

**Решения задач олимпиады по физике
2015 год**

В олимпиаде приняли участие 102 ученика: **50 человек** – 9-классники, **52 человека** – 10-11-классники.

Задания олимпиады состояли из двух разделов. Первый раздел – традиционные тесты (20 заданий с выбором правильного ответа из 4-х, с присуждением 2-х баллов за правильный ответ). В этом году тестовые задания были сложнее, чем на олимпиаде в 2014 году. В тот раз большинство тестов было на знание определений, основных понятий. Участникам олимпиады они показались очень простыми. Поэтому в 2015 году тестовые задания были практически все расчетные, то есть требовали знания основных соотношений (в основном из механики). В связи с этим, набранные баллы по тестовому разделу в этом году были несколько ниже, чем в прошлом. Тестовые задания и их решения в данном анализе не приводятся.

Второй раздел задания олимпиады – это преимущественно задачи, имеющие качественную направленность. То есть для их решения требуется в первую очередь не знание физических формул и законов, а понимание описываемых в задаче процессов и явлений. Участникам олимпиады предлагалось попробовать отвечать на эти задачи даже в том случае, если они не помнят нужных физических законов и соотношений. Задачи оценивались максимальным количеством баллов, которые можно получить за их решение, но баллы начислялись, в том числе, за правильные и интересные мысли, и даже просто за попытку решить задачу.

9 класс.

Лучший результат – 30 баллов (Шестюк В., Гимназия «Планета Детства»).

Задача №1.

Какая работа A совершается при подъёме груза массой $m = 1$ кг на высоту $h = 1$ метр при помощи силы $F = 100$ Н? (7 баллов).

На первый взгляд задача имеет два альтернативных решения. Во-первых, можно найти работу против силы тяжести, совершаемую при подъеме тела массой m на высоту h :

$$A = mgh \approx 10 \text{ Дж.}$$

Во-вторых, можно найти работу силы F на пути h :

$$A = Fh = 100 \text{ Дж.}$$

Можно было бы подумать, что заданное в условии значение силы является излишним, и необходимо воспользоваться первым вариантом решения. Однако, раз это значение дано, значит подъем тела на высоту h производился именно с этой силой! Можно предположить, что подъему «мешала» некая (необозначенная) сила сопротивления (например, тело поднимали в сильно вязкой среде). Поэтому за правильное решение следует принять второй вариант.

Задача №2.

Ученик 9 класса Антон Холкин озадачился экономией мировых энергетических ресурсов. Накануне он узнал, что при выполнении домашних заданий (как и при прочей умственной работе) школьник тратит до 460 кДж в час. На завтра ему задали: перевести внушительный текст с английского, написать реферат по истории, решить десяток уравнений по алгебре. Антон Холкин прикинул, сколько потратится энергии, если это он будет делать сам, и сколько – если он использует компьютер (английский текст переведет переводчиком, реферат «скачает» из Интернета, уравнения решит в математическом пакете Matlab). Экономия получилась колоссальная! Оцените и вы эту «экономия». Напоминаем, что мощность – это работа, совершаемая в единицу времени (секунду). (10 баллов).

Понятно, что нужно оценить энергию, затраченную Антоном в обоих случаях – то есть при выполнении домашней работы самостоятельно или с помощью компьютера. Затруднение у пытавшихся это сделать вызвала оценка мощности компьютера. Многие ученики оценили её в 700

Вт. Конечно, это довольно большая цифра. Обычный компьютер для домашнего пользования потребляет около 100-200 Вт. Ноутбук и того меньше – около 50 Вт. Мощность же ученика при умственной деятельности, согласно условию, равна:

$$P_{\text{уч}} = 460000 \text{ Дж} / 3600 \text{ с} \approx 128 \text{ Вт}$$

Тогда оценка искомой экономии будет выглядеть следующим образом:

$$\varepsilon = \frac{P_{\text{уч}} t_1}{(P_{\text{уч}} + P_{\text{комп}}) t_2},$$

где t_1 – время выполнения работы самостоятельно, t_2 – время выполнения работы с компьютером. При этом предполагается, что используя для работы возможности компьютера, ученик по-прежнему «потребляет» свои 128 Вт, хотя это не совсем так. Для оценки примем, что без компьютера Антон будет делать домашнюю работу 3 часа, а с компьютером – 30 минут. Тогда получим пусть не колоссальную, но четырехкратную «экономии» энергии. Примечательно то, что почти все указывали на отрицательную сторону такой «экономии» (поэтому она и взята в кавычки в условии задачи), так как ученик при выполнении домашней работы исключительно с помощью компьютера не получает новых навыков и умений.

Задача №3.

Овощи и фрукты перед едой тщательно мой горячей водой! Все понимают, что горячей водой лучше отмывается. А почему? (6 баллов).

Объяснить всем известный факт, что горячей водой все лучше отмывается, попытались 44 ученика.

Ключевые слова, присутствие которых в ответе говорило о правильности рассуждения – это **растворимость и текучесть (или вязкость)**. Действительно, грязь – это некие жидкие и твердые вещества, которые мы смываем водой. А растворимость жидких и твердых веществ в воде сильно зависит от температуры. Так, например, растворимость различных солей при увеличении температуры растворителя от 40 до 60 градусов может увеличиться в 2-3 раза.

Вообще говоря, состав грязи (в нашем понимании), которую мы пытаемся смыть с рук, овощей, посуды, может быть весьма разнообразным. В том числе в ней могут присутствовать и нерастворимые вещества. Почему тогда они лучше смываются с поверхности горячей водой? Дело в том, что с повышением температуры у воды (равно как и у других жидкостей) увеличивается еще одна важная физико-химическая характеристика – текучесть. Текучесть – это величина, обратная вязкости. А вязкость жидкостей очень сильно зависит от температуры. Так, вязкость воды при увеличении её температуры от 20 до 60 градусов уменьшается более, чем в 2 раза (а в диапазоне от 0 до 100 градусов вязкость воды уменьшается более, чем в 6 раз!). За счет большей текучести горячая вода лучше проникает во все неровности (шероховатости) поверхности, вымывая из них грязные вещества.

Некоторые ученики указали на то, что горячая вода, в отличие от холодной, убивает болезнетворные организмы, и именно поэтому надо мыть всё горячей водой. Вообще говоря, моем мы действительно в основном для того, чтобы избавиться от болезнетворных организмов. Если съесть, если можно так выразиться, «стерильную грязь» (в допустимой с точки зрения химического отравления дозе), то, в принципе, ничего страшного не произойдет. А вот болезнетворные организмы, которые присутствуют в грязи или непосредственно на поверхности овощей и фруктов, представляют основную опасность. Однако та горячая вода, которой мы всё моем, вряд ли погубит микробов. В соответствии с санитарными нормами и правилами температура горячей воды, которая вытекает у нас из крана, должна быть не ниже 60 °С. Именно при такой температуре прекращают размножаться инфекционные возбудители вирусного и бактериального происхождения. Но воду с температурой 60 °С мы с вами не выдержим – она ошпарит нам руки. Мы разбавляем горячую воду холодной до терпимых температур – градусов 45, максимум 50. Поэтому основной эффект от использования горячей воды при помывке достигается, все-таки, за счет увеличения текучести воды и растворимости в ней загрязнений. Но если у вас из крана действительно течет горячая вода с температурой 60 °С и более (такое наблюдается не везде и не всегда), то не мешает, как говорят, обдать овощи или фрукты такой водой.

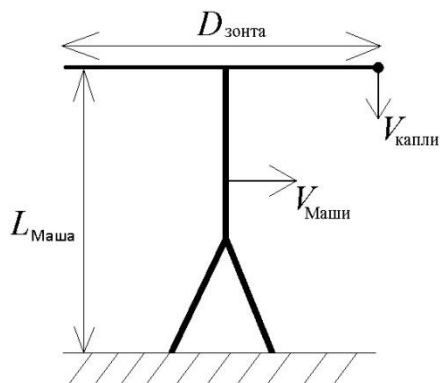
Задача №4.

В центре большого озера сделали прорубь. Толщина льда оказалась 2 метра. Какой длины веревку необходимо привязать к ведру, чтобы зачерпнуть воды? (5 баллов).

В условии задачи специально оговорено, что озеро большое. Прорубь заполнится водой практически до края, и поэтому веревка для ведра практически не понадобится – воду можно будет зачерпнуть из проруби, держа ведро просто за ручку. Задачу решали 48 учеников. Несмотря на кажущуюся простоту, правильно ответили только 11 человек.

Задача №5.

Маша при росте 1,5 метра купила зонт такого же диаметра, чтобы надежно спрятаться от дождя. Однако она заметила, что при ходьбе капли дождя все равно попадают ей на туфли. С какой скоростью идет Маша, если её шаг равен 0,3 метра, а капли дождя падают с неба вертикально вниз со скоростью 10 м/с? (размером Машиных туфель пренебречь) (9 баллов).



Из рисунка (слева) понятно, что пока крайняя капля (не попавшая на зонт) летит вниз, Маша проходит некоторое расстояние и еще за счет шага выставляет свою ногу вперед на 0,15 м (размером туфель пренебрегаем). В этот момент и происходит «встреча» капли с туфлей Маши. Время до «встречи» равно:

$$t = \frac{L_{\text{Маша}}}{V_{\text{капли}}} = \frac{1,5 \text{ м}}{10 \text{ м/с}} = 0,15 \text{ с}$$

За это время Маша проходит расстояние:

$$V_{\text{Маши}} \cdot t = \frac{D_{\text{зонта}}}{2} - \frac{\text{Шаг}}{2} = 0,75 \text{ м} - 0,15 \text{ м} = 0,6 \text{ м}$$

Откуда скорость Маши $V_{\text{Маши}} = 4 \text{ м/с}$.

Задача №6.

Два спутника движутся по одной круговой орбите на некотором расстоянии друг от друга. На «догоняющем» спутнике включают двигатель, сообщающий спутнику дополнительный импульс по касательной к траектории. Сможет ли он догнать впереди летящий спутник? (5 баллов).

Задачу решали 37 учеников. Догоняющий спутник после дополнительного импульса по касательной к траектории от включенного двигателя перейдет на новую (большую) орбиту. Поэтому впереди летящий спутник он не догонит. Правильно ответили 6 учеников.

Задача №7.

Ученик 9 класса Антон Холкин продолжает экономить. У него есть два кипятильника для приготовления кипятка (чай заваривать) – на 0,2 кВт и 0,5 кВт соответственно. Экономит Антон либо электроэнергию, либо время. Как он это делает? (7 баллов).

Интересный момент – из рассуждений некоторых учащихся стало ясно, что они не понимают, что такое кипятильник. Они рассуждали так, как будто речь идет о двух электрических чайниках. Так, один ученик предложил разлить воду по «кипятильникам» в пропорции 2:5.

Для экономии времени большинство указали на необходимость использовать более мощный кипятильник. И только 4 человека дали правильный ответ – необходимо использовать сразу два кипятильника, опущенных в одну емкость.

Что касается экономии электроэнергии, то большинство дали неверный ответ об использовании менее мощного кипятильника. Было только 5 правильных рассуждений, что сэкономить электроэнергию никак не получится, ведь для приготовления одного и того же количества кипятка необходимо одинаковое количество энергии, вне зависимости от того, какой кипятильник – мощный или нет – будет при этом использован. Стоит дополнить, что если считать всё «до джоуля», то при приготовлении кипятка слабым кипятильником энергии потратится больше! Дело в том, что в процессе нагревания за счет теплообмена с окружающей средой вода одновременно отдает получаемую тепловую энергию, и в процессе долгого нагревания эти потери будут больше, нежели в случае, если мы быстро вскипятим воду более мощным кипятильником.

Задача №8.

На земле лежит свая длиной 5 метров и массой 200 кг. Какую работу надо совершить, чтобы поставит сваю вертикально? (6 баллов).

Задачу решали 38 учеников. Большинство решающих начали «крутить» сваю – то есть мысленно поднимать её за один конец, когда второй конец упирается в землю. В таком представлении сложно сообразить, как применить формулу для нахождения работы против силы тяжести. Однако 4 человека сообразили, что фактически поднимается центр тяжести сваи на высоту 2,5 метра. Тогда работа по поднятию сваи равна:

$$A = mgh \approx 10 \text{ Дж}$$

Понять, почему происходит именно так, можно следующим образом. Сначала нужно мысленно поднять сваю, не нарушая её горизонтального положения, на высоту 2,5 метра. Для этого мы как раз совершим работу $A = mgh \approx 10 \text{ Дж}$. Теперь представим, что в центре тяжести сваи поперек неё и параллельно земле есть ось, вокруг которой сваю можно крутить. В идеализированном представлении вращение сваи вокруг этой оси будет происходить без совершения работы. «Докрутив» сваю до вертикального позиции, мы тем самым поставим её в требуемое положение.

Задача №9.

Экран в кинотеатре должен хорошо отражать свет (иначе будет плохо видно изображение). Но лучший отражатель света – это зеркало. Почему тогда экраны в кинотеатрах не делают в виде больших зеркал? (5 баллов).

Задачу пытался решить 41 человек. Из них трое дали полноценный ответ, еще 10 – рассуждали в нужном направлении.

В самом условии задачи звучит только одно из двух важных качеств экрана в кинотеатре – он должен хорошо отражать свет. Но второе важное свойство экрана – он должен хорошо рассеивать свет! Речь идет о том, что каждая светящаяся точка экрана должна быть хорошо видна всем зрителям. Именно для совмещения этих двух качеств экраны кинотеатров изготавливают ярко белыми (для максимального отражения) и матовыми (для максимального рассеивания). Если рассмотреть полотно экрана вблизи – оно шероховатое. Для его характеристики, по аналогии с экранами мониторов, существует понятие угол обзора – это угол отклонения от плоскости обзора, при котором яркость отраженного света уменьшается на 50%. То есть человек, находящийся в этой точке, будет видеть изображение в 2 раза менее ярким.

А что же будет происходить, если вместо экрана поставить зеркало? Зеркало отражает лучи только под тем углом, под которым они падают. Фактически из объектива нам в глаз попадет один луч, отразившийся от экрана под определенным углом (зрителю, сидящему в другом месте зала, попадет другой луч). И никакого целостного изображения мы не увидим. Зато нам будут видны те области интерьера кинотеатра, изображения которых по закону отражения попадут в наше поле зрения.

10-11 класс.

Лучший результат – 40 баллов (Яковлев Д., Лицей «Эрудит»).

Задача №1.

В лесу живет некое животное массой 100 кг, оно питается в сутки 3 раза в день, при этом съедая 2 кг пищи. Второе животное, проживающее в этом лесу, подобно первому, но все его размеры в 10 раз меньше. Спрашивается, сколько (примерно) весит второе животное? Как часто питается оно и сколько пищи при этом съедает за день? (8 баллов).

Классическая задача на понимание того, что при изменении линейных размеров тела в N раз его объем, а значит и масса изменяется в N^3 раз. Таким образом, если размеры животного уменьшить в 10 раз, то его масса уменьшится в 1000 раз. В цифрах задачи «получаем» животное массой 0,1 кг, то есть всего 100 грамм. Но в задаче еще требовалось порассуждать, как изменится питание этого второго животного. Сходу можно подумать, что объем, а значит и масса съеданной вторым животным пищи тоже нужно уменьшить в 1000 раз (в таком случае получим 2 грамма пищи). Однако это неправильно. Для начала надо понять, что, судя по описанию, первое животное – это некое млекопитающее. А значит теплокровное животное. По условию задачи уменьшенное животное подобно первому, то есть тоже теплокровное. Вырабатываемая теплокровными животными энергия за счет потребления пищи идет, в том числе, на поддержание постоянной температуры тела. Потеря этого тепла животным идет через поверхность тела. Но поверхность (площадь) любого тела при изменении его линейных размеров в N раз изменяется только в N^2 раз. То есть если масса животного уменьшилась в 1000 раз, то поверхность его тела – только в 100 раз! Таким образом, обмен веществ нового, уменьшенного по массе в 1000 раз животного должен быть таким, чтобы обеспечить постоянную температуру тела с поверхностью, уменьшенной только в 100 раз. А это значит, что второму животному надо больше энергии, а значит и потребления пищи на единицу массы. Для оценки массы пищи, необходимой второму животному, как раз надо взять величину, характеризующую уменьшение площади поверхности тела, то есть 100 раз. Таким образом, имеем животное массой примерно 100 грамм, которое съедает в день примерно 20 грамм пищи. Очевидно, что питаться этому животному приходится чаще, ведь ему надо съедать пищу массой $1/5$ его массы тела (представьте человеку в 60 кг съесть в день 12 кг пищи). Действительно, из наблюдений за животным миром мы знаем, что мелкие млекопитающие животные питаются намного чаще, чем крупные. Посмотрите на хомячка – он всё время ест (с перерывами на сон)!

Задачу решали практически все ученики. Правильный ответ дали два человека. 8 учеников правильно оценили вес животного, но неверно рассудили о его питании.

Задача №2.

Ученик 9 класса Антон Холкин озадачился экономией мировых энергетических ресурсов. Накануне он узнал, что при выполнении домашних заданий (как и при прочей умственной работе) школьник тратит до 460 кДж в час. На завтра ему задали: перевести внушительный текст с английского, написать реферат по истории, решить десяток уравнений по алгебре. Антон Холкин прикинул, сколько потратиться энергии, если это он будет делать сам, и сколько – если он использует компьютер (английский текст переведет переводчиком, реферат «скачает» из Интернета, уравнения решит в математическом пакете Matlab). Экономия получилась колоссальная! Оцените и вы эту «экономия». Напоминаем, что мощность – это работа, совершаемая в единицу времени (секунду). (7 баллов).

Задача присутствует и в 9 классе, поэтому её решение представлено выше. Решало задачу 34 человека, один дал верную оценку.

Задача №3.

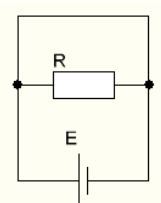
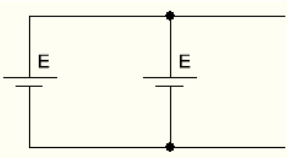
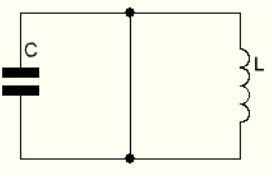
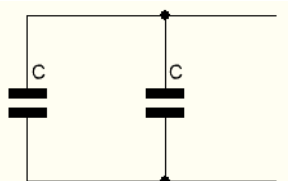
При накачке гелий-неонового лазера 300 электронов должны были несколькими группами перейти с одного энергетического уровня на другой. Однако энергии накачки атомов немного не хватило, и квантовый переход совершился числом групп на две меньшим, поэтому в каждую группу вошло на 5 электронов больше. Каково число электронных групп? (6 баллов).

Формулировка задачи дословно взята из книги автора ТРИЗ Г.С. Альтшуллера «Алгоритм изобретения». Этим примером он показывал, как пагубно действует психологическая инерция мышления при решении задач. В такой формулировке задачу отказывались решать инженеры с высшим образованием, ссылаясь на то, что это квантовая физика, которой они не знают. Тогда Г.С. Альтшуллер давал эту задачу в другой формулировке: "Для отправки 300 пионеров в лагерь было заказано несколько автобусов, но так как к назначенному сроку два автобуса не прибыли, то в каждый автобус посадили на 5 пионеров больше, чем предполагалось. Сколько автобусов было заказано?". После этого все сразу решали задачу – составив два уравнения получим, что автобусов (электронных групп) было 12.

Задача действительно «напугала» учеников. Меньше половины из них (24 человека) попытались решить задачу. Преодолели психологическую инерцию мышления и решили задачу 14 человек.

Задача №4.

К электрическим схемам даны описания:

1	2	3	4
			
Сопротивление бесполезно	Двойная мощность	Нет причин для колебаний	Двойной заряд

Какие описания неверны? Ответ обоснуйте. (5 баллов).

Рассмотрим все ситуации.

1. На схеме сопротивление внешней цепи R закорочено перемычкой, по которой и пойдет весь ток от источника тока (фактически это короткое замыкание). То есть сопротивление R в этой цепи действительно бесполезно.

2. При параллельном соединении источников тока суммарная ЭДС остается такой же – то есть E . Таким образом, сказать однозначно, что мощность, выделяемая в цепи, будет двойной – нельзя! Но и нельзя сказать, что она будет такой же! Действительно, мощность, выделяемая в цепи с одним источником тока:

$$N_1 = I^2 R = \left(\frac{E}{R + r} \right)^2 R,$$

где R – внешнее сопротивление (нагрузки), r – внутренне сопротивление источника тока с ЭДС E . При параллельном включении двух источников тока ЭДС остается такой же, а их суммарное внутреннее сопротивление находится по правилу сложения для параллельного соединения:

$$\frac{1}{r_{\text{общ}}} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r}, \quad r_{\text{общ}} = r/2.$$

В этом случае выделяемая в цепи мощность:

$$N_2 = I^2 R = \left(\frac{E}{R + r/2} \right)^2 R.$$

Как видно, она действительно будет больше, чем с одним источником тока, но насколько – определяется соотношением величин R и r . Так, если внешнее сопротивление R будет намного больше внутреннего сопротивления r , то мощности будут практически равными. При уменьшении R и приближении его к r N_2 будет расти. Можно подсчитать, что при равенстве $R = r$ мощность N_2 будет в 1,8 раз больше N_1 . А при $R = \sqrt{\frac{3}{4}} r$ как раз выполнится условие, что $N_2 = 2N_1$.

Стоит также дополнить, что при параллельном соединении источников тока возрастает емкость батареи (измеряется в А·ч, не путать с емкостью конденсатора) – она складывается. В

данной ситуации как раз получается двойная емкость батареи, а не мощность, которая определяется сопротивлением внешней нагрузки.

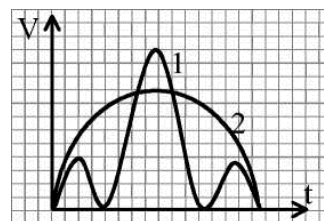
3. Колебательный контур замкнут перемычкой. Действительно, в нём не будет никаких колебаний.

4. При параллельном соединении конденсаторов заряд на обкладках конденсаторов складывается, поэтому утверждение «двойной заряд», конечно же, верное.

Таким образом, из всех представленных ситуаций сложной оказалась только вторая – с пониманием мощности при параллельном соединении источников тока.

Задача №5.

На рисунке изображены зависимости скорости движения двух тел от времени. Какое из них - первое или второе - двигалось с большей средней скоростью? Почему? Какое из тел прошло большее расстояние? Почему? (4 балла).



Для ответа на вопросы нужно помнить, что на графике зависимости скорости тела от времени площадь фигуры под графиком и есть пройденный телом путь. Из рисунка видно, что тело 2 явно прошло большее расстояние. А так как время движения тел одинаково, то и средняя скорость тела 2 была больше.

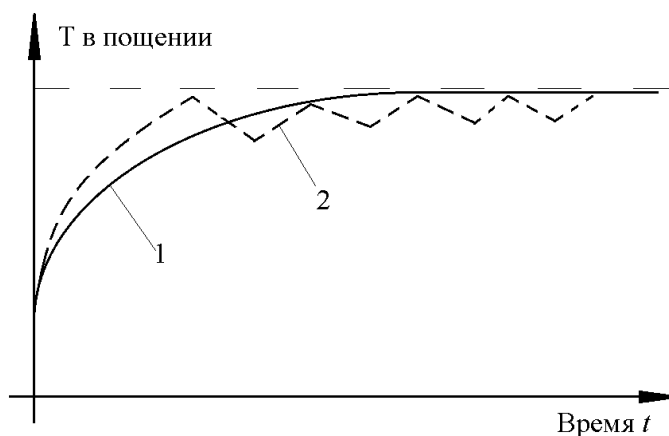
Задачу пробовали решать 37 учеников. Решили правильно – 15 человек.

Задача №6.

В помещении долгое время стоял холодильник. Затем его включили. Изобразите приблизительно на графиках, как менялась температура в помещении со временем после включения холодильника. Рассмотрите два случая: 1) дверца холодильника открыта, 2) дверца холодильника закрыта. Графики изобразите на одном рисунке. (7 баллов).

Принцип работы холодильника можно упрощенно (но при этом довольно корректно) выразить так: холодильник «забирает» тепло у тел, которые находятся в его камере, и «отдает» его в помещение, в котором он находится. При этом встроенный терморегулятор прерывает работу холодильника, когда температура в его камере достигнет определенного значения.

Рассмотрим первый случай – дверца холодильника открыта, холодильник включили. В этом случае температура в камере холодильника никогда не опустится до нужного значения, так как в открытую дверцу холодильника постоянно будет заходить теплый воздух из помещения. Таким образом, терморегулятор не будет выключать холодильник, который будет всё время работать – забирать тепло из окружающего воздуха и тут же отдавать его обратно.



Но холодильник, как электромеханическая машина, сам выделяет тепло: греются подводящие провода, провода в обмотке электродвигателя, подшипники двигателя, поршень компрессора. Это тепло будет нагревать воздух в комнате, как показано на графике линией 1. Со временем наступит тепловое равновесие – поступающее от холодильника количество теплоты сравняется с количеством теплоты, уносимым из комнаты наружу (ведь комната не является теплоизолированной системой). Таким образом, включенный холодильник с открытой дверцей подобно обычному обогревателю нагреет комнату до определенной температуры.

Как будет вести себя температура в комнате при включении холодильника с закрытой дверцей, показано на графике линией 2. Так как теперь тепло будет забираться только у воздуха, находящегося в камере, и отдаваться воздуху в комнате, то температура в комнате будет

первоначально расти несколько быстрее, чем в первом случае. После того, как температура в камере холодильника достигнет определенного значения, терморегулятор выключит холодильник. С этого момента конденсатор (черная обрешеченная трубка на задней стенке холодильника) еще некоторое время будет отдавать тепло воздуху в комнате, но недолго – комната начнет остывать – тепло воздуха комнаты будет отдаваться как наружу комнаты, так и через стенки холодильника холодному воздуху внутри камеры. Вследствие последнего температура воздуха в камере холодильника повысится, и терморегулятор включит холодильник. Температура воздуха в комнате снова начнет повышаться и т.д. В результате характер изменения температуры в комнате будет иметь некий зигзагообразный характер, как показано линией 2. Стоит добавить, что эти колебания температуры носят весьма незначительный характер – комнатным термометром их не обнаружить!

При решении задачи 4 человека приблизились к верным рассуждениям.

Задача № 7.

В фильме «Гравитация» героиня добиралась до космической станции с помощью огнетушителя: «стреляла» им в сторону, противоположную движению. Спрашивается, если у космонавта два огнетушителя – как он быстрее сможет добраться с помощью них до корабля: «стреляя» одновременно из двух огнетушителей или по очереди? (7 баллов).

Конечно, сложно применить закон сохранения импульса, когда при взаимодействии тел происходит истечение газа. На самом деле для детального (количественного) решения необходимо использовать формулу Циолковского, с помощью которой находится скорость ракеты за счет тяги от вылетающей струи газа. Однако для упрощения, которое не влияет на физическую суть рассматриваемого взаимодействия, можно предположить действие огнетушителя как моментальное «выбрасывание» порции газа некоторой определенной массы с определенной скоростью. В условии задачи специально для этого применен термин «стреляла» огнетушителем. Но куда важнее понять, что после «выстрела» огнетушитель опустошается, но остается у космонавта. И что для увеличения скорости (опять же благодаря закону сохранения импульса) космонавту необходимо еще и кинуть в противоположную движению сторону пустой огнетушитель. Осталось сообразить, в какой все-таки последовательности надо это делать. Оказывается, без допущений качественно эту задачу тоже не решить. Все будет зависеть от количественных соотношений импульсов «выстрела» из огнетушителя и броска пустым огнетушителем. Возьмем следующее допущение – эти импульсы по порядку величины равны. Для окончательной простоты примем массу газа и массу огнетушителя равной, скорости их вылета тоже равной. Обозначим их фишкой \otimes , космонавта – М. Представим все действия схематично:

последовательно		одновременно	
выстрел огнетушителем	$M\otimes\otimes \rightarrow \otimes$	выстрел огнетушителями	$M\otimes\otimes \rightarrow \otimes\otimes$
бросок огнетушителя	$M\otimes\otimes \rightarrow \otimes$	бросок огнетушителя	$M\otimes \rightarrow \otimes$
выстрел огнетушителем	$M\otimes \rightarrow \otimes$	бросок огнетушителя *	$M \rightarrow \otimes$
бросок огнетушителя	$M \rightarrow \otimes$		

* Для чистоты «эксперимента» считаем, что одновременно бросить два пустых огнетушителя с той же скоростью, что один, космонавт не может. Поэтому «стреляет» он из двух огнетушителей одновременно, а вот кидает все-таки по очереди.

Исключим идентичные действия, исключим для простоты космонавта, получим:

последовательно		одновременно	
выстрел огнетушителем	$\otimes\otimes\otimes \rightarrow \otimes$	выстрел огнетушителями	$\otimes\otimes \rightarrow \otimes\otimes$
бросок огнетушителя	$\otimes\otimes \rightarrow \otimes$		

Разложим одновременный выстрел огнетушителями на два действия (сначала «стреляет» один газ в отсутствие другого, затем второй):

последовательно		одновременно	
выстрел огнетушителем	$\otimes\otimes\otimes \rightarrow \otimes$	выстрел огнетушителями	$\otimes\otimes \rightarrow \otimes$
бросок огнетушителя	$\otimes\otimes \rightarrow \otimes$	выстрел огнетушителями	$\otimes\otimes \rightarrow \otimes$

Теперь видно, что при одновременном «выстреле» из двух огнетушителей мы получим большую скорость.

В рассуждениях при решении задачи только один ученик указал на то, что для увеличения скорости можно еще бросить пустые огнетушители.

Задача №8.

Ученик 9 класса Антон Холкин продолжает экономить. У него есть два кипятильника для приготовления кипятка (чай заваривать) – на 0,2 кВт и 0,5 кВт соответственно. Экономит Антон либо электроэнергию, либо время. Как он это делает? (5 баллов).

Задача присутствует и в 9 классе, поэтому её решение представлено выше. Решили задачу 6 человек.

Задача №9.

На земле лежит свая длиной 5 метров и массой 200 кг. Один конец сваи лежит возле ямы глубиной 2,5 метра, в которую необходимо вставить сваю. Какую работу при этом надо совершить? Диаметр ямы чуть больше диаметра сваи. (6 баллов).

Такая же задача давалась в 9-х классах (задача №8), но только там свая просто ставилась вертикально. В данном условии свая опускается в яму. На самом деле яма здесь совсем не причем – чтобы свая вставилась в яму, её все равно сначала надо поставить вертикально. То есть фактически нужно совершить ту же самую работу – по поднятию центра тяжести сваи на высоту 2,5 метра:

$$A = mgh \approx 10 \text{ Дж}$$

Задача тоже «напугала» учеников – брались её решать всего 22 человека. Приблизился к правильному ответу 1 ученик.

Задача №10.

Экран в кинотеатре должен хорошо отражать свет (иначе будет плохо видно изображение). Но лучший отражатель света – это зеркало. Почему тогда экраны в кинотеатрах не делают в виде больших зеркал? (5 баллов).

Задача присутствует и в 9 классе, поэтому её решение представлено выше. Задачу решали 45 человек, шестеро дали верное объяснение, еще 11 – мыслили в нужном направлении.