

**Спецификация
конкурсных материалов для проведения
теоретического этапа Конкурса предпрофессиональных умений
«Предпрофессиональная мастерская инженерного и
информационно-технологического профилей» в номинации
«Инженерный класс» по химико-технологическому направлению**

1. Назначение проверочных материалов

Материалы теоретического этапа Конкурса предпрофессиональных умений «Предпрофессиональная мастерская инженерного и информационно-технологического профилей» (далее – Конкурс предпрофессиональных умений) предназначены для оценки уровня теоретической подготовки участников конкурса в номинации «Инженерный класс» по химико-технологическому направлению.

2. Условия проведения теоретического этапа Конкурса предпрофессиональных умений

Теоретический этап Конкурса предпрофессиональных умений проводится в форме компьютерного тестирования.

При выполнении работы обеспечивается строгое соблюдение порядка организации и проведения Конкурса предпрофессиональных умений.

При выполнении работы используются:

- Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева;
- таблица физических величин.

Во время выполнения работы разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

3. Продолжительность выполнения теоретического этапа Конкурса предпрофессиональных умений

На выполнение заданий теоретического этапа Конкурса предпрофессиональных умений отводится **90 минут**. В процессе выполнения заданий предусмотрены две автоматические паузы продолжительностью по **5 минут** в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями к условиям и организации обучения в общеобразовательных организациях.

4. Содержание и структура теоретического этапа Конкурса предпрофессиональных умений

Задания теоретического этапа Конкурса предпрофессиональных умений разработаны преподавателями образовательных организаций высшего образования, участвующих в проекте «Инженерный класс в московской школе».

Индивидуальный вариант участника формируется автоматизированно во время проведения теоретического этапа Конкурса предпрофессиональных умений из базы конкурсных заданий.

В работе используются задания:

- с выбором одного или двух ответов из нескольких предложенных;

– с кратким ответом.

Индивидуальный вариант участника включает три части. Часть 1 – инвариантная: включает текст (естественные, точные науки) и три задания, которые позволяют проверить умение работать с явно заданной информацией. Части 2 и 3 – вариативные: содержат по шесть заданий, из которых участнику необходимо выбрать не более четырёх в каждой части. Выбор более четырёх заданий в частях 2 и 3 не допускается.

Задания части 2 позволяют проверить фундаментальные знания по профильным предметам и универсальные умения. Задания части 3 проверяют специальные знания и умения решать задачи по химии, физике, биологии, в том числе задачи на анализ статистических данных.

Задание считается выбранным, если на него дан ответ. Участник может изменить свой выбор в процессе выполнения работы путём удаления ответа к одному заданию и сохранения ответа к другому заданию.

Для получения максимального балла на теоретическом этапе Конкурса предпрофессиональных умений необходимо правильно выполнить 11 из 15 заданий: три задания части 1, четыре задания части 2, четыре задания части 3.

5. Система оценивания отдельных частей и работы в целом

Задание считается выполненным, если ответ обучающегося совпал с эталоном. Максимальный балл за выполнение заданий:

- часть 1 – 4 балла;
- часть 2 – 8 баллов;
- часть 3 – 8 баллов.

Первичный максимальный балл за выполнение всей работы – 20 баллов.

Перевод из первичных баллов в тестовый осуществляется по линейной форме. Линейный коэффициент перевода: 2.

Приложение 1 «Обобщённый план конкурсных заданий теоретического этапа Конкурса предпрофессиональных умений в номинации «Инженерный класс» по химико-технологическому направлению».

Приложение 2 «Демонстрационный вариант конкурсных заданий теоретического этапа Конкурса предпрофессиональных умений в номинации «Инженерный класс» по химико-технологическому направлению».

**Обобщённый план
конкурсных заданий теоретического этапа Конкурса
предпрофессиональных умений в номинации «Инженерный класс»
по химико-технологическому направлению**

| № | Тип задания | Предмет | Проверяемые умения |
|----------------|-------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Часть 1 | | | |
| 1 | КО | Текст | Работать с информацией, представленной в тексте, решать задачи |
| 2 | ВО | | |
| 3 | КО | | |
| Часть 2 | | | |
| 4 | КО | Химия | Решать задачи на взаимосвязь неорганических веществ |
| 5 | КО | Физическая химия | Решать задачи (кинетика химических реакций; химическое равновесие) |
| 6 | КО | Химия | Решать задачи (растворы: массовая доля, молярная концентрация) |
| 7 | КО | Химия | Решать задачи (расчёты по молям + выход) |
| 8 | КО | Физика | Решать задачи с использованием графической информации (газовые законы; термодинамика) |
| 9 | ВО | Биология, химия | Анализировать текстовую информацию (влияние химических веществ на организм (анатомия человека, экология)) |
| Часть 3 | | | |
| 10 | КО | Физическая химия | Решать задачи на промышленные технологии производства материалов и веществ |
| 11 | КО | Химия, физика | Умение оперировать формулами, решать задачи по теме «Термодинамика» (теплота образования, вычисление теплоты реакции, энтальпия) |
| 12 | КО | Химия, физика | Решать задачи (электролиз; закон Фарадея) |
| 13 | КО | Химия | Решать задачи на промышленные технологии производства материалов и веществ, органический синтез |
| 14 | ВО | Химия, биология | Решать задачи (молекулярная биология; биологически активные вещества; фармакология) |
| 15 | КО | Химия, физика | Решать задачи (газовые законы; термодинамика) |

**Демонстрационный
конкурсных заданий теоретического этапа Конкурса
предпрофессиональных умений в номинации «Инженерный класс»
по химико-технологическому направлению**

Часть 1

*Прочитайте текст и, используя представленную информацию,
выполните задания 1–3.*

Палладий

В 1803 году известный лондонский торговец минералами Форстер получил анонимное письмо с просьбой попытаться продать небольшое количество нового химического элемента — «палладия», слиток которого прилагался к письму. Таинственный металл был выставлен на продажу и привлёк всеобщее внимание. Среди английских химиков разгорелись споры, является ли этот металл действительно новым химическим элементом или же это просто сплав уже ранее известных металлов. Химик Ричард Ченевикс, желая разоблачить «мошенническую подделку», купил слиток «палладия». Вскоре Ченевикс выступил с докладом перед членами Лондонского Королевского общества, где объявил, что данный металл — всего лишь сплав платины с ртутью. Однако секретарь Королевского общества химик Уильям Хайд Волластон публично усомнился в выводах Ченевикса. Другим химикам не удалось выделить в этом «сплаве» ни платины, ни ртути. Споры вновь обострились и какое-то время активно продолжались. Когда же они стали стихать, в научном журнале *Nicholson's Journal* появилось анонимное объявление, что любому, кто в течение года сможет изготовить искусственный палладий, будет выплачена награда в 20 фунтов стерлингов. Интерес к металлу вновь подскочил, но никому так и не удалось его изготовить.

В 1804 году Уильям Волластон доложил Королевскому обществу, что в платиновой руде из Южной Америки он обнаружил новые ранее неизвестные металлы — палладий и родий. Стремясь очистить выделенную из руды «сырую» платину от примесей золота и ртути, он растворял её в царской водке – смеси соляной и азотной кислот, а затем осаждал её из раствора нашатырём. Оставшийся раствор имел розовый оттенок, что было невозможно объяснить присутствием золота и ртути. Тогда в этот раствор был добавлен цинк, что привело к выпадению чёрного осадка. Волластон обнаружил, что если попытаться растворить этот высушенный осадок царской водкой, то часть его растворяется, а часть — нет. После разбавления растворённой части водой Волластон добавил цианид калия, что привело к обильному выпадению осадка уже оранжевого цвета, который при нагревании сначала приобрёл серый цвет, а затем сплавился в капельку металла — палладия, который по удельному весу был меньше ртути. Из

оставшейся нерастворённой части чёрного осадка им был выделен металл — родий.

Лишь в феврале 1805 года в *Nicholson's Journal* было опубликовано открытое письмо Волластона, в котором он признался, что скандальная шумиха вокруг палладия — дело его рук. Именно он пустил в продажу новый металл, и он же дал анонимное объявление с обещанием премии за его искусственное изготовление, уже располагая доказательством, что палладий — это новый металл.

Палладий — один из наиболее редких элементов в земной коре; его кларковое число (массовая доля элемента в земной коре) составляет $1 \cdot 10^{-6}$ %. Встречается в самородном виде (аллопалладий), в виде интерметаллических минералов (палладистая платина, станнопалладинит Pd_3Sn_2 и др.) и других соединений (палладит PdO , брэггит $(\text{Pd}, \text{Pt}, \text{Ni})\text{S}$ и др.). Известно около 30 минералов палладия. Сопровождает другие платиновые металлы, его содержание в смеси платиноидов в различных месторождениях колеблется от 25 до 60 %. По Гольшмидтовской геохимической классификации элементов, как и все платиноиды, относится к сидерофилам, то есть обладает сродством к железу и концентрируется в ядре Земли.

Палладий получают как попутный продукт при получении никеля или драгоценных металлов. Сейчас основной палладий — именно никелевый, его получают на заводах компании «Норильский никель» на Таймыре и Кольском полуострове (чуть более 40 % мирового производства). Остальной металл происходит из копей драгоценных металлов в Южной Африке, а также в североамериканском штате Монтана. Ещё один интересный источник этого драгоценного металла — отработанное ядерное топливо: палладий наряду с рутением и родием составляет несколько процентов от его общей массы.

Хотя палладий — относительно твёрдый, прочный металл, не поддающийся окислению, он долго оставался невостребованным, его считали эдакой химической диковинкой наподобие алюминия в конце XIX века. И только в XX веке после открытия его каталитических свойств палладий нашёл широкое применение в химической промышленности и технике.

При сплавлении с золотом палладий даёт красивый материал — так называемое белое золото. В принципе, его можно получить и с помощью серебра или никеля, но палладиевое имеет преимущества. При сплавлении с серебром золото получается матовым, а с палладием — блестящим и более твёрдым, то есть на нём меньше царапин. Кроме того, никель при контакте с кожей человека может вызывать аллергические реакции, поэтому с 2000 года в странах Евросоюза использование никеля в ювелирных украшениях запрещено. Сейчас грамм палладия стоит дороже грамма платины, однако обручальные кольца из него выходят дешевле. Причина в почти вдвое меньшей плотности — палладиевое кольцо того же размера в два раза легче.

Два основных направления использования палладия — катализ и очистка водорода. Так как водород очень хорошо диффундирует через палладий, палладиевые мембраны применяют для его глубокой очистки. Для

экономии дорогостоящего палладия при производстве мембран для очистки водорода и разделения изотопов водорода разработаны сплавы его с другими металлами (наиболее эффективен и экономичен сплав палладия с иттрием). Также палладий способен исключительно эффективно обратимо аккумулировать водород: в единице его объема растворяется 900 объемов водорода.

Палладиевый катализ – это обширнейшая область, простирающаяся от производства нефтепродуктов до получения маргарина и дожига выхлопных газов автомобиля.

В настоящее время палладий находит применение и в медицине. Его добавляют в сплавы для изготовления имплантатов, а радиоактивный изотоп палладий-103 используется в радиотерапии онкологических заболеваний.

1 Установите соответствие между понятиями: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

| Процесс | Получаемый продукт |
|-----------------|-------------------------------------------|
| А) сидерофил | 1) массовая доля элемента в земной коре |
| Б) аллопалладий | 2) смесь азотной и серной кислот |
| В) кларк | 3) сплав палладия с золотом |
| | 4) элемент, обладающий сродством к железу |
| | 5) палладиевый катализатор |
| | 6) самородный палладий |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

| А | Б | В |
|----------|----------|----------|
| | | |

2 Сколько всего палладия содержится в земной коре, масса которой оценивается в $2,8 \cdot 10^{19}$ тонн? Ответ дайте в тоннах.

- 1) $2,8 \cdot 10^{13}$
- 2) $5,6 \cdot 10^{13}$
- 3) $2,8 \cdot 10^{11}$
- 4) $5,6 \cdot 10^{11}$

3 Сколько литров водорода может поглотить палладий массой 100 г (плотность $12,0 \text{ г/см}^3$)? Ответ дайте с точностью до десятых.

Ответ: _____.

Часть 2

- 4 Установите соответствие между схемой реакции и основным хлорсодержащим продуктом, который образуется в ходе этой реакции: к каждой позиции из первого столбца, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

| Схема реакции | Основной хлорсодержащий продукт |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| А) $\text{ClF}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ | 1) HClO_2 |
| Б) $\text{KCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) \rightarrow$ | 2) Cl_2 |
| В) $\text{KClO}_3 + \text{HCl} (\text{конц.}) \rightarrow$ | 3) HCl |
| | 4) HClO_3 |
| | 5) HClO |
| | 6) HClO_4 |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

- 5 Реакция при 100°C заканчивается за 30 с. За какое время закончится данная реакция при 20°C , если её температурный коэффициент равен 3. Ответ запишите в часах, округлив до целых.

Ответ: _____.

- 6 К 200 г 0,6 М раствора серной кислоты добавили 500 г 0,6 М раствора гидроксида калия. Определите массовую долю гидроксида калия (%) в образовавшемся растворе. Плотность растворов примите за 1 г/мл. В ответ запишите число, округлив его до сотых.

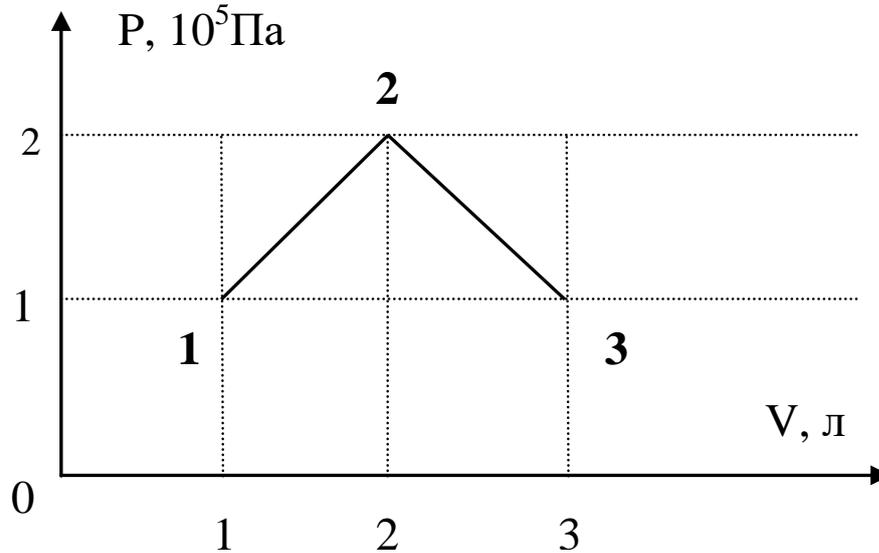
Ответ: _____.

- 7 Электрометаллургия является одним из промышленных методов получения металлов из растворов и расплавов их солей. При электролизе 600 кг 25%-го раствора сульфата меди на катоде выделилось 40 кг меди. Считая выход меди по току равным 100 %, найдите выход меди в процентах от теоретически возможного. Ответ округлите до целого числа. (Молярную массу меди примите равной 64 г/моль.)

Ответ: _____.

8

На pV -диаграмме показан процесс 123 для газообразного неона. Какое количество теплоты получил неон в этом процессе? Ответ дайте в джоулях.



Ответ: _____.

9

Соединения кадмия, независимо от их агрегатного состояния, крайне токсичны. Отравления кадмием могут происходить при нагревании металла или его сплавов, плавке руд и при производстве и применении красок и сплавов, в состав которых он входит. По своей токсичности кадмий аналогичен ртути или мышьяку. Кадмий способен накапливаться в организме. Характерными ранними симптомами хронического отравления малыми дозами кадмия являются снижение обоняния (вплоть до полной его потери), золотистое окрашивание дёсен в области зубных шеек («кадмиевая кайма»), головокружение, головная боль, нарушение аппетита и сна. В городах, атмосфера которых содержит относительно больше кадмия, смертность среди страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями выше.

Для человека смертельной дозой является вдыхание в течение 1 мин. воздуха с содержанием 2500 мг/м^3 оксида кадмия (или 30 с при концентрации 5000 мг/м^3). Максимально допустимое количество CdO в воздухе – $0,1 \text{ мг/м}^3$.

Выберите **ошибочное** утверждение о влиянии кадмия на человеческий организм.

- 1) Соединения кадмия не оказывают воздействия на сердечно-сосудистую систему.
- 2) Кадмий обладает кумулятивным эффектом.
- 3) Концентрация оксида кадмия в воздухе, равная $2,5 \text{ г/м}^3$, смертельна для человека при воздействии в течение 1 мин.
- 4) Кадмий накапливается в организме.

Часть 3

10 Одним из методов получения углекислого газа в промышленности является термическое разложение карбонат-содержащих пород (кальцита, доломита). Определите массовую долю $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ в доломите, если в результате прокаливания 24 тонн доломита получено 4200 м^3 (н. у.) газа, при этом разложению подверглось 75 % содержащегося в породе карбоната. (Разложением примесей с выделением газа пренебречь.) Ответ дайте в процентах, округлив до целочисленного значения.

Ответ: _____.

11 Вычислите теплоту образования 1 моль Fe_2O_3 , если теплоты образования углекислого газа и угарного газа соответственно равны 393,7 кДж/моль и 110,5 кДж/моль, а теплота реакции восстановления 1 моль оксида железа(III) угарным газом до свободного железа равна 28,4 кДж. Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____.

12 Определите силу тока, протекавшего через раствор медного купороса CuSO_4 , если за 5 часов на катоде выделилось 6 г меди. Постоянную Фарадея примите равной 96 500 Кл/моль. Ответ запишите в амперах, округлив до целого числа.

Ответ: _____.

13 Широко используемую с начала XX века в быту и технике (авиастроении, автомобилестроении и т. п.) пластмассу – бакелит – получают поликонденсацией фенола с формальдегидом (в мольном соотношении 1,1:1,4) в присутствии аммиака. Рассчитайте объём формалина (водный раствор формальдегида с массовой долей 40 % и плотностью 1,1 г/мл), необходимый для получения бакелита из 1 тонны фенола. Ответ дайте в м^3 , округлив до десятых.

Ответ: _____.

14

Гематоэнцефалический барьер – это преграда между капиллярной кровью и нейронами центральной нервной системы, через которую не проходят токсины и многие лекарства. Через гематоэнцефалический барьер плохо проходят полярные соединения. Липофильные молекулы проникают в ткани мозга легко. Проницаемость гематоэнцефалического барьера также зависит от молярной массы вещества (молекулы с массой более 500 г/моль не могут диффундировать). Какое из представленных веществ не пройдет через гематоэнцефалический барьер?

- 1) стеариновая кислота
- 2) никотин
- 3) этанол
- 4) белки

15

В герметичном сосуде находится газ при атмосферном давлении и температуре 25 °С. При нагревании выше 300 °С сосуд взрывается. Определите, какое давление выдерживает данный сосуд. Ответ запишите в атмосферах, округлив до десятых.

Ответ: _____.

Ответы

| № задания | Ответ | Баллы |
|--------------------------------|-------|----------------------------|
| Часть 1 | | |
| 1 | 4 6 1 | 2 |
| 2 | 3 | 1 |
| 3 | 7,5 | 1 |
| Итого | | 4 |
| Часть 2 | | |
| 4 | 4 3 2 | 2 |
| 5 | 55 | 2 |
| 6 | 0,48 | 2 |
| 7 | 67 | 2 |
| 8 | 600 | 2 |
| 9 | 1 | 2 |
| Итого | | 8 (за 4 задания) |
| Часть 3 | | |
| 10 | 96 | 2 |
| 11 | 821,2 | 2 |
| 12 | 1 | 2 |
| 13 | 0,9 | 2 |
| 14 | 4 | 2 |
| 15 | 1,9 | 2 |
| Итого | | 8 (за 4 задания) |
| Максимальный первичный балл | | 20 |