

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

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 теоретического этапа

Теоретический этап Конкурса проводится в *очной дистанционной форме*. При выполнении работы обеспечивается строгое соблюдение порядка организации и проведения Конкурса. Участники могут дополнительно использовать листы для записей, письменные принадлежности, непрограммируемый калькулятор.

3. Продолжительность выполнения работы

На выполнение заданий *теоретического* этапа Конкурса 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 работы

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

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

Индивидуальный вариант участника включает 15 заданий, базирующихся на содержании *предметов: физики, математики, информатики*.

5. Система оценивания заданий

Задание считается выполненным, если ответ участника совпал с эталоном. Каждое задание повышенного уровня сложности оценивается в 5 и 4 балла. Каждое задание базового уровня сложности оценивается в 3 балла. 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.

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

№ задания	Уровень сложности	Уникальные кодификаторы Конкурса	Контролируемые требования к проверяемым умениям	Балл
1	Базовый	Физика 5.4, 7.1, 7.2	Анализировать предложенную текстовую информацию по таким разделам физики, как: «Оптика», «Элементы квантовой оптики» и «Физика атома», и делать выводы на ее основе	3
2	Базовый			3
3	Базовый			3
4	Повышенный			4
5	Базовый	Математика 1.2.3	Решать тригонометрические уравнения	3
6	Базовый	Информатика 2.2	Использовать графы и деревья при описании объектов и процессов	3
7	Базовый	Математика 2.3.2	Решать задачи на вычисление длин и площадей	3
8	Базовый	Информатика 1.2	Измерять количество информации, используемое при кодировании	3
9	Повышенный	Физика 2.4	Владеть навыками использования законов сохранения в механике	5
10	Повышенный	Математика 1.2.9	Владеть методом интервалов для решения неравенств	5
11	Повышенный	Математика 2.4.1	Владеть операциями поиска суммы векторов, умножения вектора на число, угла между векторами и их скалярного произведения	5
12	Повышенный	Физика 4.1, 4.2	Решать задачи на электростатику и постоянный электрический ток	5
13	Повышенный	Математика 1.4.5	Решать задачи с применением комбинаторики	5
14	Повышенный	Информатика 1.3	Владеть навыками алгоритмизации. Решать типовые задачи обработки массива на суммирование элементов массива, поиск наибольшего (наименьшего) элемента, проверку соответствия элементов массива некоторому условию, подсчёт числа элементов, равных данному или наибольшему (наименьшему) элементу	5
15	Повышенный	Математика 1.3	Решать задачи по началам математического анализа	5
Сумма баллов:				60

Демонстрационный вариант конкурсных заданий *теоретического* этапа Конкурса

Пример состава задания теоретического этапа Конкурса

Часть 1. Задания на проверку функциональной грамотности

Физики из США и Японии впервые напрямую «увидели» преломление электронов под отрицательными углами — явление, аналогичное поведению света в средах с отрицательным коэффициентом преломления (рис. 1). Необычный физический эффект наблюдался в графене, слое графита толщиной в один атом. По словам учёных, с его помощью можно добиться создания «электронных линз» на чипе, которые помогут сделать миниатюрными электронные микроскопы.

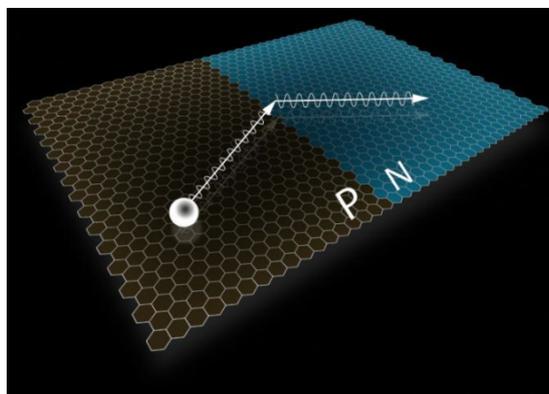


Рис. 1. Изменение траектории электрона в среде с отрицательным коэффициентом преломления

Когда волны (например, света) пересекают границу двух сред, происходит явление преломления. Оно связано с тем, что скорость распространения волн в разных средах отличается — это изменяет направление луча света. Подобное изменение скоростей описывается с помощью показателей преломления — соотношений между скоростью света в среде и вакууме. Угол, под которым преломляется луч света, определяется из отношения показателей преломления.

Около полувека назад советский физик Виктор Веселаго описал оптические свойства среды, у которой показатель преломления был бы отрицательным. Эта работа была чисто теоретической и предсказывала необычные свойства у таких объектов. Например, плоская пластинка из такого материала могла сфокусировать свет, испущенный точечным источником.

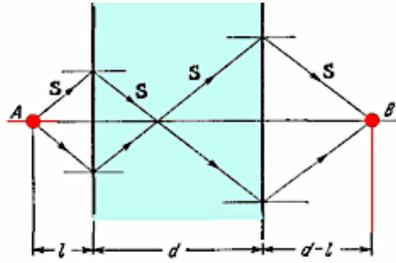


Рис. 2. Плоскопараллельная пластина из материала с отрицательным показателем преломления работает как фокусирующая линза. A – источник света, B – его изображение

Чаще всего о коэффициенте преломления материала вспоминают тогда, когда рассматривают эффект преломления света на границе раздела двух оптических сред. Данное явление описывается законом Снеллиуса: $n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta$, где α – угол падения света, пришедшего из среды с показателем преломления n_1 , а β – угол преломления света в среде с показателем преломления n_2 . Для всех сред, которые могут быть найдены в природе, лучи падающего и преломлённого света находятся по разные стороны от нормали, восстановленной к границе раздела сред в точке преломления. Однако если формально подставить в закон Снеллиуса $n_2 < 0$, то лучи падающего и преломлённого света находятся по одну сторону от нормали (рис. 2).

Однако волновой природой обладают не только фотоны — кванты света. Точно так же, благодаря корпускулярно-волновому дуализму, могут вести себя и электроны. Оптические среды с отрицательным показателем преломления интересны не только самим фактом фокусировки света, но и разрешающей способностью получаемых линз. Для классических оптических приборов разрешение ограничено длиной волны света — из-за этого оптические микроскопы не позволяют наблюдать детали объектов размером менее 100 нанометров. Линзы Веселаго позволяют обойти этот предел. Также для этих целей используют устройства из метаматериалов – это композитные материалы, свойства которых обусловлены не столько индивидуальными физическими свойствами их компонентов, сколько их микроструктурой.

Задание 1. (3 балла)

Продолжите фразу: законом Снеллиуса описывают ...

- 1) интерференцию света
- 2) дифракцию света
- 3) преломление света
- 4) дисперсию света

Ответ. 3

Задание 2. (3 балла)

Продолжите фразу: отрицательные значения показателя преломления проводят к тому, что ...

- 1) луч не преломляется

- 2) лучи падающего и преломлённого света находятся по разные стороны от нормали
- 3) лучи падающего и преломлённого света находятся по одну сторону от нормали
- 4) луч поглощается

Ответ. 3

Задание 3. (3 балла)

Какова скорость распространения жёлтого света в стекле с показателем преломления $n = 1,510$? Ответ дайте в единицах 10^8 м/с с точностью до сотых. Скорость света в вакууме равна $c = 2,998 \cdot 10^8$ м/с.

Ответ. 1,99

Задание 4. (4 балла)

Сколько раз преломляется луч света в плоскопараллельной пластине из материала с отрицательным показателем, чтобы сформировать изображение точечного источника?

Ответ. 2

Часть 2. Задания на проверку предметных знаний

Задание 5. (3 балла)

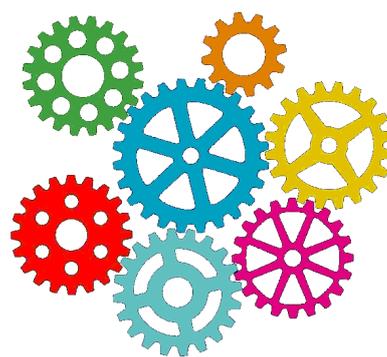
Улитка движется на плоскости XOY по закону $\begin{cases} x = \cos t \\ y = 2 \sin 3t + 1 \end{cases}$

В какой момент времени t на промежутке $[9; 10]$ улитка пройдёт через точку $A(-1; 1)$? Если ответ содержит число π , то перед записью поделите на него.

Ответ. 3

Задание 6. (3 балла)

Известно, что два зубчатых колеса, входящие в зацепление своими зубьями, вращаются в противоположные стороны. В представленной таблице содержится информация о том, какие из семи зубчатых колёс входят в зацепление друг с другом. Зубчатое колесо № 3 пытаются повернуть по часовой стрелке. В какую сторону будут вращаться зубчатые колёса № 1 и № 7? В ответ подряд запишите две цифры: направление вращения зубчатого колеса № 1 и № 7 (1 – вращается по часовой стрелке, 2 – вращается против часовой стрелки, 0 – неподвижно).



	1	2	3	4	5	6	7
1					*		
2			*	*			
3		*				*	
4		*			*	*	
5	*			*			*
6			*	*			

7					*		
---	--	--	--	--	---	--	--

Ответ. 11

Задание 7. (3 балла)

Газон имеет форму прямоугольной трапеции с основаниями 50 и 70 метров и большей боковой стороной 25 метров. Помогите садовнику рассчитать суточный расход воды для полива газона, если на каждый квадратный метр в сутки требуется 4,5 литра. Ответ запишите в литрах (при необходимости округлите до ближайшего целого числа).

Ответ. 4050

Задание 8. (3 балла)

У самолёта Boeing-737 отказали системы радиосвязи и выпуска шасси. Для успешной посадки пилотам необходимо сообщить диспетчеру код аварийной ситуации. В аварийной таблице закодированы отказы 25 различных систем. Отказ любой системы кодируется минимальным количеством битов. Для передачи информации пилоты решили использовать иллюминаторы пассажирского салона (его можно прикрыть шторкой, или оставить открытым). Какое минимальное количество иллюминаторов потребуется, чтобы передать информацию об отказе двух систем?

Ответ. 10

Задание 9. (5 баллов)

Два пластилиновых ёжика массами 35 г и 65 г движутся навстречу друг другу вдоль одной прямой со скоростями 4,0 м/с и 7,0 м/с соответственно. В результате соударения ёжики слипаются. С какой по модулю скоростью покатятся ёжики сразу после слипания?

Ответ. 3,15

Задание 10. (5 баллов)

Даны графики функций $f(x) = x^4 - 2x^3 + x^2$ и $g(x) = (8x - 12)(x - 1)^2$. Укажите количество точек с целыми абсциссами, в которых график функции $f(x)$ лежит не выше графика функции $g(x)$.

Ответ. 6

Задание 11. (5 баллов)

Робот-манипулятор должен был переместить деталь из начала координат в точку с координатами $(1; -4; 8)$. Однако из-за ошибки в программном обеспечении фактически деталь оказалась в точке $(-4; y; 7)$, причём координата y оказалась утерянной из-за ещё одной ошибки ПО. Инженерам-технологам удалось установить, что угол между расчётным и фактическим радиус-векторами в конечной точке оказался равным $\arccos \frac{4}{9}$. Помогите технологам восстановить координату y .

Ответ. 4

Задание 12. (5 баллов)

При подключении проволоки сопротивлением 100 Ом к аккумулятору с сопротивлением 5 Ом выделяющаяся на проволоке мощность составляла 200 Вт. Затем проволоку разрезали пополам и одну половину ещё раз пополам. Потом соединили полученные три части параллельно. Какая мощность в Вт будет выделяться на данном соединении при подключении к тому же аккумулятору?

Ответ. 9800

Задание 13. (5 баллов)

Алиса делает слоёный салат, выкладывая слоями горбушу, яйца, огурцы, свёклу, картофель и зелень. Сколько различных салатов можно создать при условии, что картофель и свёкла не должны быть одновременно в трёх верхних слоях? (Различные салаты отличаются порядком слоёв.)

Ответ. 576

Задание 14. (5 баллов)

Строительная фирма «Восьмёрочка» строит четырёхэтажные дома. Каждый дом имеет ровно 8 подъездов. При этом количество квартир на каждой лестничной клетке также равно восьми. На подъездах ещё не успели повесить таблички с номерами квартир. Новосёлу выдали ключи и брелок № 200 (номер квартиры). Помогите новосёлу определить, в каком подъезде и на каком этаже он проживает. В ответ запишите подряд два числа без знаков препинания и иных разделителей: номер подъезда и номер этажа.

Ответ. 41

Задание 15. (5 баллов)

Дом фермера находится в поле на расстоянии 4 км от дороги. Фермер передвигается на квадроцикле, скорость движения которого по полю равна 30 км/ч, по дороге – 50 км/ч. Пусть А – точка на дороге, ближайшая к дому фермера. Фермер должен попасть в посёлок, который находится на дороге на расстоянии 15 км от точки А. По какой траектории должен двигаться фермер, чтобы время, затраченное на путь от дома до посёлка, было минимально? В ответе укажите, какой путь фермер проедет по дороге при условии, что дорога прямая.

Ответ. 12