

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии

для 11 класса

2024/25 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

Задание № 1

Условие:

Природный углерод содержит два устойчивых изотопа — ^{12}C и ^{13}C . Природный хлор также содержит два устойчивых изотопа — ^{35}Cl и ^{37}Cl . Сколько изотопомеров (молекул, отличающихся изотопным составом) можно составить для четырёххлористого углерода CCl_4 , используя только природные устойчивые изотопы углерода и хлора?

Ответ: 10

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

$^{12}\text{C}^{35}\text{Cl}_4$, $^{12}\text{C}^{35}\text{Cl}_3^{37}\text{Cl}$, $^{12}\text{C}^{35}\text{Cl}_2^{37}\text{Cl}_2$, $^{12}\text{C}^{35}\text{Cl}^{37}\text{Cl}_3$, $^{12}\text{C}^{37}\text{Cl}_4$, $^{13}\text{C}^{35}\text{Cl}_4$, $^{13}\text{C}^{35}\text{Cl}_3^{37}\text{Cl}$,
 $^{13}\text{C}^{35}\text{Cl}_2^{37}\text{Cl}_2$, $^{13}\text{C}^{35}\text{Cl}^{37}\text{Cl}_3$, $^{13}\text{C}^{37}\text{Cl}_4$ — всего 10 вариантов.

Задание № 2

Условие:

Тёмно-коричневый порошок, являющийся оксидом элемента X, сплавляли с гидроксидом калия и нитратом калия. Полученный сплав растворили в воде и обработали избытком хлора. При этом получилось яркоокрашенное соединение A, обладающее антисептическими свойствами. При нагревании соединение A разлагается, а среди продуктов разложения присутствуют оксид X элемента и кислород. Определите элемент X. В ответ запишите его порядковый номер.

Ответ: 25

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Чёрный порошок — MnO_2 . При его сплавлении с гидроксидом калия и нитратом калия образуется манганат калия K_2MnO_4 . Обработка манганата калия хлором даёт перманганат калия A — KMnO_4 . При нагревании перманганат калия разлагается на манганат калия, оксид марганца (IV) и кислород. Таким образом, элемент X — марганец, его порядковый номер 25.

Задание № 3

Условие:

Жёлтое кристаллическое вещество Y нерастворимо в воде, но растворимо в 10 % азотной кислоте. Выберите вещества, подходящие на роль Y:

Ответ:

- AgI
- Ag₃PO₄
- AgCl
- FeS
- CdS
- Na₂CrO₄
- BaCO₃

За каждый верный ответ — 2 балла

За каждую ошибку снимается 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Жёлтыми веществами являются AgI, Ag₃PO₄, CdS и Na₂CrO₄. Na₂CrO₄ растворимо в воде. Осадок AgI является солью сильной кислоты и в азотной кислоте не растворяется. Остаются только фосфат серебра и сульфид кадмия — Ag₃PO₄ и CdS.

Задание № 4

Условие:

При окислении 50 г насыщенного первичного одноатомного спирта получили 34.2 г альдегида. Выход составил 70 % от теоретического. Определите молярную массу исходного спирта. Ответ выразите в г/моль, округлите до целых.

Ответ: 88

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

При окислении первичного спирта до альдегида количество атомов водорода в молекуле уменьшается на 2. Теоретическая масса альдегида равна

$\frac{34.2}{0.7} = 48.86$ г. Поскольку количество вещества в ходе реакции не меняется, со-

ставим уравнение: $\frac{50}{M} = \frac{48.86}{M-2}$. Решая уравнение, находим, что $M = 88$ г/моль.

Задание № 5

Условие:

При поликонденсации терефталевой кислоты $C_6H_4(COOH)_2$ и этиленгликоля $HOCH_2CH_2OH$ образующийся полимер содержит, помимо полиэтилентерефталата, некоторое количество полиэтиленгликолевых звеньев. Для поликонденсации взяли 16.6 г терефталевой кислоты и 9.3 г этиленгликоля. Определите массовую долю полиэтиленгликолевых звеньев $-OCH_2CH_2-$ в полученном полимере, если известно, что непрореагировавших мономеров в реакционной смеси не осталось, а концевые группы в полимере можно не учитывать. Ответ выразите в процентах, округлив до целых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [9; 11]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Найдём количества взятых для полимеризации мономеров:

$$n(\text{терефталевой кислоты}) = \frac{16.6 \text{ г}}{166 \text{ г/моль}} = 0.1 \text{ моль}$$

$$n(\text{этиленгликоля}) = \frac{9.3 \text{ г}}{62 \text{ г/моль}} = 0.15 \text{ моль}$$

Масса воды, выделившейся при поликонденсации, = $(0.1 \text{ моль} + 0.15 \text{ моль}) \cdot 18 \text{ г/моль} = 4.5 \text{ г}$. Следовательно, масса полученного полимера будет составлять $16.6 \text{ г} + 9.3 \text{ г} - 4.5 \text{ г} = 21.4 \text{ г}$. На образование полиэтилентерефталата пойдёт эквимольное количество терефталевой кислоты и этиленгликоля, т.е. по 0.1 моль. Получается, что на образование полиэтиленгликолевых звеньев пойдёт $0.15 - 0.1 = 0.05$ моль этилен гликоля. Молярная масса мономерного звена полиэтиленгликоля $-OCH_2CH_2-$ составляет 44 г/моль. Тогда масса полиэти-

ленгликольных звеньев равна $0.05 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 2.2 \text{ г}$. Таким образом, массовая доля полиэтиленгликольных звеньев в полученном полимере равна

$$\frac{2.2 \text{ г}}{21.4 \text{ г}} = 0.103 = 10.3 \% \approx 10 \%$$

Задание № 6

Условие:

Выберите вещества, в структуре которых присутствуют гомоядерные ковалентные связи (т.е. связи между атомами одного и того же элемента):

Ответ:

- BaO₂
- TiO₂
- Hg₂Cl₂
- NH₄NO₃
- С (графит)
- HCOONa
- N₂O
- N₂O₅

За каждый верный ответ — 1 балл

За каждую ошибку снимается 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Пероксид бария содержит в ионе O₂²⁻ связи между атомами кислорода; хлорид ртути (I) Hg₂Cl₂ содержит связи между атомами ртути; в графите присутствуют ковалентные связи между атомами углерода; в оксиде азота (I) есть связь между атомами азота: N=N=O.

Задание № 7

Условие:

Расположите следующие кислоты в порядке увеличения их силы.

Ответ:

- ✓ 4-Метоксибензойная кислота
- ✓ 4-Метилбензойная кислота
- ✓ Бензойная кислота
- ✓ 4-Хлорбензойная кислота
- ✓ 3-Хлорбензойная кислота
- ✓ 4-Нитробензойная кислота

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

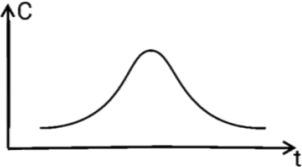
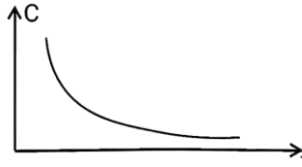
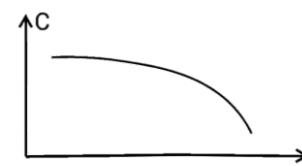
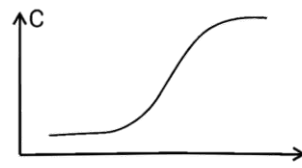
Сила кислот зависит от стабильности их анионов. Отрицательный заряд в анионах будет стабилизироваться акцепторными группами и дестабилизироваться донорными. Самой слабой будет 4-метоксибензойная кислота, поскольку метокси-группа обладает +М-эффектом. Далее идёт 4-метилбензойная кислота, в которой метильная группа является индуктивным донором. Затем идет бензойная кислота, не содержащая заместителей. Самой сильной будет 4-нитробензойная кислота, нитро-группа которой является и индуктивным, и мезомерным акцептором. Поскольку акцепторные свойства хлора в данном случае выражены индуктивным эффектом, 3-хлорбензойная кислота будет сильнее, чем 4-хлорбензойная кислота, так как индуктивный эффект ослабевает при удалении функциональной группы.

Задание № 8

Условие:

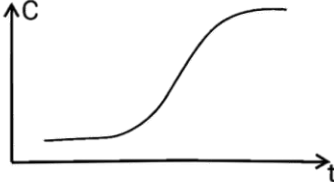
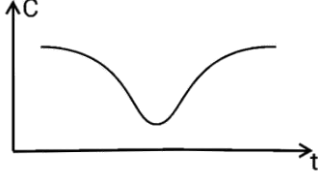
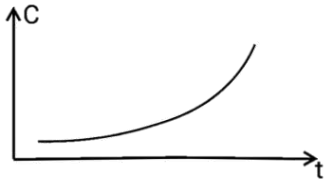
Этанол окисляют подкисленным раствором дихромата калия. Установите соответствие между веществом и графиком зависимости его концентрации в реакционной смеси от времени

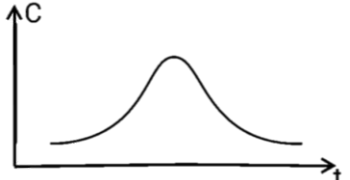
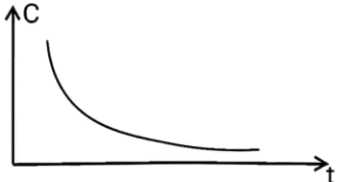
Ответ:

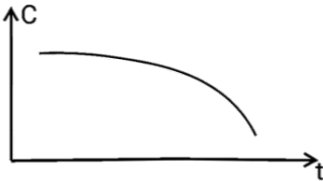

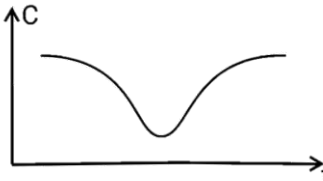
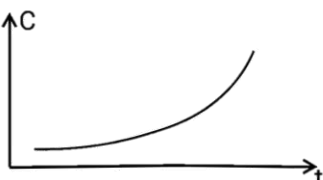
Вещество	Зависимость концентрации от времени
Этанол	 <input type="radio"/>
	 <input checked="" type="radio"/>
	 <input type="radio"/>
	 <input type="radio"/>

	<div data-bbox="1029 197 1343 369"> <p>A graph with a vertical axis labeled 'C' and a horizontal axis labeled 't'. The curve starts at a constant level, then dips down to a minimum, and then rises back to the original level.</p> </div> <div data-bbox="895 389 919 416">○</div> <div data-bbox="1021 501 1343 674"> <p>A graph with a vertical axis labeled 'C' and a horizontal axis labeled 't'. The curve starts at a low value and increases exponentially over time.</p> </div> <div data-bbox="895 705 919 732">○</div>
<p data-bbox="408 757 635 792">Ацетальдегид</p>	<div data-bbox="999 815 1343 987"> <p>A graph with a vertical axis labeled 'C' and a horizontal axis labeled 't'. The curve starts at a low value, rises to a peak, and then falls back to the original low value.</p> </div> <div data-bbox="895 1028 919 1055">✓</div> <div data-bbox="1007 1144 1343 1317"> <p>A graph with a vertical axis labeled 'C' and a horizontal axis labeled 't'. The curve starts at a high value and decays exponentially towards zero.</p> </div> <div data-bbox="895 1346 919 1373">○</div> <div data-bbox="1018 1451 1343 1624"> <p>A graph with a vertical axis labeled 'C' and a horizontal axis labeled 't'. The curve starts at a high value and decreases monotonically over time.</p> </div> <div data-bbox="895 1659 919 1686">○</div> <div data-bbox="1011 1771 1343 1944"> <p>A graph with a vertical axis labeled 'C' and a horizontal axis labeled 't'. The curve starts at a low value, increases slowly, then more rapidly in the middle, and finally levels off at a high value.</p> </div> <div data-bbox="895 2007 919 2033">○</div>

	<div data-bbox="1029 197 1353 376"> <p>A graph with a vertical axis labeled 'C' and a horizontal axis labeled 't'. The curve starts at a constant level, then dips down to a minimum, and then rises back to the original level.</p> </div> <div data-bbox="895 398 922 427">○</div> <div data-bbox="1021 510 1353 689"> <p>A graph with a vertical axis labeled 'C' and a horizontal axis labeled 't'. The curve starts at a low value and increases exponentially over time.</p> </div> <div data-bbox="895 719 922 748">○</div>
<p>Уксусная кислота</p>	<div data-bbox="997 896 1353 1086"> <p>A graph with a vertical axis labeled 'C' and a horizontal axis labeled 't'. The curve starts at a low value, rises to a peak, and then falls back to a low value.</p> </div> <div data-bbox="895 1122 922 1151">○</div> <div data-bbox="1002 1227 1353 1417"> <p>A graph with a vertical axis labeled 'C' and a horizontal axis labeled 't'. The curve starts at a high value and decays exponentially towards zero.</p> </div> <div data-bbox="895 1420 922 1449">○</div> <div data-bbox="1013 1529 1353 1720"> <p>A graph with a vertical axis labeled 'C' and a horizontal axis labeled 't'. The curve starts at a high value and decreases gradually over time.</p> </div> <div data-bbox="895 1727 922 1756">○</div>

	<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">✓</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">○</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">○</p>
--	--

<p>Дихромат калия</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">○</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">✓</p>
-----------------------	--

	<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><input type="radio"/></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><input type="radio"/></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><input type="radio"/></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><input type="radio"/></p>
--	--

За каждый верный ответ — 1.5 балла. Всего — 6 баллов

Максимальный балл за задание — 6

Решение.

Этанол входе реакции расходуется, при этом по мере его расходования скорость реакции будет снижаться, поэтому для него зависимость концентрации от времени будет описываться вогнутой убывающей кривой (Б); 2) ацетальдегид является промежуточным продуктом окисления, поэтому его концентрация сначала

будет расти, а затем падать (А); 3) уксусная кислота является конечным продуктом окисления, сначала, с ростом концентрации ацетальдегида, её концентрация будет с расти с увеличивающейся скоростью, однако затем, по мере расходования реагентов, скорость роста будет замедляться, поэтому для неё зависимость концентрации от времени будет описываться возрастающей кривой с перегибом (Г); 4) дихромат калия, как и этанол будет расходоваться в ходе реакции, поэтому зависимость его концентрации от времени имеет тот же вид, что и у этанола (Б).

Задание № 9

Условие:

Энергия связи С–Н в метане составляет 438.4 кДж/моль, связи Н–Сl — 431.6 кДж/моль, связи Сl–Сl — 242.6 кДж/моль. Определите энергию связи С–Сl в хлорметане, если известно, что при хлорировании 1 моль метана до хлорметана выделяется 56.5 кДж теплоты. Ответ выразите в кДж/моль, округлите до десятых.

Ответ: 305.9

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Запишем уравнение хлорирования метана: $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 = \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$. В ходе данной реакции разрушаются связи С–Н и Сl–Сl и образуются связи С–Сl и Н–Сl. Тепловой эффект реакции равен разности между энергиями образующихся и разрушающихся связей: $Q = (E(\text{C–Cl}) + E(\text{H–Cl})) - (E(\text{C–H}) + E(\text{Cl–Cl}))$. Подставив в это выражение данные из условия получаем уравнение: $56.5 = (E(\text{C–Cl}) + 431.6) - (438.4 + 242.6)$, откуда $E(\text{C–Cl}) = 305.9$ кДж/моль.

Задание № 10

Условие:

Установите соответствие между веществом и способом его промышленного получения.

Ответ:

Формальдегид	Окисление метанола
Уксусная кислота	Карбонилирование метанола
Ацетилен	Гидролиз карбида кальция
Метан	Очистка природного газа

За каждую верную пару — 1 балл. Всего — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Задание № 11

Общее условие:

Лизин является незаменимой аминокислотой. Он содержится во многих продуктах питания. Дана таблица с ценами на продукты и содержанием лизина в них:

Продукт	Цена за кг, руб.	Содержание лизина, %
Красная икра	6500	2.35
Курица	480	1.59
Свинина	500	1.24
Крупа гречневая	65	0.53
Картофель	32	0.14

Условие:

Расположите приведённые в таблице продукты в порядке увеличения стоимости в расчёте на 1 г лизина.

Ответ:

- ✓ Крупа гречневая
- ✓ Картофель
- ✓ Курица
- ✓ Свинина
- ✓ Красная икра

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Пересчитаем стоимости продуктов на стоимость лизина по формуле:

$$\frac{1 \cdot \text{цена}}{(\text{содержание} \cdot 10)}$$

Продукт	Цена за кг, руб.	Содержание ли- зина, %	Стоимость 1 г лизина, руб.
Красная икра	6500	2.35	277
Курица	480	1.59	30
Свинина	500	1.24	40
Крупа греч- невая	65	0.53	12
Картофель	32	0.14	23

Задание № 12

Условие:

Установите соответствие между химическим элементом и количеством неспаренных электронов в его атоме в основном состоянии.

Ответ:

Химический элемент	Количество неспаренных электронов в атоме
Cu	1
P	3
Cr	6
Fe	4
Ca	0
Zn	0
Se	2
Si	2

За каждую верную пару — 0.5 балла. Всего — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Поскольку внутренние орбитали атомов в основном состоянии полностью заполнены, неспаренных электронов на них нет. Чтобы определить количество неспаренных электронов запишем электронные конфигурации валентных уровней и учтём правило Хунда для числа неспаренных электронов в пределах подуровня:

Cu — $4s^13d^{10}$, 1 е.

P — $3s^23p^3$, 3 е.

Cr — $4s^13d^5$, 6 е.

Fe — $4s^23d^6$, 4 е.

Ca — $4s^2$, 0 е.

Zn — $4s^23d^{10}$, 0 e.

Se — $4s^24p^4$, 2 e.

Si — $3s^23p^2$, 2 e.