

**Заключительный этап академического соревнования Олимпиады школьников  
«Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело»  
специализация «Химические технологии»  
(общеобразовательный предмет химия), весна 2024 год**

**8, 9 классы**

**Вариант 1**

**Задача 1 (5 баллов).** При взаимодействии высшего оксида азота с газообразным соединением теллура и водорода образуются азот и два новых высших оксида. Какое соединение может получиться при взаимодействии между собой полученных оксидов? Напишите уравнения реакций.

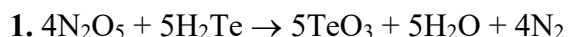
**Задача 2 (10 баллов).** На основе понятий валентности и степени окисления приведите графические формулы хлорида аммония и гидроортофосфата магния. Укажите характер химических связей в каждом соединении, валентности и степени окисления элементов.

**Задача 3 (10 баллов).** Для полной нейтрализации некоторого количества гидроксида натрия потребовалось  $m$  граммов бромоводорода. Вычислите массу серной кислоты (г), необходимую для замены бромоводорода в реакции нейтрализации.

**Задача 4 (10 баллов).** Имеется два слитка сплавов из электрума и латуни. Известно, что электрум это сплав золота с серебром, а латунь – цинка с медью. По форме и цвету это совершенно одинаковых слитка. Предложите два способа (для надежности) с помощью которых можно различить эти два слитка. Приведите, если нужно, уравнения химических реакций.

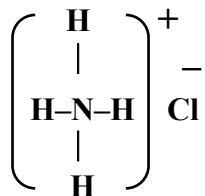
**Задача 5 (15 баллов).** При биологическом разложении органических останков, содержащих фосфор часто образуются дифосфин  $P_2H_4$  и фосфин  $PH_3$ . На воздухе дифосфин способен самовоспламеняться и зажигать фосфин. Одним из продуктов их сгорания является декаоксид тетрафосфора  $P_4H_{10}$ , который при взаимодействии с влагой воздуха образует мельчайшие капельки тетраметафосфорной кислоты  $(HPO_3)_4$ . Приведите уравнения трех перечисленных реакций. Для окислительно-восстановительных реакций горения дифосфина и фосфина приведите схемы электронного баланса. Рассчитайте массу (г) тетраметафосфорной кислоты, которая может образоваться при взаимодействии с влагой воздуха декаоксида тетрафосфора массой 10 г, если выход реакции составляет 80% от теоретического.

## Решение варианта 1



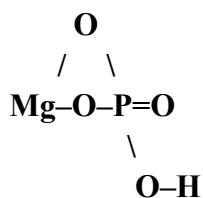
2. **Валентность** – количество химических связей, образованных атомом в соединении.

**Степень окисления** – условный заряд атома, вычисленный в предположении, что вещества состоят из ионов.



Атом	Н	Н	Cl
Валентность	1	4	1
Степень окисления	+1	+3	+1

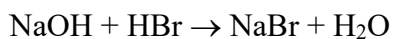
Три связи N–H – ковалентные полярные; одна связь N–H – донорно-акцепторная; связь N–Cl ионная.



Атом	Mg	Н	Р	О
Валентность	2	1	5	2
Степень окисления	+2	+1	+5	-2

Связи Mg–O – ионные, остальные связи - ковалентные полярные.

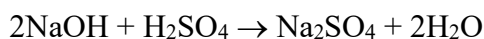
3. Определим количество гидроксида натрия



$M(\text{HBr}) = 81 \text{ г/моль}$

1 моль — 1 моль

$X \text{ моль} — X \text{ моль} = v(\text{HBr}) = m/81 \text{ моль} \Rightarrow v(\text{NaOH}) = m/81 \text{ моль}$



2 моль – 1 моль

$X \text{ моль} — X/2 \text{ моль} = v(\text{H}_2\text{SO}_4) = m/2 \cdot 81 \text{ моль}$

$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}$

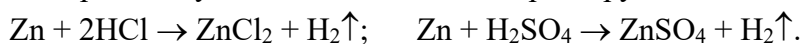
Масса серной кислоты  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = (m/2 \cdot 81) \cdot 98 \approx 0,6m$ .

**Ответ.**  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) \approx 0,6 m$

4. Один из вариантов решения.

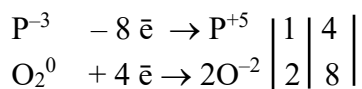
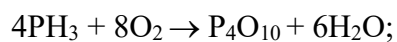
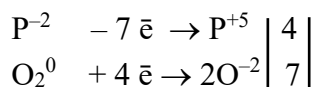
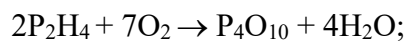
1) Слитки различаются по плотности (удельной массе): золото того же объема гораздо тяжелее меди и цинка  $d_{\text{Au}} = 19,3 \text{ г/см}^3$ ;  $d_{\text{Ag}} = 10,5 \text{ г/см}^3$ ;  $d_{\text{Cu}} = 8,9 \text{ г/см}^3$ ;  $d_{\text{Zn}} = 7,1 \text{ г/см}^3$ .

2) Материал латунного слитка частично реагирует с соляной и разбавленной серной кислотами

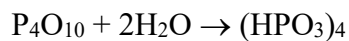


Нужно нанести каплю кислоты на поверхность слитка. В результате реакции уменьшится содержание цинка на поверхности латуни и изменится цвет металла: он станет более красным.

5. Уравнения горения гидридов фосфора:



Уравнение взаимодействия с водой декаоксида тетрафосфора с образованием тетраметафосфорной кислоты



$$M(P_4O_{10}) = 284 \text{ г/моль}$$

$$1 \text{ моль} \quad \text{---} \quad 1 \text{ моль}$$

$$M([HPO_3]_4) = 384 \text{ г/моль}$$

$$0,035 \text{ моль} \quad \text{---} \quad 0,035 \text{ моль}$$

$$v(P_4O_{10}) = 10/284 \approx 0,035 \text{ моль}$$

$$v_{\text{теор}}([HPO_3]_4) = 0,035 \text{ моль}$$

$$v_{\text{практ}}([HPO_3]_4) = \frac{\eta \cdot v_{\text{теор}}}{100} = \frac{80 \cdot 0,035}{100} = 0,028 \text{ моль}$$

$$m_{\text{практ}}([HPO_3]_4) = 0,028 \cdot 384 = 10,752 \text{ г.}$$

**Ответ.** 10,752 г.

**Инженерное дело, специализация «Химические технологии»  
критерии оценивания 8, 9 классы**

<b>Критерии оценивания задания 1</b>		
<i>Решение содержит следующие элементы</i>  (элемент решения сделан верно и полно)		<i>Максимальный балл за элемент решения</i> (баллы за каждый верный элемент решения суммируются)
1	Составлены формулы исходных веществ	1
2	Приведено первое уравнение реакции	2
3	Приведено второе уравнение реакции	2

<b>Критерии оценивания задания 2</b>		
<i>Решение содержит следующие элементы</i>  (элемент решения сделан верно и полно)		<i>Максимальный балл за элемент решения</i> (баллы за каждый верный элемент решения суммируются)
1	Приведены структурные формулы веществ	3
2	Определены валентности всех элементов	2
3	Определены степени окисления всех элементов	2
4	Указаны типы химических связей	3

<b>Критерии оценивания задания 3</b>		
<i>Решение содержит следующие элементы</i>  (элемент решения сделан верно и полно)		<i>Максимальный балл за элемент решения</i> (баллы за каждый верный элемент решения суммируются)
1	Рассчитано количество гидроксида натрия	3
2	Рассчитано количество серной кислоты	4
3	Рассчитана масса серной кислоты	3

<b>Критерии оценивания задания 4</b>		
<i>Решение содержит следующие элементы</i>  (элемент решения сделан верно и полно)		<i>Максимальный балл за элемент решения</i> (баллы за каждый верный элемент решения суммируются)
1	Приведен один способ распознавания слитков	3
2	Приведен второй способ распознавания слитков	3
3	Приведены уравнения реакций и даны разъяснения	4

<b>Критерии оценивания задания 5</b>		
<i>Решение содержит следующие элементы</i>  (элемент решения сделан верно и полно)		<i>Максимальный балл за элемент решения</i> (баллы за каждый верный элемент решения суммируются)
1	Уравнения трех химических реакций	6
2	Электронный баланс двух реакций горения	6
4	Расчет практической массы кислоты	3