

Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по химии  
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра  
2020–2021 учебный год  
11 класс  
ЗАДАНИЯ

**Инструкция по выполнению заданий**

*Продолжительность 4 часа. При выполнении заданий можно использовать периодическую систему Д.И. Менделеева, таблицу растворимости кислот, оснований и солей в воде, ряд напряжений металлов, калькулятор.*

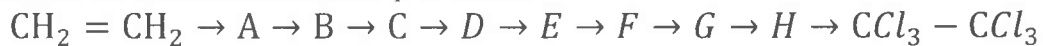
*Желаем удачи*

**Задание 1. Строение атомов (10 баллов)**

Какие из следующих изотопов устойчивы:  $^{67}\text{Zn}$ ,  $^{101}\text{Rh}$ ,  $^{32}\text{Mg}$ ,  $^{43}\text{Ca}$ ,  $^{141}\text{La}$ . Следует учесть, что мера устойчивости изотопа характеризуется отношением числа протонов к числу нейтронов. Для стабильных изотопов это значение близко к 1.

**Задание 2. Органический синтез (22 балла)**

Дана схема последовательных реакций:



Известно, что реакции включают присоединение хлора и отщепление хлороводорода. Укажите формулы веществ А-Н.

**Задание 3. Углеводороды (10 баллов)**

Напишите уравнения реакций, с помощью которых исходя из метана можно получить углеводороды других классов: алкен, алкин, арен, циклоалкан. Никаких других реагентов, кроме продуктов превращений одного углеводорода в другой использовать нельзя, (катализаторы – любые)

**Задание 4. Качественный анализ (8 баллов)**

Порошок зеленого цвета нагрели в пробирке, при этом вещество в пробирке стало черным, а также выделился газ, вызвавший помутнение известковой воды, которое через некоторое время исчезло. Черное вещество нагрели в токе водорода, окраска изменилась на красную. Назовите все вещества, о которых идет речь в задании. Напишите уравнения реакций.

**Задание 5. Механизмы химических реакций (15 баллов)**

Протекают две параллельные реакции  $2\text{A} \rightarrow \text{C}$  и  $\text{A} \rightarrow 3\text{B}$ . Определите сколько получится продукта С от теоретически возможного и на сколько превратиться реагента А (степень превращения) в продукты реакции, если на выходе из реакции установлено, что количество вещества А равно:  $\nu(\text{A})=2$  моль, количество веществ С и В равно:  $\nu(\text{C})=\nu(\text{B})=3$  моль.

Необходимо учесть, что степень превращения реагента показывает, как полно в химическом процессе используется реагент и насколько полно он превратился в продукт реакции.

**Задание 6. Химическая связь, механизм образования связи (15 баллов)**

Энергия химической связи в молекуле хлора составляет 243 кДж/моль (длина связи  $1,99 \cdot 10^{-10}$  м), а в молекуле фтора – 159 кДж/моль (длина связи  $1,42 \cdot 10^{-10}$  м). Объясните причину большей прочности молекулы несмотря на то, что размер её атомов больше, чем в молекуле.

**Задание 7. Задача на материальный баланс (10 баллов)**

Найдите массовую долю серной кислоты в растворе, в котором содержится одинаковое число атомов водорода и кислорода.

**Задание 8. Состав веществ: смеси (10 баллов)**

При гидратации 11,2 г смеси трех алкенов образовался спирт массой 11,84 г. Определите строение исходных алкенов и спирта, если известно, что реакция гидратации протекает с выходом 80%. Напишите уравнения реакций гидратации этих алкенов.

Задание	1	2	3	4	5	6	7	8	Итого
Максимальное кол-во баллов	10	22	10	8	15	15	10	10	100
Оценка жюри	10	3	4	2	2	3	10	6	40



У1) Определим число нейтронов в каждом изотопе  
 Для этого из атомной массы отнимем массу протона  
 на вычтем число протонов (n - число нейтронов)

$${}_{30}^{67}\text{Zn} \quad n = 67 - 30 = 37$$

$${}_{45}^{101}\text{Rh} \quad n = 101 - 45 = 56$$

$${}_{12}^{32}\text{Mg} \quad n = 32 - 12 = 20$$

$${}_{20}^{43}\text{Ca} \quad n = 43 - 20 = 13$$

$${}_{57}^{141}\text{La} \quad n = 141 - 57 = 84$$

Обозначим меру устойчивости изотопа буквой "D",  
 тогда  $D = \frac{p}{n}$ , где p и n - число протонов и ней-  
 тронов соответственно. Тогда

$$D({}_{30}^{67}\text{Zn}) = \frac{30}{37} \approx 0,81$$

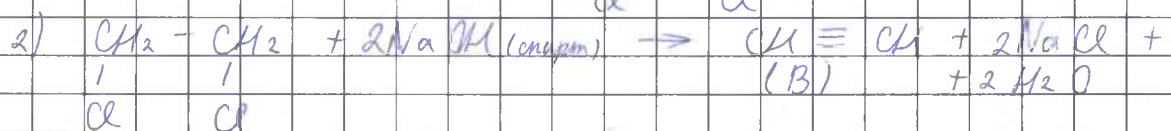
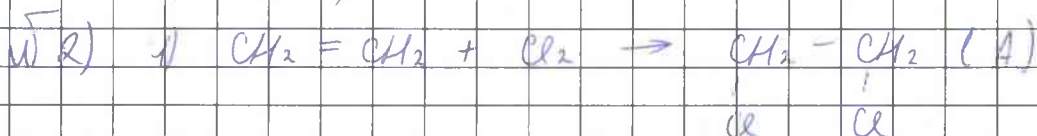
$$D({}_{45}^{101}\text{Rh}) = \frac{45}{56} \approx 0,8$$

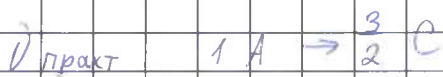
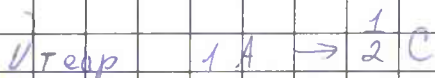
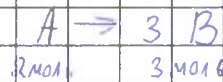
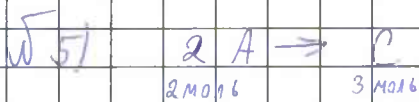
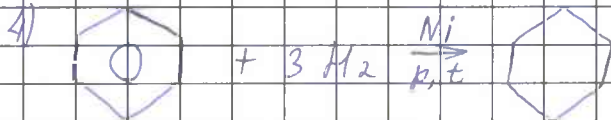
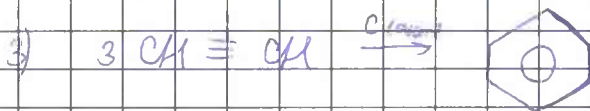
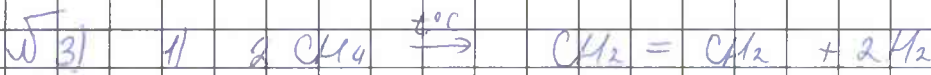
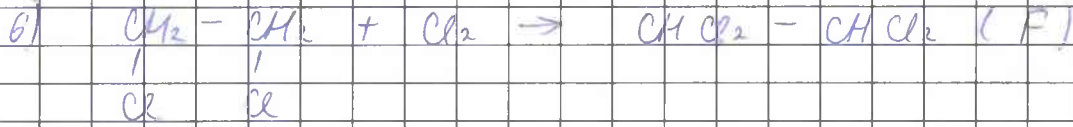
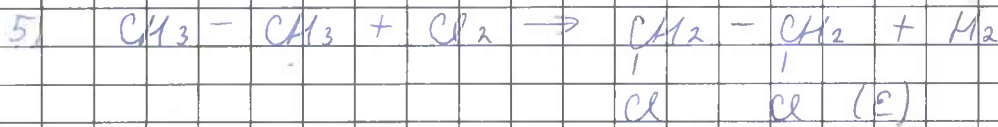
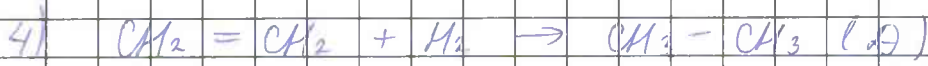
$$D({}_{12}^{32}\text{Mg}) = \frac{12}{20} = 0,6$$

$$D({}_{20}^{43}\text{Ca}) = \frac{20}{23} \approx 0,87$$

$$D({}_{57}^{141}\text{La}) = \frac{57}{84} \approx 0,68$$

Из всех изотопов наиболее стабильными будут  
 ${}_{30}^{67}\text{Zn}$ ,  ${}_{45}^{101}\text{Rh}$ ,  ${}_{20}^{43}\text{Ca}$





Пл. к реакции параллельные, то можно составить  
ур-ня почленно



$$a) \text{ (C) выт} = \frac{1}{3} \approx 0,33\%$$

$$b) \text{ (B) выт} = \frac{1}{1} = 100\%$$

$$\text{Степень превращения A равна} \quad \frac{2}{3} : \left( \frac{1}{3} + 1 \right) = \frac{2}{3} : \frac{4}{3} = \frac{1}{2} = 50\%$$



Ответ:  $\frac{1}{3}, \frac{1}{2}$ .

№ 3)

$$\rho - \rho_0 = \rho_{\text{св}} = 243 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$r_{\text{св}} = 1,99 \cdot 10^{-10} \text{ м}$$

Рассчитаем коэффициент прочности связи, равный отношению энергии связи к ее длине.

$$K_{\text{св}} = \frac{243 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{1,99 \cdot 10^{-10} \text{ м}} \approx 122,11 \cdot 10^{10}$$

прочность связи  
молекулы хлора

$$K_{\text{св}}(\text{F}_2) = \frac{159 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}}{1,42 \cdot 10^{-10} \text{ м}} \approx 111,97 \cdot 10^{10}$$

Видно, что у молекулы хлора прочность выше, т.к. на каждый отрезок связи приходится больше энергии, чем у фтора, несмотря на то, что у хлора длина связи больше.

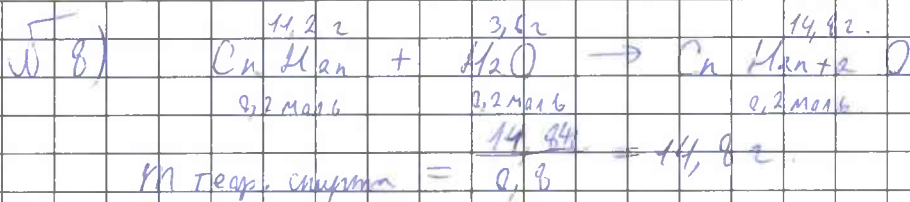
№ 7)  $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = ?$  в р-ре, где  $n(\text{H}) = n(\text{O})$

Р-р состоит из  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Так как число атомов водорода и кислорода одинаково, то

$\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{H}_2\text{O}$  будут находиться в отношении

$$1:2 \text{ в р-ре. Значит, } \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m(\text{H}_2\text{SO}_4) + m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{98}{98 + 342} = 73,13 \%$$

Ответ: 73,13 %



По закону сохранения массы  $m(\text{H}_2\text{O}) =$   
 $= 14,82 - 14,22 = 0,6 \Rightarrow V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,6}{18 \text{ г/моль}} = 0,033 \text{ моль}$

$$V_{\text{алкена}} = V(\text{H}_2\text{O}) = 0,033 \text{ моль}$$

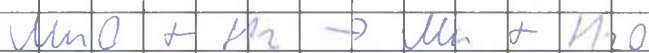
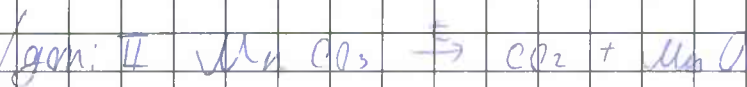
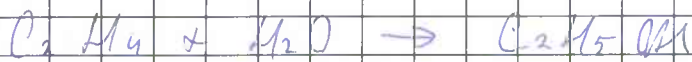
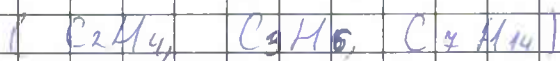
$$M_{\text{алкена}} = \frac{14,22}{0,033} = 430 \text{ г/моль} \Rightarrow$$

$$14n = 56$$

$$n = 4$$

$\text{C}_4\text{H}_8$  - простейшая формула

Поскольку наименьшим ряд алкенов характеризуется со 2-го представителя, то формула  $\text{C}_4\text{H}_8$  - точно не соответствует, т.к. в алкенах нет алкенов, то формула  $\text{C}_{12}\text{H}_{24}$  - это алкены могут быть, например, этилен, пропилен и гетан.



Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по химии  
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра  
2020–2021 учебный год  
11 класс  
ЗАДАНИЯ

**Инструкция по выполнению заданий**

*Продолжительность 2 часа. При выполнении заданий можно использовать периодическую систему Д.И. Менделеева, таблицу растворимости кислот, оснований и солей в воде, ряд напряжений металлов, калькулятор.*

*Желаем удачи*

**Задача экспериментального тура (50 баллов)**

**Задание.** Перед вами две пробирки с растворами веществ. Это органические вещества, содержащие карбонильную группу (-СОН) и несколько гидроксильных групп (-ОН). Название этого класса соединений было предложено Карлом Шмидтом в 1844 году и появление такого названия связано с тем, что первые из известных науке эти вещества описывались брутто-формулой  $C_x(H_2O)_y$ .

**Реактивы:** 0,1М раствор гидроксида натрия, 0,1М раствор сульфата меди (II), аммиачный р-р оксида серебра (реактив Толленса), гидроксид кальция.

**Оборудование:** водяная баня (емкость с водой, которую можно нагреть), спиртовка для нагревания, мерный цилиндр, стеклянная палочка для перемешивания.

- С применением всех представленных реактивов идентифицируйте вещества в пробирках.
- Напишите план ваших действий.
- Напишите формулы веществ и уравнения реакций с указанием аналитических эффектов.
- Охарактеризуйте химическое строение и свойства идентифицированного вещества.



План работы:

I подготовить рабочее место

II измерить объемы растворов для проведения титров "Стыль №1, Качественная реакция на гидроксильную группу"

Цель: обнаружить р-нн глюкозы и сахарозы

Ход опыта: 1) Взяли по 20 мл 0,1 М р-ра  $\text{NaOH}$  и 10 мл 0,1 М р-ра  $\text{CuSO}_4$  в пробирке.

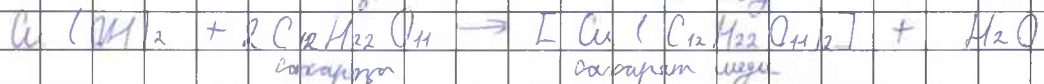


Признак р-ции - образование голубого осадка  $\text{Cu(OH)}_2$ .

2) К двум пробиркам, заранее градуированным в равных объемах на две пробирки, поочередно добавляем р-р из пробирки №1, а затем в другую пробирку с  $\text{Cu(OH)}_2$  р-р из пробирки №2.

3) р-ция произошла в пробирках №1 и №2, т.к. оба р-на - глюкоза и сахароза - являются многоатомными спиртами (кетозой и альдозой соответ.)

Признак р-ции: образование ярко-синего р-ра.



Вследствие этого, в пробирках №1 и №2 находится сахароза или глюкоза

Стыль №2, Качественная реакция на альдегидную группу"



Цель: выяснить, какой из р-ров является р-ом глюкозы

Ход опыта: 1) К 20 мл 0,1 М реактива Фаллеона

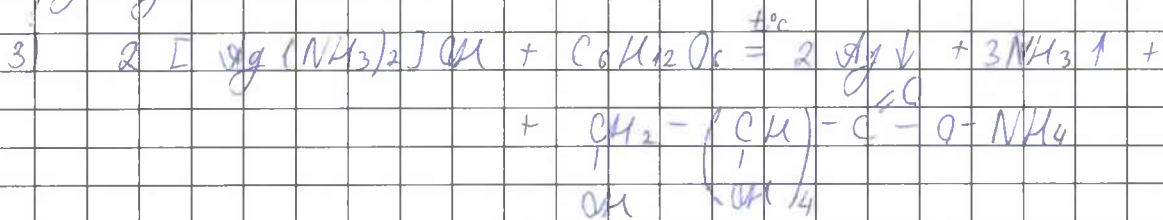
добавить 10 мл 0,1 М р-ра из пробирки №1; затем,

в др. пробирку - р-р из проб. №2 добавить пробирки.

2) р-ция пойдет только с р-ром глюкозы, т.к. она

является альдегидоспиртом и содержит альдегидную

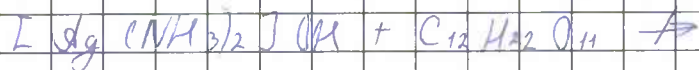
группу.



4) при этом р-ция - выделение серебристого осадка -

- "серебряного зеркала", что указывает на наличие аль-  
дегидогруппы в р-ре глюкозы в пробирке №1

5) р-ция с сахарозой не будет.



Выполн. р-р глюкозы находится в пробирке №1

ответ №3 "Установление р-ра сахаразы"

Цель: убедиться, что в пробирке №2 находится

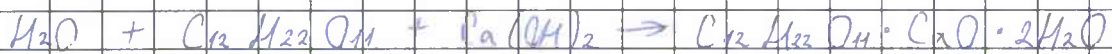
р-р сахаразы (либо проверить).

Ход опыта: 1) в пробирке №2 в равных

объемах р-ра  $\text{Ca(OH)}_2$ , р-р из пробирки №2

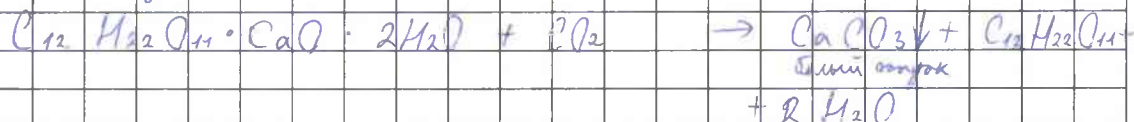
и воду (притом р-р  $\text{Ca(OH)}_2$  (0,1 М))

2) Получится мутный раствор белого цвета



3) Белым р-р можно реагировать с углекислым

из аммиачной селитры в воде, образуются  
белый осадок ( $\text{CaCO}_3$ ) и сахароза



Вывод: т.о. в пробе № 2 действительно находится  
в р-р сахароза.

I. Таким способом используют в производстве све-  
кального сахара. После получения р-ра сахарозы,  
очищенной от примесей, ее выпаривают и собира-  
ют кристаллы.]

Наши выводы: т.о. 3 данных опыта доказали что  
в пробе № 1 содержится р-р глюкозы, а в пре-  
буре № 2 - сахароза. Глюкоза, являясь альдегидо-  
спиртом дает качественные р-ции на гидроксиметильную  
группу, как многоатомные спирты и качествен. р-цию  
на альдегидогруппу ("серебряное зеркало"), как альде-  
гиды. Сахароза дает кат. р-цию на многоатомные  
спирты, являясь кетоноспиртом (крат. сини р-р),  
а также вступает в р-цию с основанием.

III. убрать рабочее место.