

**Спецификация конкурсных материалов для проведения теоретического этапа
Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный
мегаполис. Потенциал» в номинации «Академический класс» по физико-химическому
направлению**

1. Назначение конкурсных материалов

Материалы теоретического этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» (далее – Конкурс) предназначены для оценки уровня теоретической подготовки участников Конкурса.

2. Условия проведения

Теоретический этап Конкурса проводится в очной дистанционной форме. При выполнении работы обеспечивается строгое соблюдение порядка организации и проведения Конкурса.

3. Продолжительность выполнения

На выполнение заданий теоретического этапа Конкурса отводится 90 минут.

4. Содержание и структура

Задания теоретического этапа Конкурса разработаны преподавателями образовательных организаций высшего образования, участвующих в проекте “Академический класс в московской школе”.

Индивидуальный вариант участника формируется автоматически во время проведения теоретического этапа Конкурса из базы конкурсных заданий.

Индивидуальный вариант участника включает 10 заданий, базирующихся на содержании предметов физики и химии.

5. Система оценивания

Задание считается выполненным, если ответ участника совпал с эталоном. Каждое задание оценивается от 2 до 10 баллов. Максимальный балл за выполнение всех заданий – 60 баллов. Для получения максимального балла за теоретический этап Конкурса необходимо дать верные ответы на все задания.

6. Приложения

1. Обобщённый план конкурсных материалов для проведения теоретического этапа Конкурса.
2. Демонстрационный вариант конкурсных заданий теоретического этапа Конкурса

Приложение 1

**Обобщённый план конкурсных материалов для проведения *теоретического* этапа
Конкурса**

№ задания	Уровень сложности	Уникальные ко- дификаторы Конкурса	Контролируемые требования к проверяемым умениям	Балл
1.	Базовый	Химия 1.1 1.2 1.3-1.4	Анализировать текст, содержащий информацию о строении органических соединений (класса углеводов и кислородсодержащих веществ), зависимости их свойств от структуры молекул.	3
2.	Базовый	Физика 3.1.5 3.1.7	Решать задачи по теме «Газовые законы. Уравнение Клапейрона – Менделеева. Закон Дальтона».	3
3.	Базовый	Химия 1.3.6	Решать задачи определения концентрации ионов растворе	3
4.	Базовый	Химия 1.3.7 3.8.1	Решать задачи на расчет выхода продукта реакции	3
5.	Повышенный	Физика 2.1.5 2.4.3	Решать задачи на закон сохранения импульса и равноускоренного прямолинейного движения	4
6.	Базовый	Физика 7.3.2	Решать задачи на α -распад изотопов	4
7.	Повышенный	Физика 3.2.2 3.2.3 Химия 1.3.1 1.3.2 3.3.6	Решать задачи по термохимическим уравнениям, на теплоту реакции	7
8.	Повышенный	Химия 1.3.3 3.3.2	Решать задачи на химическое равновесие и применение принципа Ле Шателье.	7
9.	Повышенный	Химия 1.3.2	Решать задачи на расчет скорости реакции, уметь применять правило Вант-Гоффа.	6
10	Повышенный	Химия 1.3.6	Решать задачи на определение водородного показателя (pH)	6
11	Повышенный	Физика 5.4.10	Решать задачи по волновой оптике, включающие дифракционную решетку	7
12	Повышенный	Физика 4.1.4	Решать задачи по теме «Электрическое поле»	7
Сумма баллов:				60

Задание 1 (Базовый)

Сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ) отличается от обычного тем, что в его молекуле сотни тысяч звеньев, а молекулярная масса составляет несколько миллионов. Благодаря этому сверхвысокомолекулярный полиэтилен обладает совсем другими свойствами, нежели обычный, и оказывается хорошим конструкционным материалом, способным заменить сталь, бронзу, а также гораздо более дорогостоящие полимеры —полиамид или фторопласт.

Благодаря сочетанию химической стойкости, высокой прочности, стойкости к истиранию и способности выдерживать температуру от $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$ он нашел применение во многих отраслях промышленности. В машиностроении из СВМПЭ изготавливают разнообразные тяжело нагруженные втулки и зубчатые колеса, в химической промышленности — детали насосов, кранов, клапанов, уплотнений, облицовки реакторов. Пластины из СВМПЭ пригодятся горнообогатительной промышленности: ими можно облицовывать кузова самосвалов и вагонов, транспортные желоба загрузочных бункеров. Среди возможных изделий из этого полимера: броня боевых машин, эндопротезы, покрытия для лыж и сноубордов, искусственный лед для летних катков... Еще более привлекательными свойствами обладают композиты на основе СВМПЭ.

Отечественную технологию изготовления нанокompозитов из СВМПЭ предложили ученые из Красноярского Института химии и химической технологии СО РАН. Ее характерные черты — применение механической активации полимерных гранул и введение в состав полимера специально синтезированных наночастиц металлов или керамики. При этом Красноярские ученые создали несколько способов получения наночастиц. Частицы металлов, а также оксида и нитрида титана размером 5–10 нм они синтезировали в электрической дуге низкого вакуума. Частицы оксида вольфрама диаметром 10—100 нм — в высокочастотной плазме. Из золы, которая попадает в трубы тепловых электростанций, им удалось выделить стеклянные микросферы и разделить их на фракции. Все эти наполнители затем применили для получения разных марок нанокompозитов из СВМПЭ.

Когда были получены гранулы полиэтилена с добавками наночастиц, из них спрессовали десять партий пластин, которые затем испытали в различных изделиях. Результаты оказались весьма неплохими. Например, замена пластин из фторопласта на пластины модифицированного СВМПЭ увеличила ресурс работы насосов, перекачивающих шлам на химическом производстве, в десять раз. В целом износостойкость СВМПЭ с наночастицами выросла в 100–150 раз, модуль упругости, то есть степень жесткости материала, увеличился более чем в три раза, а стойкость к радиационному воздействию — в 1,6—1,8 раза. Если будет налажено производство нанокompозитов из СВМПЭ, то они смогут заменить металлоконструкции во многих областях техники, за счет чего получится немалый экономический эффект.

Установите соответствие между понятием и его свойством/характеристикой: для каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца

Понятие

А) СВМПЭ

Б) Нанокompозиты на основе СВМПЭ

В) Износостойкость СВМПЭ с наночастицами

Свойство/характеристика

1) К наночастицам относятся частицы, размер которых составляет 1 — 100 нм

2) В его молекуле ок. тысячи звеньев, а молекулярная масса составляет десятки тысяч

3) Обладает химической стойкостью, высокой прочностью, стойкостью к истиранию и способностью выдерживать температуру от $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$

4) Материалы на основе СВМПЭ и нанодобавок различных веществ (металлов, оксидов металлов, керамики и т.д.)

5) Выше в 100-150 раз, чем аналогичная характеристика исходного СВМПЭ

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В

Ответ: 3, 4, 5

Часть 2

Задание 2 (Базовый)

Формовочный газ представляет из себя смесь водорода и азота. Он применяется в технологических процессах, где требуется восстановительная атмосфера. Характерная массовая доля водорода H_2 от азота N_2 в формовочном газе составляет 5%, при этом он сохраняет восстановительные свойства, но в отличие от чистого водорода не является взрывоопасным. Полагая смесь газов идеальной, определите, сколько граммов водорода и азота потребуется для заполнения баллона объемом 50л при $T=300K$, находящегося при давлении $p=0,5MPa$.

В ответе укажите массу азота в граммах в виде числа с точностью до целых.

Ответ: 165

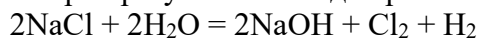
Задание 3 (Базовый)

В трех литрах раствора содержится 14,2 г сульфата натрия, 5,85 г хлорида натрия и 1,64 г фосфата натрия. Рассчитайте молярную концентрацию (моль/л) Na^+ -ионов в растворе (в ответе запишите только число с точностью до сотых).

Ответ: 0,11

Задание 4 (Базовый)

Хлор образуется на аноде при электролизе раствора хлорида натрия по уравнению:



Оцените выход продукта в процентах от теоретически возможного, если из 46,8 г хлорида натрия получили 8,4 л хлора, измеренных при $p=101,325\text{ кПа}$, $T=273,15\text{ К}$ (в ответе запишите только число с точностью до десятых).

Ответ: 93,8

Часть 3

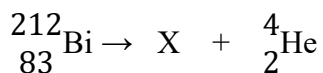
Задание 5 (Повышенный)

Снаряд массой 0,5 кг, летевший со скоростью 50 м/с, на высоте 1 км разорвался на 2 осколка. Первый осколок массой 0,2 кг полетел горизонтально со скоростью 100 м/с. Второй осколок полетел вертикально вниз (90° относительно первого осколка). Импульсы Через какое время второй осколок упадет на землю? Ускорение свободного падения принять $10,0\text{ м/с}^2$. Ответ запишите в виде числа с точностью до целых.

Ответ: 10.

Задание 6 (Базовый)

Ниже приведено уравнение α -распада изотопа висмута ${}^{212}_{83}\text{Bi}$. Определите какой изотоп какого элемента образуется. В ответе укажите два числа, 1 — число протонов в ядре образующегося изотопа, 2 — массовое число атомного ядра изотопа, а также обозначение элемента в периодической таблице (две буквы латинского алфавита) через запятую без пробелов.



Ответ: 81,208,Tl

Задание 7 (Повышенный)

В соответствии с законом Гесса, тепловой эффект химической реакции, проводимой при постоянных температуре и давлении, зависит только от вида и состояния исходных веществ и продуктов реакции и не зависит от пути её протекания. Руководствуясь законом Гесса и используя данные, представленные в таблице, определите чему равен тепловой эффект реакции образования гексана Q , кДж/моль:

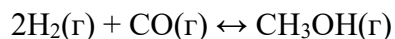
Уравнение реакции	Тепловой эффект реакции при $T = 298,15 \text{ K}$, $p = 1 \text{ атм}$
$\text{C(тв)} + \text{O}_2(\text{г}) = \text{CO}_2(\text{г})$	$Q = 394 \text{ кДж/моль}$
$\text{H}_2(\text{г}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{г}) = \text{H}_2\text{O(ж)}$	$Q = 286 \text{ кДж/моль}$
$\text{C}_6\text{H}_{14}(\text{ж}) + 9\frac{1}{2}\text{O}_2(\text{г}) = 6\text{CO}_2 + 7\text{H}_2\text{O(ж)}$	$Q = 4160 \text{ кДж/моль}$

- 1) 3480
- 2) -3480
- 3) 206
- 4) -206

Ответ: 3

Задание 8 (Повышенный)

Водород и монооксид углерода были смешаны в мольном соотношении 2:1. Через какое-то время при постоянной температуре и общем давлении $1,75 \cdot 10^4 \text{ кПа}$ в системе установилось равновесие в соответствии с уравнением реакции:



Равновесная смесь содержит 0,430 моль CO и 0,085 моль CH_3OH .

А) Рассчитайте количество моль водорода в равновесной смеси (в ответе запишите только число с точностью до сотых).

Б) Рассчитайте мольную долю водорода в процентах в равновесной смеси (в ответе запишите только число с точностью до целых).

Ответ:

- А) 0,86
- Б) 63

Задание 9 (Повышенный)

На сколько градусов нужно увеличить температуру, чтобы скорость реакции возросла в 12,25 раз, если температурный коэффициент реакции равен 3,5? (в ответе запишите только число с точностью до целых).

Ответ: 20

Задание 10 (Повышенный)

Определите pH раствора, полученного при смешивании равных объемов 0,5М раствора гидроксида натрия и 0,2М раствора серной кислоты (в ответе запишите только число с точностью до сотых).

Ответ: 12,70

Задание 11 (Повышенный)

Дифракционная решетка — это важный элемент оптических спектральных приборов, которые обеспечивают неразрушающий контроль состава и структуры материалов. Найти ширину непрозрачного участка между щелями дифракционной решетки в миллиметрах если при прохождении монохроматического света с длиной волны 550 нм на экране наблюдается первый дифракционный максимум на расстоянии 3 мм от центра дифракционной картины, а расстояние от решетки до экрана составляет 3 м. При решении считаем, что ширина щели равна ширине непрозрачного участка. В ответ запишите число с точностью до сотых.

Ответ: 0,28

Задание 12 (Повышенный)

В трех вершинах квадрата со стороной $a = 10$ см находятся точечные заряды $+q$, $-2q$ и $+q$ ($q = 1$ нКл). Свободная вершина и отрицательный заряд лежат по диагонали квадрата. Какой заряд Q по знаку и величине в нКл надо поместить в центре квадрата, чтобы в свободной вершине напряженность была равной нулю? Ответ запишите в виде знака и числа с точностью до сотых, например +1,15

Ответ: -0,21