

Московская предпрофессиональная
олимпиада школьников
Научно-технологическое направление

10 – 11 класс

1. Сопоставьте фамилию ученого с соответствующим научным достижением.

УЧЕНЫЙ	ДОСТИЖЕНИЕ
I. Д.И. Менделеев	1. Классификация растений и животных
II. К. Линней	2. Учение о биосфере
III. В.И. Вернадский	3. Создание радио
IV. Д. Бруно	4. Периодическая таблица химических элементов
V. А.С. Попов	5. Учение о бесконечности вселенной

2. Составьте хронологическую последовательность изобретения перечисленных устройств:

- 1) сотовый телефон;
- 2) транзистор;
- 3) паровая машина;
- 4) электрический двигатель;
- 5) радио;
- 6) двигатель внутреннего сгорания;
- 7) ЭВМ.

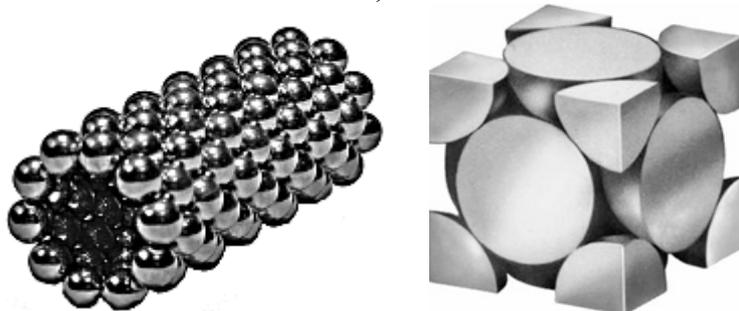
3. На даче предполагалось разместить следующие потребители электрической энергии: электрочайник 1 кВт, calorifer 2 кВт, четыре осветительные лампы по 60 Вт, стиральную машину мощностью 1 кВт, телевизор 300 Вт. Напряжение сети 220 В. Выберите медный провод минимально допустимого сечения согласно таблице:

Поперечное сечение медного провода в мм ²	Допустимый ток, А
0,5	11
1	17
2,5	30
4	41

- 1) 1 мм²;
- 2) 2,5 мм²;
- 3) 4 мм²;
- 4) 0,5 мм².

4. Как известно, стволы деревьев содержат множество продольных капилляров, необходимых для осуществления передачи питательных веществ между корнями и кроной. Рекордсмены среди деревьев возвышаются над землей более чем на 100 м, а их возраст может достигать нескольких тысяч лет. Определить диаметр капилляров d в калифорнийской секвойе Гиперон (самом высоком дереве на данный момент), если её высота составляет $h = 115,24$ м. Коэффициент поверхностного натяжения и плотность восходящих веществ принять равными соответствующим значениям для воды: $\sigma = 73$ мН/м и $\rho = 1$ г/см³. Капилляры считать вертикальными цилиндрическими трубками, а эффект смачивания – полным.

5. Рассчитайте внешний диаметр одностенной нанотрубки из атомов никеля, если известно, что
- ее перпендикулярное сечение представляет собой замкнутую цепочку из $x = 17$ соприкасающихся атомов никеля (см. рис.),
 - для никеля в объемных образцах характерна кубическая гранцентрированная упаковка,
 - плотность никеля $\rho = 8.9 \text{ г/см}^3$,
 - атомная масса никеля $M = 58,69 \text{ г/моль}$.

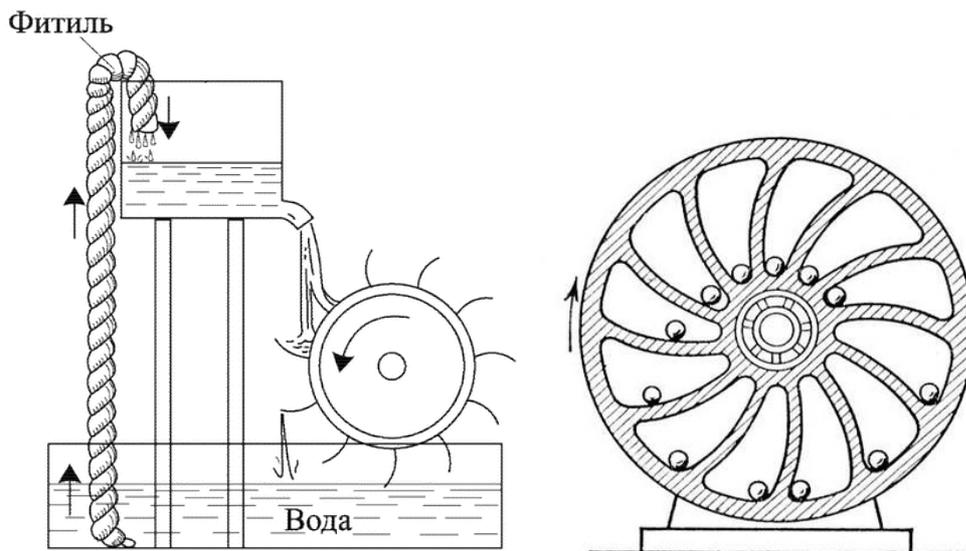


6. Сколько секунд потребуется модему, передающему сообщения со скоростью 28800 бит/с, чтобы передать два растровых изображения? Первое размером 100x100 пикселей, при условии, что каждый пиксель – это один из 256 оттенков серого цвета. Второе размером 200x150 пикселей, при этом цвет передается в режиме TrueColor (24 бита на пиксель). Ответ дать с точностью до второго знака после запятой.

Московская предпрофессиональная
олимпиада школьников
Научно-технологическое направление

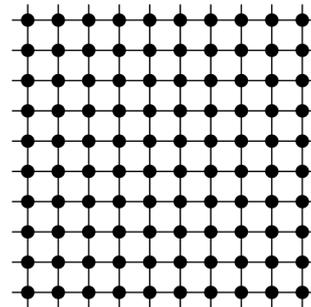
Кейсы

1. Известно, что вечных двигателей не существует. Однако гораздо сложнее найти причину, почему то или иное устройство не является вечным двигателем. Попробуйте объяснить, почему приведенные на рисунках снизу конструкции не могут двигаться вечно.



2. Рассмотрите преимущества и недостатки различных видов альтернативной энергетики: солнечной, ветряной и биоэнергетики (получение биотоплива из органики). Сравните целесообразность их использования в различных регионах России.
3. Как известно, что сумма углов любого треугольника равна 180° . Чему равна сумма углов произвольного выпуклого n -угольника? Чему равен угол правильного n -угольника?

В этой задаче мы будем рассматривать кристаллические решетки на плоскости. Основным свойством кристаллической решетки является ее *трансляционная симметрия*. Строго говоря, это означает, что после сдвига кристаллической решетки на некоторый ненулевой вектор \vec{v} получившаяся решетка совпадет с исходной. Наглядно это можно представить следующим образом. Напечатаем изображающую кристаллическую решетку картинку на бумаге и (в том же масштабе) на прозрачной пленке. Положив пленку на бумагу, мы увидим, что изображения совпали. Теперь мы можем подвигать пленку и обнаружить, что при ненулевых сдвигах изображения опять совпадут.



Например, если поставить точки в вершинах квадрата, легко увидеть, что такая кристаллическая решетка обладает трансляционной симметрией (см. рис.). Видно, что плоскость по сути оказывается замощенной правильными четырехугольниками, то есть квадратами. А при каких других значениях n можно замостить плоскость правильными n -угольниками?

Представим теперь, что в узлах решетки располагаются круги, радиус каждого из которых равен половине расстояния до ближайшего узла. Пусть очень большая решетка покрыта такими кругами. При каком n доля покрытой площади будет максимальной?

При некоторых двух значениях n решетки имеют много общего. Если заметили этот эффект, опишите свои наблюдения.

Московская предпрофессиональная олимпиада
школьников
Научно-технологическое направление

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
ПО ДОМАШНЕМУ ЗАДАНИЮ
«Анизотропия»**

1. Что такое анизотропия?
2. Приведите 3 примера проявления анизотропии.
3. Приведите примеры анизотропии в органических соединениях.
4. Какие физические величины могут быть анизотропны, а какие нет? Приведите примеры и тех, и других.
5. Может ли жидкость быть анизотропной? Обоснуйте свой ответ.
6. Чем отличается анизотропия от асимметрии?

Московская предпрофессиональная олимпиада
школьников
Научно-технологическое направление

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
ПО ДОМАШНЕМУ ЗАДАНИЮ
«Рост кристаллов»**

1. Что такое кристалл?
2. Назовите 5 кристаллов, которые Вам известны.
3. Как связана внешняя форма (огранка кристалла) со строением кристаллической решётки?
4. Каким образом можно повлиять на скорость роста кристалла?
5. Из каких материалов можно вырастить кристалл? (Приведите примеры.)
6. Что общего между графитом и алмазом?

Анизотропия

В самом начале изучения физики в школе нам дают представления о базовых свойствах того мира, в котором мы живем. Например об однородности пространства и времени, равноправии различных точек и моментов времени между собой. Также существует равноправие различных направлений движения, которое называется изотропностью (от греч. ἴσος «равный, одинаковый, подобный» + τρόπος «направление») пространства. Однако существуют такие среды, где это правило не выполняется, они называются анизотропными.

Чтобы определить, обладает ли тело анизотропией в каком-либо проявлении, необходимо поставить опыт так, чтобы при одинаковом внешнем воздействии оно вело себя по-разному в зависимости от направления. Простой пример: если взять полиэтиленовый пакет и попробовать растянуть, то окажется, что по одним направлениям он тянется гораздо проще, чем по другим. В данном случае мы сталкиваемся с анизотропией упругости среды. Таким свойством обладает большинство полимеров.

Существует множество различных проявлений анизотропии: преломление света в кристаллах, поляризационные пластинки, отражение света от металлических поверхностей и т.д.

В данной задаче мы даем Вам полную свободу творчества. Вы можете описать любое проявление анизотропии в окружающем мире, которое сможете экспериментально доказать.

От каждой команды мы хотим видеть небольшую письменную работу (в форматах .doc, .docx или .pdf) с описанием конкретно Вашего эксперимента, его условий, задач и результатов, а также презентацию (в форматах .ppt, .pptx или .pdf). Объем содержательной части текста не более 5 страниц, презентации — не более 7 слайдов.

Рост кристаллов.

Кристаллография является одной из самых междисциплинарных наук о природе. В ней сочетаются физические методы исследования, химические процессы формирования кристаллов, стройные математические модели описания геометрических свойств, анализ большого количества экспериментальных данных, а если кристаллизуется белок, для расшифровки его структуры не обойтись без биологии.

Тем не менее, для того, чтобы начать изучение кристаллов и заинтересоваться их свойствами, нет необходимости в глубоком познании физики, математики, информатики, химии и биологии. Достаточно простые неорганические кристаллы можно создать в домашних условиях, что мы и предлагаем Вам сделать.

Наиболее безопасно можно вырастить кристаллы из поваренной соли (не йодированной, не мелкого помола) или лимонной кислоты. Также Вам понадобятся: стеклянная банка 0,5 литра, швейная нить или проволока, вода дистиллированная, одноразовая столовая ложка и пищевая пленка. По желанию можно использовать пищевые красители или краски на водной основе для окрашивания кристаллов.

Вы можете попробовать вырастить кристаллы других химических соединений под свою ответственность, но мы Вам этого делать не рекомендуем.

Задание заключается в изучении и подборе оптимальных условий роста кристаллов, а также изучении их характеристик, например типов симметрии, углах между гранями и пр.

От каждой команды мы хотим видеть небольшую письменную работу (в форматах .doc, .docx или .pdf) с описанием конкретно Вашего эксперимента, его условий, задач и результатов, а также презентацию (в форматах .ppt, .pptx или .pdf). Объем содержательной части текста не более 5 страниц, презентации — не более 7 слайдов.

Для роста кристаллов в домашних условиях подойдут банки на 0,5 л. Также вам понадобятся швейная нить (либо проволока), питьевая вода, небольшой кусок полиэтилена, столовая ложка (лучше одноразовая).

Инструкция по росту:

1. Заполняем водой (лучше питьевой, не водопроводной) банку на 2/3 от ее объема.

2. Далее греем воду. Это можно сделать в микроволновой печи (непосредственно в банке), либо на водяной бане (налить водопроводной воды в кастрюлю и подогреть ее на плите, после чего банку с водой для эксперимента поместить в нее). Чем горячее будет вода, тем легче будет растворить соль.

3. Затем засыпаем одну чайную ложку соли в банку и мешаем до полного растворения соли в воде (лучше использовать не столовые приборы, а одноразовые). Повторяем эту операцию еще 4-6 раз.

4. В конце помещаем швейную нить в раствор таким образом, чтобы ее кончик находился на высоте 3-4 см над дном. Закрепить нить можно следующим образом: вокруг горлышка банки обмотать в несколько оборотов швейную нить и закрепить ее (вместо нити можно использовать проволоку). Поперек открытого горлышка натянуть еще один кусок нити, закрепив на обмотанной вокруг горлышка банки нити (также можно использовать проволоку). В конце по центру привязать кусочек нити так, чтобы ее конец был опущен в раствор.

5. Поставить банку на окно или на полку, закрыв ее сверху полиэтиленом.

6. Раствор может быть стабилен в течение нескольких дней. Но кристаллы появятся обязательно.