> (98)	<b>Ru</b> 101.1	<b>Rh</b> 102.9	<b>Pd</b> 106.4	<b>Ag</b> 107.9	<b>Cd</b> 112.4	<b>In</b> 114.8	<b>Sn</b> 118.7	<b>Sb</b> 121.8	<b>Te</b> 127.6	<b>I</b> 126.9	<b>Xe</b> 131.3	<b>Cs</b> 132.9	<b>Ba</b> 137.3	<b>La</b> 138.9	<b>Pr</b> 140.9	<b>Nd</b> 144.2	<b>Pm</b> (145)	<b>Sm</b> 150.4	<b>Eu</b> 152.0	<b>Gd</b> 157.3	<b>Tb</b> 158.9	<b>Dy</b> 162.5	<b>Ho</b> 164.9	<b>Er</b> 167.3	<b>Tm</b> 168.9	<b>Yb</b> 173.0	<b>Lu</b> 175.0															