

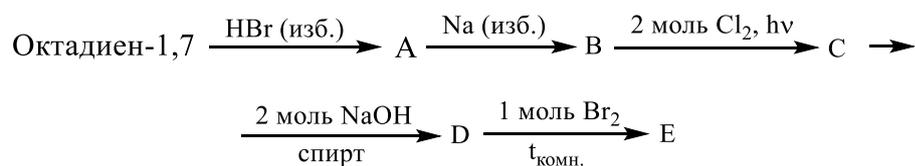
## 10 К Л А С С

**Задача 10.1 (20 баллов).** В результате электролиза раствора NaOH объемом 500 мл (плотностью 1,05 г/мл) массовая доля вещества в растворе увеличилась от 4,5 % до 10 %. Рассчитайте время, затраченное на реакцию, если сила тока равна 10 А.

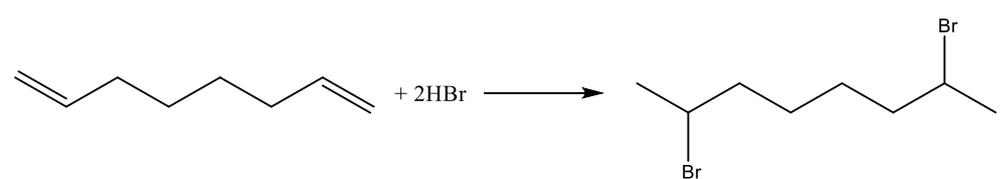
**Решение.**

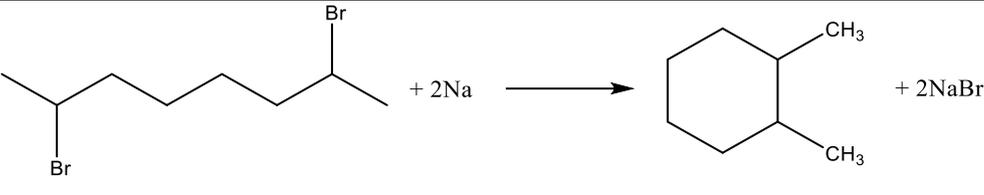
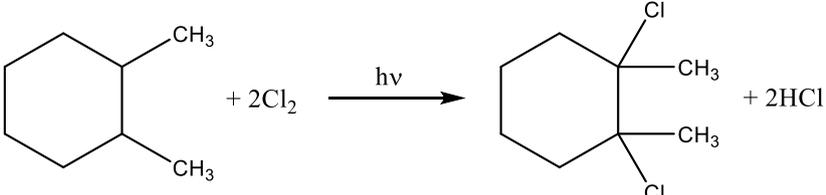
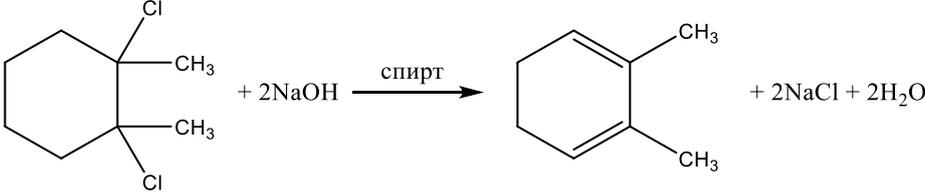
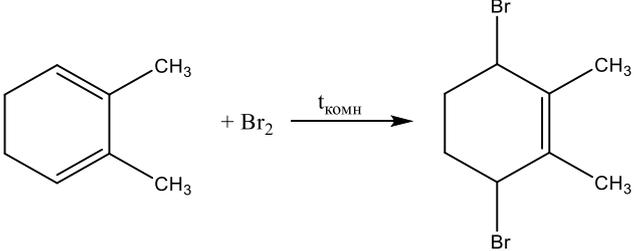
<i>Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)</i>	<b>Баллы</b>
Масса исходного раствора: $m_1(\text{р-ра}) = 500 \text{ мл} \cdot 1,05 \text{ г/мл} = 525 \text{ г}$	2
Масса щелочи в исходном растворе: $m_1(\text{NaOH}) = 525 \cdot 0,045 = 23,625 \text{ (г)}$	2
Уравнение реакции электролиза: $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$	2
Количество вещества воды, вступившей в реакцию, $n(\text{H}_2\text{O}) = x$ моль, Масса конечного раствора: $m_2(\text{р-ра}) = (525 - 18x) \text{ г}$	2
Масса щелочи в конечном растворе: $m_2(\text{NaOH}) = 23,625 \text{ г}$ $(525 - 18x) \cdot 0,1 = 23,625; x = 16,04$	2
Закон Фарадея $m(\text{H}_2) = \frac{M_{\text{ЭКВ.}} \cdot I \tau}{F}; \tau = \frac{m(\text{H}_2) \cdot F}{I \cdot M_{\text{ЭКВ.}}} = \frac{16,04 \cdot 2 \cdot 96500}{10 \cdot 1} = 309572 \text{ с} = 86 \text{ часов.}$	6
<b>Итого:</b>	<b>20</b>

**Задача 10.2 (20 баллов).** Используя структурные формулы органических веществ, напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



**Решение.**

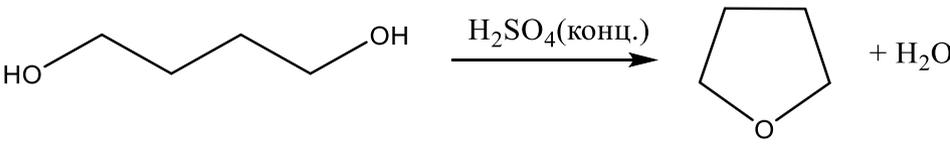
<b>Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)</b>	<b>Баллы</b>
1. 	4
2.	4

	
<p>3.</p> 	4
<p>4.</p> 	4
<p>5.</p> 	4
<p><b>Итого:</b></p>	<p><b>20</b></p>

**Задача 10.3 (20 баллов).** Неизвестное органическое соединение А массой 13,5 г сожгли в избытке кислорода, при этом было получено 13,44 л (н.у.) углекислого газа и 13,5 г воды. Установите строение вещества А, если известно, что при нагревании данного соединения с концентрированной серной кислотой образуется циклическое соединение. Напишите уравнение реакции, о котором идет речь в задаче.

**Решение.**

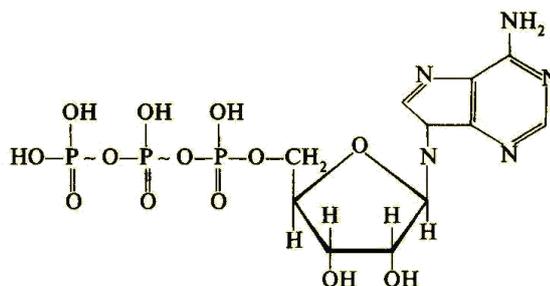
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>1. Найти количества веществ (n, моль) продуктов сгорания и соответствующие количества (моль) атомов, входящих в состав органического вещества А:</p> <p><math>n(\text{CO}_2) = 13,44 / 22,4 = 0,6</math> моль, <math>n(\text{C}) = 0,6</math> моль,</p>	4

$n(\text{H}_2\text{O}) = 13,5 / 18 = 0,75$ моль, $n(\text{H}) = 1,5$ моль.	
<p>2. Рассчитать массу атомов кислорода в порции органического вещества А и соответствующее количество (моль):</p> $m(\text{O}) = 13,5 - (12 \times 0,6 + 1 \times 1,5) = 4,8 \text{ (г)},$ <p>следовательно, соединение А содержит атомы кислорода в своём составе.</p> $n(\text{O}) = 4,8 / 16 = 0,3 \text{ моль.}$	4
<p>3. Найти соотношение атомов углерода, водорода и кислорода:</p> $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 0,6 : 1,5 : 0,3 = 2 : 5 : 1.$ <p>Кислородсодержащего органического соединения с таким соотношением атомов не существует. Кратно увеличивая число атомов, получаем:</p> $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 4 : 10 : 2.$ <p>Исходное соединение А — это один из изомеров <math>\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2</math>.</p>	4
<p>4. Исходя из того, что при нагревании соединения А с концентрированной серной кислотой образуется соединение циклического строения соединение А — это 1,4-дигидроксидбутан, или бутандиол-1,4:</p> 	4
<p>5. Написано уравнение реакции:</p> 	4
<b>Итого:</b>	<b>20</b>

**Задача 10.4 (20 баллов)** Потребность в пищевых веществах юношей 15-18 лет составляет 100 г белков, 100 г жиров, 400 г углеводов в сутки. Определите калорийность суточного рациона и долю энергетической потребности, которая удовлетворяется за счёт каждой группы питательных веществ. Теплоты полного окисления углеводов и белков составляют 4,1 ккал/г, жиров – 9,3 ккал/г (1 ккал = 4,2 кДж).

Энергия окисления питательных веществ в организме высвобождается в виде тепла (более 50%), а часть (около 42%) используется для синтеза аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ).

Молекула АТФ является универсальным источником энергии в живых системах:



Структурная формула АТФ

В условиях функционирования клетки при гидролизе АТФ с отщеплением ортофосфорной кислоты и образовании АДФ высвобождается примерно 40 кДж/моль энергии.

Сформулируйте определение макроэргических связей. Какие связи в молекуле АТФ относятся к макроэргическим?

Рассчитайте массу АТФ, которая может быть синтезирована в организме из АДФ с учётом вышеприведённых данных.

**Решение:**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Расчёт калорийности суточного рациона: $4,1 \cdot (100 + 400) + 9,3 \cdot 100 = 2980$ ккал	2
2. Расчёт доли энергии, получаемой за счет питательных веществ: $410 / 2980 = 0,138$ – за счёт белков $1640 / 2980 = 0,550$ – за счёт углеводов $930 / 2980 = 0,312$ – за счёт жиров	2 2 2
3. Перевод суточной энергетической потребности в кДж: $2980 \cdot 4,2 = 12516$ (кДж)	2
4. Расчёт энергии, использованной для синтеза АТФ: $12516 \cdot 0,42 = 5256,7$ (кДж)	2
5. Расчёт количества вещества синтезированной АТФ : Тепловой эффект образования АТФ из АДФ принимаем численно равным, но противоположным по знаку тепловому эффекту гидролиза АТФ: $5256,7 / 40 = 131,4$ (моль)	2
5. Расчёт молярной массы и массы АТФ $M(\text{АТФ}) = 507 \text{ г/моль}$ ; $n(\text{АТФ}) = 131,4 \cdot 507 = 66620$ (г) или 66,6 кг	2 2
Макроэргические связи – это связи, при разрыве которых при гидролизе происходит выделяется значительное количество энергии (более 30 кДж/моль).	1
В АТФ к макроэргическим относятся фосфоэфирные связи.	1
<b>Итого:</b>	<b>20</b>

**Задача 10.5 (10 баллов).** Чему равна константа равновесия  $K$  реакции  $2HI \leftrightarrow H_2 + I_2$ , если степень диссоциации иодоворода равна 22% ?

**Решение:**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Для реакции $2HI \leftrightarrow H_2 + I_2$  $\frac{\chi(H_2)\chi(I_2)}{(\chi(HI))^2} = \frac{n(H_2)n(I_2)}{(n(HI))^2}$	4
Обозначим начальное количество HI – x моль В реакцию вступило 0,22x моль HI, водорода и йода образовалось по 0,11x моль. Так как в ходе реакции количество газообразного вещества не меняется, то общее количество в системе в равновесном состоянии составит также x моль.  В равновесной системе:  $\chi(HI) = 0,78$ ; $\chi(H_2) = 0,11$ ; $\chi(I_2) = 0,11$ .	3
$K_p = \frac{0,11 \cdot 0,11}{(0,78)^2} = 0,02$ .	3
<b>Итого:</b>	<b>10</b>

**Задача 10.6 (10 баллов).** Для восстановления оксида металла потребовалось 1,792 л водорода. При взаимодействии полученного металла с избытком соляной кислоты выделилось 1,344 л водорода (объёмы указаны при н.у.). Определите расчётным путём формулу оксида металла. Напишите уравнения вышеуказанных химических реакций.

**Решение**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<i>Первый способ.</i> Определён оксид металла. По соотношению объёмов водорода определяем соотношение степеней окисления металла в оксиде и хлориде: $V_1:V_2 = 1,792 : 1,344 = 1,33:1$ Это соответствует соотношению степеней окисления железа в оксиде $Fe_3O_4$ и хлориде $FeCl_2$ , т.е. $8/3:2 = 1,33:1$  <b>ИЛИ</b>	5
<i>Второй способ.</i> $n_1(H_2) = 1,792:22,4 = 0,08$ (моль); $n_2(H_2) = 1,344:22,4 = 0,06$ (моль); $0,08 \text{ моль} \quad 0,06/0,5 \text{ у моль}$ $Me_2O_x + xH_2 \rightarrow 2Me + xH_2O \quad (1)$ $0,06/0,5 \text{ у моль} \quad \quad \quad 0,06 \text{ моль}$	0,5 0,5 1

$\text{Me} + y\text{HCl} \rightarrow \text{MeCl}_y + \underline{0,5y\text{H}_2} \quad (2)$	1
$0,08/x = 0,06/(0,5y*2) ; x=1,333y$	1
<p>Если <math>y=2</math>, т.е. металл в реакции с кислотой (2) проявляет степень окисления +2, то <math>x = 1,333*2 = 2,666</math>, значит формула оксида металла <math>\text{Me}_2\text{O}_{2,666}</math>, после преобразования (домножить на 1,5) – <math>\text{Me}_3\text{O}_4</math>.</p> <p>Таким образом, можно предположить, что Me может быть Fe или Mn.</p>	1
<p>Ответ: <math>\text{Fe}_3\text{O}_4</math> (1 балл) или <math>\text{Mn}_3\text{O}_4</math> (2 балла)</p>	1+2
<p>Составлены два уравнения химических реакций (по 1 баллу за каждое), аналогичные уравнения с <math>\text{Mn}_3\text{O}_4</math> и Mn.</p> $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2 \rightarrow 3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$	2
<p><b>Итого:</b></p>	<b>10</b>