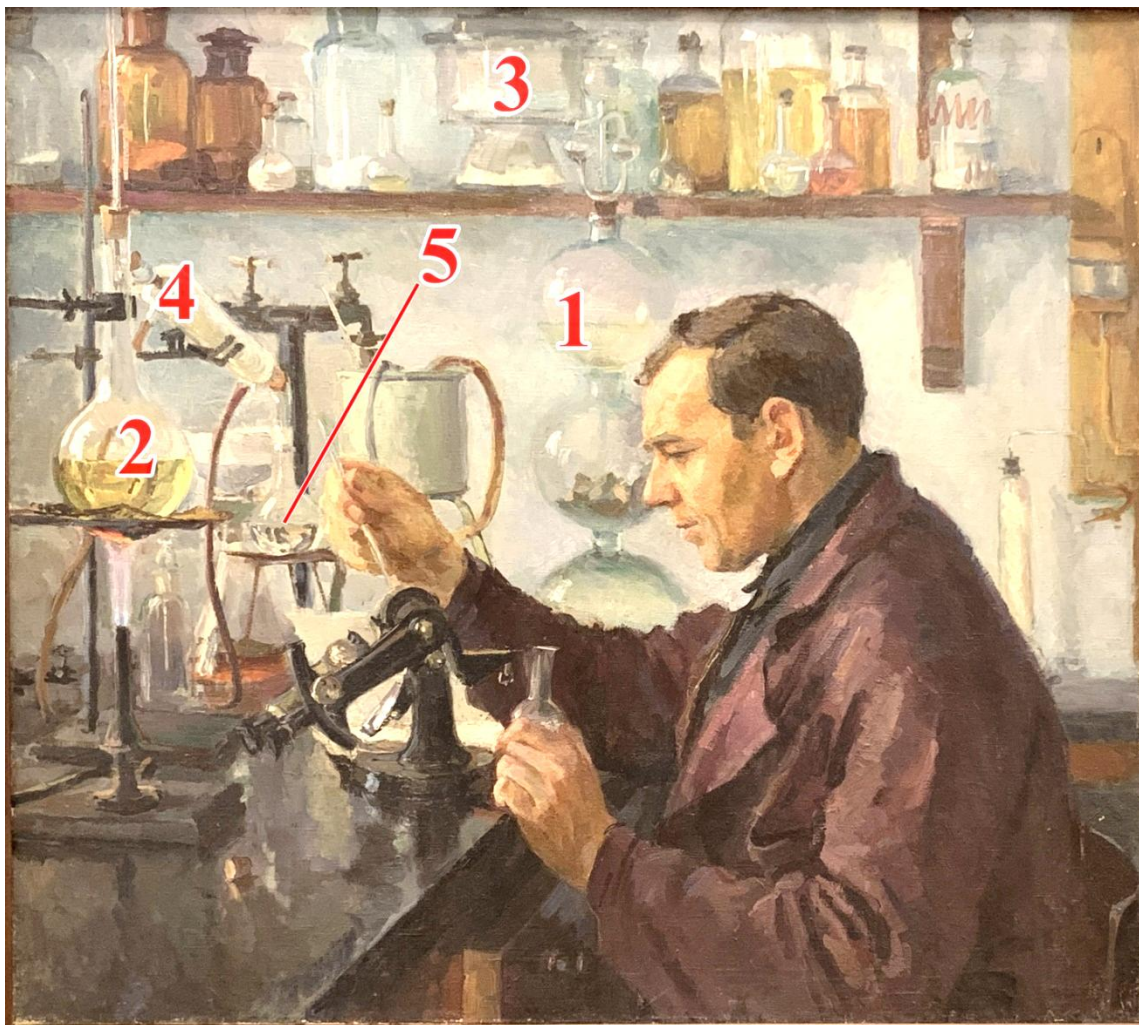


ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Максимальный балл за работу – 100.

Задача 1

1. На картине Л.З. Танклевского «Портрет химика Алексея Ивановича Шаврыгина» показано, как учёный измеряет показатель преломления перегоняемой жидкости на рефрактометре. Соотнесите названия лабораторной посуды с номерами, которыми она обозначена на рисунке.



Ответ:

Колба с отростком (колба Вюрца) – 2

Прямой холодильник (холодильник Либиха) – 4

Аппарат Киппа – 1

Колба-приёмник – 5

Эксикатор (прибор для высушивания и хранения гигроскопичных веществ) – 3

За каждый правильный ответ – 2 балла.

Всего 10 баллов.

Задача 2 (№ 2–5)

Имеются 4 навески порошков металлов, все навески имеют одинаковую массу. Металлы – железо, цинк, алюминий, магний. Металлы сожгли в избытке кислорода и взвесили продукты сгорания. Запишите формулы продуктов сгорания и расположите их в порядке возрастания массы.

2. Продукт 1 (наименьшая масса) –

Ответ: ZnO .

3. Продукт 2 –

Ответ: Fe_2O_3 .

4. Продукт 3 –

Ответ: MgO .

5. Продукт 4 (наибольшая масса) –

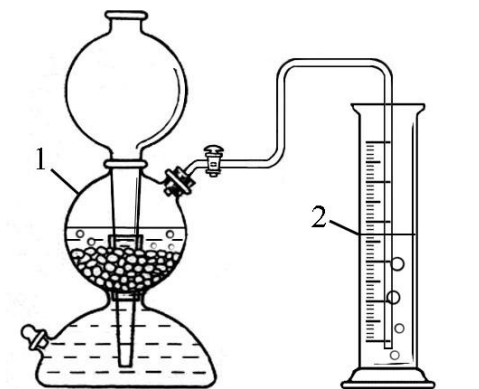
Ответ: Al_2O_3 .

Каждая формула на правильном месте – 2 балла.

Итого за задания № 2–5 – 8 баллов.

Задача 3 (№ 6–7)

В аппарат Киппа (на рис. показан цифрой 1) поместили кусочки мрамора и залили соляную кислоту. Выделился газ X, который пропустили в цилиндр с дистиллированной водой (на рисунке показан цифрой 2).



После пропускания газообразного вещества X масса цилиндра с водой увеличилась на 1,1 г. В цилиндр с раствором X добавили избыток известковой воды, наблюдали выпадение осадка белого цвета.

6. Какой газ X получали в аппарате Киппа? Приведите его химическую формулу.

Ответ: CO₂

За правильный ответ 2 балла.

7. Какова масса осадка, выпавшего после добавления избытка известковой воды к раствору газа X? Ответ выразите в граммах и округлите до десятых.

Ответ: 2,5.

За правильный ответ 4 балла.

Итого за задания № 6–7 – 6 баллов.

Задача 4 (№ 8)

Выберите вещества, действуя на которые соляной кислотой можно количественно получить хлорид цинка.

- ZnO
- ZnSO₄
- Na₂ZnO₂
- Zn₂(OH)₂CO₃
- ZnBr₂
- Zn(NO₃)₂

За каждый верный ответ по 2 балла (за каждый неверный вычитается 2 балла).

Всего 6 баллов.

Решение: сульфат, бромид и нитрат цинка не реагируют с соляной кислотой.

Задача 5 (№ 9)

Даны смеси газов (в неизвестных соотношениях). Как изменится средняя молярная масса каждой смеси при протекании реакции между газами? Установите правильное соответствие.

- | | |
|-------------------------------------|-----------------|
| 1) CO и O ₂ | А) Уменьшится |
| 2) H ₂ и Cl ₂ | Б) Увеличится |
| 3) CO и N ₂ O | В) Не изменится |
| 4) N ₂ и H ₂ | |

Ответ: 1 – Б, 2 – В, 3 – В, 4 – Б.

За каждый правильный ответ – 2 балла.

Всего 8 баллов.

Задача 6 (№ 10–11)

Навеска металла массой 2,00 г полностью растворяется в избытке соляной кислоты с выделением газа, объём которого составляет 377 мл (в пересчёте на н.у.).

10. Определите металл, в ответе укажите его символ. Предложите два разных решения.

Ответ:

Металл 1 (с меньшей атомной массой) – Sn

Металл 2 (с большей атомной массой) – U

За каждый правильный ответ – 3 балла. Всего 6 баллов.

11. Рассчитайте массу продукта реакции соляной кислоты с более тяжёлым металлом. Ответ приведите в граммах, с точностью до десятых.

Ответ: 3,2 г (от 3,1 до 3,2)

За правильный ответ 2 балла.

Итого за задания № 10–11 – 8 баллов.

Задача 7 (№ 12–13)

Вещество ионного строения состоит из двух элементов. Положительный и отрицательный ионы имеют одинаковую электронную конфигурацию. При взаимодействии вещества с водой выделяется газ, в молекуле которого столько же электронов, сколько в каждом из ионов по отдельности.

12. Определите неизвестные вещества и ионы, приведите их формулы. В формуле иона заряд указывайте после символа элемента.

Ответ:

Формула вещества ионного строения – LiH или HLi

Формула газа – H₂

Формула положительно заряженного иона – Li⁺

Формула отрицательно заряженного иона – H⁻

За каждый правильный ответ – 2 балла.

Примечание. Засчитываются также решения с веществами: AlN, Mg₃N₂, CaS, Al₄C₃, Na₃N

Всего 8 баллов.

13. Сколько электронов содержится в молекуле газа?

Ответ: Число электронов – 2.

Для других вариантов решения засчитываются также ответы: 10 или 18.

За правильный ответ – 2 балла.

Итого за задания № 12–13 – 10 баллов.

Задача 8 (№ 14)

Химические связи бывают разные – короткие и длинные. Даны некоторые ковалентные связи и их длины (в относительных единицах). Каждой связи поставьте в соответствие правильную длину.

1) H–O	A) 74
2) H–Cl	Б) 96
3) O–O	В) 127
4) H–H	Г) 146
5) Cl–Cl	Д) 199

Ответ: 1 – Б, 2 – В, 3 – Г, 4 – А, 5 – Д.

За каждый правильный ответ – 2 балла.

Всего 10 баллов.

Задача 9 (№ 15–16)

Белый фосфор состоит из молекул P_4 . В отличие от других видов фосфора, он растворим в сероуглероде CS_2 . При полном сжигании образца такого раствора получили 7,10 г белого порошка и 43,68 л (н.у.) смеси газов. Определите массу раствора (в г) и массовую долю белого фосфора (в %) в этом растворе. Ответы приведите с точностью до десятых.

15. Масса раствора –

Ответ: 52,5 г; [52;53]

За правильный ответ 6 баллов.

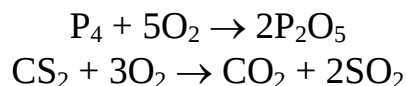
16. Массовая доля P_4 –

Ответ: 5,9%; [5,8;6]

За правильный ответ 2 балла.

Итого за задания № 15–16 – 8 баллов.

Решение: протекают следующие реакции:



Белый порошок – это оксид фосфора,

$n(\text{P}_2\text{O}_5) = 7,10 / 142 = 0,05$ моль, $n(\text{P}_4) = n(\text{P}_2\text{O}_5) / 2 = 0,025$ моль. $m(\text{P}_4) = 0,025 \cdot 124 = 3,1$ г.

$n(\text{газов}) = 43,68 / 22,4 = 1,95$ моль, по уравнению реакции из 1 моль CS_2 образуется 3 моль газов, значит $n(\text{CS}_2) = 1,95 / 3 = 0,65$ моль и $m(\text{CS}_2) = 0,65 \cdot 76 = 49,4$ г.

$m(\text{p-ра}) = 49,4 + 3,1 = 52,5$ г

$\omega(\text{P}_4) = 3,1 / 52,5 \cdot 100\% = 5,9\%$

Задача 10 (№ 17–18)

Коричневый порошок **X**, используемый в качестве катализатора при получении кислорода в лаборатории, при прокаливании разлагается так, что масса твердого остатка **Y** оказывается на 18,4% меньше массы **X**. Вещество **Y** при выдерживании в кислороде переходит в вещество **Z**, содержащее 28,0% кислорода по массе.

17. Установите вещества **X**, **Y**, **Z**, приведите их формулы.

Ответ:

X – MnO_2

Y – MnO

Z – Mn_3O_4

За каждый правильный ответ – 2 балла.

Всего 6 баллов.

18. Укажите все правильные степени окисления атомов металла в **Z**.

- +1
- +2
- +3
- +4
- +5
- +6

За каждый верный ответ – 1 балл, за каждый неверный ответ вычитается 1 балл. Всего 2 балла.

Итого за задания № 17–18 – 8 баллов.

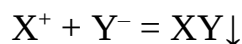
Решение: предположим, что **X** это оксид марганца (IV) $M(\text{MnO}_2) = 87$ г/моль.
 $87 \cdot 0,184 = 16$ г/моль это изменение массы при прокаливании. Получается **Y** – оксид марганца (II) MnO . Найдём формулу Z $n(\text{Mn}) : n(\text{O}) = 72,05 / 55 : 27,95 / 16 = 1,31 : 1,747 = 1 : 1,333 = 3 : 4$ Mn_3O_4 – оксид марганца (II, III)

Задача 11 (№ 19–20)



Вещество **XY** – бинарное соединение светло-желтого цвета. Его можно получить реакцией обмена между растворами двух электролитов (см. фото).

Этой реакции соответствует краткое ионное уравнение:



Соотношение масс ионов X^+ и Y^- в данной реакции составляет

$$\frac{m(\text{X}^+)}{m(\text{Y}^-)} = \frac{1}{1,176}$$

Элементы **X** и **Y** находятся в одном периоде Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева.

19. Определите элементы **X** и **Y**. В ответ введите их символы.

Ответ: **X** – Ag
Y – I

За каждый правильный ответ – 2 балла. Всего 4 балла.

20. Вещество **XY** не растворяется ни в воде, ни в органических растворителях. При нагревании плавится с разложением. Под действием света разлагается. Кристаллическая структура **XY** похожа на гексагональную структуру кристаллов льда, поэтому введение небольшого количества аэрозоля в виде микроскопических кристалликов **XY** в дождевое облако вызывает в нём конденсацию водяного пара.

Проанализируйте описанные выше свойства соединения **XY**, укажите области его применения.

- **Создание светочувствительного слоя дагерротипа, прообраза аналоговой фотографии**
- Добавление к автомобильному топливу для увеличения октанового числа бензинов
- **Распыление в облаках для конденсации воды, что вызывает выпадение осадков**
- Изготовление полупроводниковых приборов, в том числе солнечных батарей
- Варка стекла для изготовления линз и призм в оптических системах специального назначения

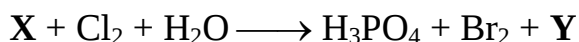
За каждый верный ответ – 2 балла, за каждый неверный вычитается 2 балла.

Всего 4 балла.

Итого за задания № 19-20 – 8 баллов.

Задача 12 (№ 21–22)

Дана схема окислительно-восстановительной реакции.



21. Определите вещества X и Y, приведите их формулы.

Ответ: X – PBr₃ или PBr₅

Y – HCl

За каждый правильный ответ – 4 балла. Всего 8 баллов.

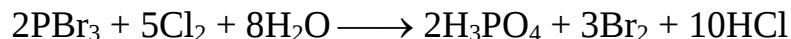
22. Найдите коэффициент перед формулой H₂O в уравнении реакции, если минимальный коэффициент в уравнении равен 2.

Ответ: 8.

За правильный ответ 2 балла.

Итого за задания № 21–22 – 10 баллов.

Решение: В веществе Y должен быть хлор, являющийся окислителем в реакции, и восстанавливающийся до HCl, принимая 2 электрона. Из условия следует, что восстановитель в ходе реакции отдаёт 5 электронов и в его составе фосфор и бром. Бром должен быть в виде бромида и отдаёт 1 электрон, превращаясь в Br⁰. Значит фосфор должен быть в степени +3, тогда PBr₃ всего отдаст 5 электронов.



Другой вариант решения: PBr₅.

Уравнение реакции: $2\text{PBr}_5 + 5\text{Cl}_2 + 8\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{Br}_2 + 10\text{HCl}$

Список источников

1. <https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/848559/index.html>