Саратовский государственный университет
имени Н.Г.Чернышевского

МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА
L ВСЕРОССИЙСКОЙ
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
ПО ФИЗИКЕ

Саратов
2015 г

Комплект заданий подготовлен
региональной методической комиссией по физике

Координаты для связи (Савин Алексей Владимирович):
E-mail: AVSavin@rambler.ru с пометкой «Олимпиада» в теме письма
Адрес: 410012, Саратов, ул. Астраханская, 83, СГУ, ФНП, Савину А.В.
Телефон: +79033815893.

Задачи предложены следующими членами методической комиссии

7 класс	8 класс	9 класс	10 класс	11 класс
1. В.Н. Шевцов 2. В.Н. Шевцов 3. А.В. Савин	1. В.Н. Шевцов 2. М.М. Стольниц 3. А.А. Князев 4. Д.В. Савин	1. М.М. Стольниц 2. А.В. Савин 3. В.Н. Шевцов 4. А.В. Савин 5. В.Н. Шевцов	1. А.А. Князев 2. М.М. Стольниц 3. А.А. Князев 4. А.А. Князев 5. А.В. Савин	1. М.М. Стольниц 2. В.П. Вешнев 3. А.А. Князев 4. В.Н. Шевцов, Д.В. Савин 5. А.А. Князев

Председатель методической комиссии: А.В. Савин.

Члены методической комиссии: В.П. Вешнев, А.А. Князев, М.Д. Матасов, М.И. Перченко, А.А. Ростунцова, Д.В. Савин, М.М. Стольниц, Р.А. Торгашов, В.Н. Шевцов.

Общая редакция и подготовка оригинал-макета – А.В. Савин

Подписано в печать 2 декабря 2015 г. в 01.40

Условия задач

7 класс

1. «Поезд на мосту»

Мост длиной 450 м поезд, идущий с постоянной скоростью, проходит за 50 с, а мимо стоящего у начала моста путевого обходчика этот же поезд проходит за 20 с. Определите скорость, с которой движется поезд, и его длину.

2. «Из чего сделан Буратино»

Новейшие исследования британских ученых показали, что Буратино был изготовлен не из одного, а из двух поленьев. Его голову папа Карло выточил из дуба, а остальные части тела выстругал из сосны. Известно, что плотность дуба 690 кг/м^3, причем масса изготовленной из него части тела составляет треть от массы Буратино, а объём – только четверть. По этим данным вычислите плотность соснового полена.

3. «Поздравление для космонавтов»

Однажды ученик 7 класса Вася узнал, что при передаче сигнала на дальние расстояния он может исказиться вследствие помех, в результате часть передаваемой информации пропадет. Чтобы этого избежать, Вася предлагает передавать информацию побитно, причем каждый следующий бит передается только после того, как принимающая сторона подтверждает получение предыдущего. Оцените, сколько сеансов связи потребуется для того, чтобы передать таким способом на Международную космическую станцию (МКС) поздравительный ролик размером 1 мегабайт. Один сеанс связи с МКС длится около 10 минут, средняя высота орбиты МКС примерно 400 км. Считайте, что передающий информацию сигнал распространяется со скоростью света $3 \cdot 10^8$ м/с, а "время реакции" приемника и передатчика очень мало.

Для справки: 1 бит – наименьшая единица информации. В одном байте содержится 8 бит, в 1 мегабайте – 2^{20} байт.

8 класс

1. «Средняя скорость велосипедиста»

Скорость велосипедиста на первом участке пути в 2 раза больше, чем на втором, а время движения – в 3 раза меньше. Определите скорости велосипедиста на каждом из участков пути, если его средняя путевая скорость на всем пути равна 6 м/с.

2. «Спортсмены на траволаторе»

В аэропорту работает траволатор (горизонтальная движущаяся дорожка) длины l, движущийся со скоростью u. К нему, двигаясь с постоянной скоростью $v<u$, подходит колонна спортсменов длины L. На траволаторе каждый спортсмен стоит, а доехав до его конца, продолжает движение с прежней скоростью. Определите максимальную длину колонны в процессе движения. Считайте, что расстояния между спортсменами достаточно велики для того, чтобы при входе на траволатор и сходе с него не возникало заторов.

3. «Плавание в сообщающихся сосудах»

Два высоких цилиндрических сосуда с водой, радиусы оснований которых равны 10 см и 20 см, соединены друг с другом тонкой трубкой, расположенной в их нижней части. В больший из сосудов положили некоторое количество кубиков льда, после чего уровень воды поднялся на 10 см. Определите общую массу оказавшегося в сосуде льда. Плотность воды 1 г/см^3, эффектами смачивания пренебречь.

4. «Ведро»

В ванне стоит пустое ведро ёмкостью 10 л, в которое наливают воду из крана. В течение некоторого времени был открыт только кран с холодной водой температурой 10 ºС. Когда в ведро набралось 3 л воды, дополнительно открыли кран с горячей водой такого же напора температурой 70 ºС. Сколько воды будет в ведре к моменту, когда её температура достигнет 25 ºС? 35 ºС? Считайте, что теплообмен в ведре происходит очень быстро, теплообменом с окружающей средой и теплоёмкостью ведра можно пренебречь.

9 класс

1. «Шарик в кубе»

Шарик диаметра d движется в стоящей на столе открытой сверху тонкостенной кубической емкости с длиной ребра l. Скоростная камера производит снимки через равные промежутки времени. Стенки емкости непрозрачны, за исключением полосы ширины d в верхней части. К стенам и дну емкости присоединены датчики, а на передней грани помещен световой индикатор из трех полосок, каждая их которых загорается на очень короткое время в момент удара шарика о соответствующую стенку или дно. На рис. 1 приведены четыре последовательных снимка, сделанных камерой, пятый снимок совпадает с первым, в дальнейшем последовательность повторяется. На снимке 1 центр шарика расположен строго в центре полосы.

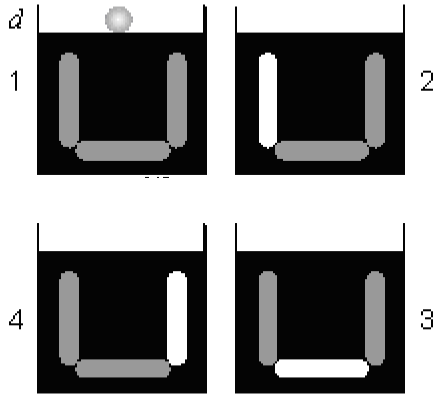

Рис. 1

Определите время между двумя последовательными снимками, высоты, на которых шарик ударяется о стенки, а также величину скорости шарика непосредственно перед моментами съемки.

Ускорение свободного падения g, удары абсолютно упругие, время ударов очень мало, сопротивлением воздуха пренебречь.

2. «Три мудреца»

Три мудреца массой 70 кг каждый решили отправиться по морю и погрузились в таз. В последний момент один из них передумал и вылез из таза, после чего высота выступающей над водой части бортов увеличилась вдвое. Определите, сколько времени продержится на плаву таз с оставшимися в нем мудрецами после начала дождя с интенсивностью 10 мм/мин, если таз представляет собой прямой цилиндр с площадью основания 2 м^2. Плотность воды 1,0 г/см^3.

3. «Скороварка»

В плотно закрытой кастрюле-скороварке воду нагрели до температуры 120°С. Если резко открыть крышку скороварки, то вода закипает, и часть ее испаряется. Определите, сколько процентов составляет масса испарившейся воды по отношению к исходной массе воды в кастрюле. Удельная теплоемкость воды 4,2 кДж/(кг·°С), а удельная теплота парообразования 2,3 МДж/кг.

4. «Нагрев комнаты»

В герметично замкнутой теплоизолированной комнате размерами 6 м×6 м×3 м стоит лабораторная электропечь постоянной мощности. В некоторый момент времени ее включили и начали записывать зависимость ее температуры от времени; в результате получили приведенный на рис. 2 график. Считая, что стены комнаты не нагреваются, определите температуру воздуха в ней в тот момент, когда температура печи достигла 100°C. Теплоемкость печи 13 кДж/°C, плотность воздуха в комнате 1 кг/м^3, удельная теплоемкость воздуха 1 кДж/(кг·°C).

Необходимые построения сделайте на рис. и сдайте его вместе с работой.

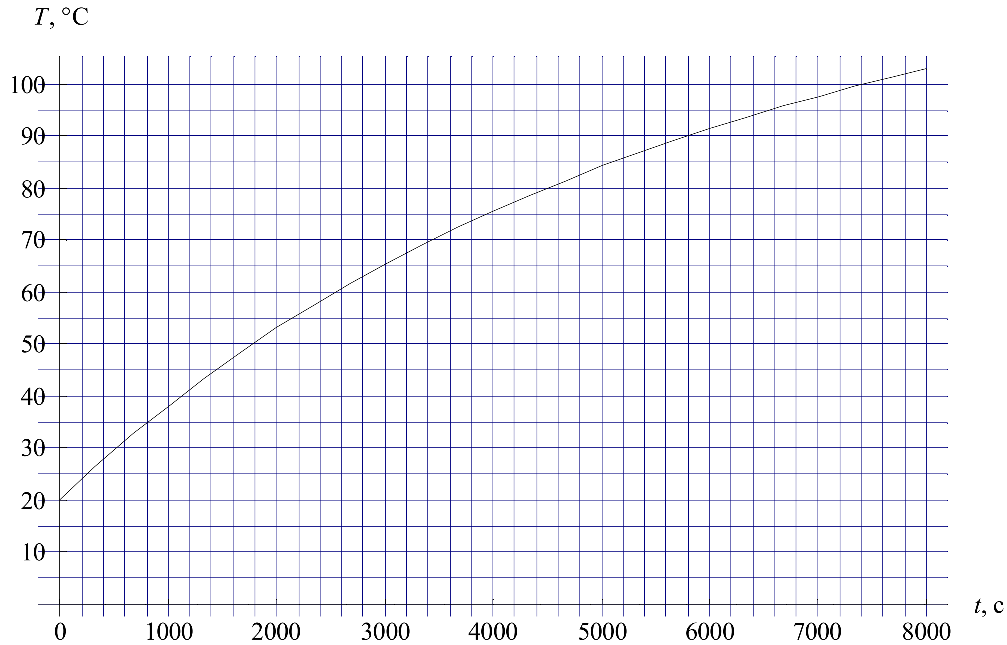

Рис. 2

5. «Пять амперметров»

В цепи, показанной на рис. 3, сопротивления всех резисторов одинаковы и равны 1 Ом. Все измерительные приборы и источники идеальные. Амперметры A_1, A_2, A_3 и A_4 показывают одинаковые значения сил токов, равные 1 А. Укажите направления токов через резисторы и определите показания остальных приборов.

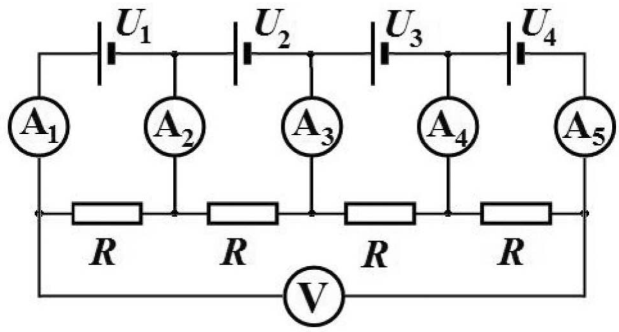

Рис. 3

10 класс

1. "Каретка"

Легкая подвижная часть станка (каретка) скользит без трения по горизонтальной станине с постоянной скоростью. Для её торможения предусмотрена тяжелая пластина массой 1 кг, опускающаяся на специальную горизонтально расположенную тормозящую поверхность под углом α=60º (рис. 4). Коэффициент трения скольжения пластины по тормозящей поверхности равен 0,55. Определите силу трения между пластиной и тормозящей поверхностью, возникающую при движении каретки вправо и влево.

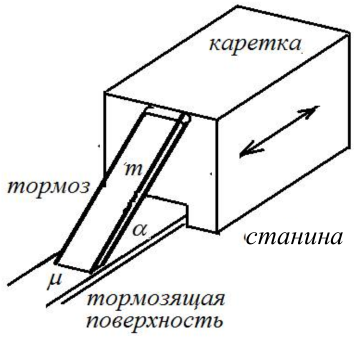

Рис. 4

2. "Три соударяющихся тела"

На гладкую горизонтальную бесконечно длинную спицу нанизаны три одинаковые бусинки, не соприкасающиеся друг с другом. Сначала бусинки покоятся, затем крайней левой щелчком сообщают некоторую скорость, направленную вправо. Удары бусинок друг о друга являются частично упругими. Известно, что при частично упругом ударе двух тел равной массы их скорости после удара $\vec{u}_{1,2}$ выражаются через скорости до удара $\vec{v}_{1,2}$ следующим образом: $\vec{u}_1 = \frac{1}{2}\left[(1-k)\vec{v}_1 + (1+k)\vec{v}_2\right]$, $\vec{u}_2 = \frac{1}{2}\left[(1+k)\vec{v}_1 + (1-k)\vec{v}_2\right]$, где k– известная постоянная величина, называемая коэффициентом восстановления ($0<k<1$).

Определите минимально возможное число соударений между бусинками за все время движения, а также значения k, при которых оно достигается.

3. "Кофеварка"

Турку для приготовления кофе по старинному рецепту поставили на треножник с уже зажжённой под ним таблеткой сухого спирта. Со временем полезная (т.е. отдаваемая содержимому турки) мощность такого нагревателя падает; будем считать, что она обратно пропорциональна количеству тепла, переданному содержимому турки с начала нагревания. Определите, сколько потребуется времени для нагрева содержимого турки от 20°С до 90°С, если от 20°С до 55°С оно нагрелось за 3 минуты.

4. "Два аккумулятора"

Если резистор сопротивлением 5 Ом подключить к двум последовательно соединенным одинаковым аккумуляторам, то на нем выделяется тепловая мощность 72 Вт. Определите, какая мощность будет выделяться на нем, если аккумуляторы соединить параллельно. Внутреннее сопротивление аккумулятора 2 Ом.

5. "Видеонаблюдение"

Помещение для хранения очень секретных материалов имеет в плане вид, показанный на рис. 5 (размеры указаны в метрах). Технику была выдана 1 (одна) веб-камера и поручено организовать круглосуточное видеонаблюдение за всей площадью комнаты. Оценив ситуацию, техник понял, что выполнить полученное задание не сможет. Определите наименьшую суммарную площадь участков комнаты, которые технику не удастся охватить видеонаблюдением. Поскольку добиться выделения второй веб-камеры техник не смог, он решил укрепить на одной из стен плоское зеркало. При какой минимальной ширине этого зеркала технику удастся выполнить задание?

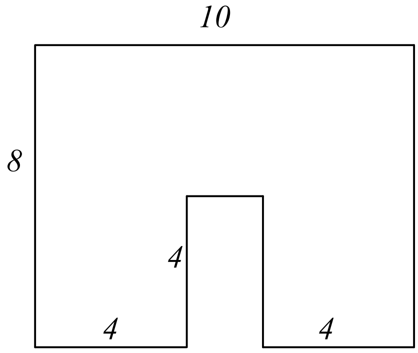

Рис. 5

11 класс

1. "Испытания НЛО"

Пилот НЛО, имеющего форму шара, проводит летные испытания своего аппарата в земной атмосфере. Согласно полученной инструкции, он установил постоянное значение модуля силы тяги двигателя и меняет угол α, который вектор тяги составляет с вертикалью, в пределах от 0° до 180° (при α=0 вектор силы тяги направлен вверх). При каждом значении α он дожидается установления постоянной скорости движения и заносит ее значение в бортовой журнал. Известно, что сила сопротивления воздуха пропорциональна величине $v(1+v/v_0)$, где v – текущее значение скорости, а v_0 – известная константа. Максимальное и минимальное значения скорости, записанные в журнале, равны $2v_0$ и v_0 соответственно. Определите, при каком α НЛО движется горизонтально и какова в этом случае его скорость. Ускорение свободного падения g, ветра нет, работа двигателя не влияет на аэродинамические качества НЛО.

2. "Рикошет"

Оловянная дробинка, летящая со скоростью 25 м/с, ударяется об абсолютно жесткую гладкую плиту, при этом угол падения равен 45°. Оцените угол отражения дробинки, если в результате удара ее температура увеличилась на 0,5°С. Удельная теплоемкость олова 204 Дж/(кг·К), масса плиты много больше массы дробинки.

3. "Два процесса"

Две порции идеального газа по 1 молю каждая, находившиеся при температуре 427°С, нагрели до вдвое большей температуры, причем на pV-диаграмме оба процесса изображаются отрезками прямых, а конечное значение объема в первом процессе больше, чем во втором (рис. 6). В каком из процессов газу сообщили большее количество теплоты? Вычислите, на сколько будут отличаться сообщенные газу количества теплоты в частном случае, когда один из процессов изохорный, а в другом объем увеличивается в два раза.

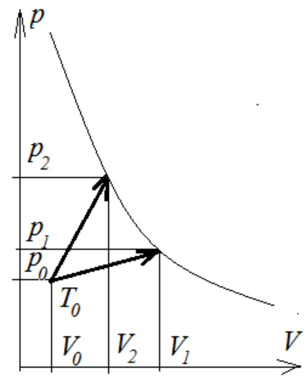

Рис. 6

4. "Пролет через конденсатор"

Плоский конденсатор с заземлёнными обкладками помещен в однородное магнитное поле ***B***, параллельное обкладкам (см. рис.7). Через конденсатор перпендикулярно ***B*** пролетает со скоростью v металлическая пластина, толщина которой в 3 раза меньше расстояния между обкладками. Пренебрегая краевыми эффектами, найти плотности зарядов, индуцированных на обкладках в момент, когда пластина полностью перекрывает конденсатор.

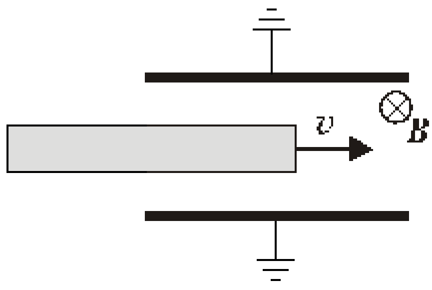

Рис. 7

5. "Тень от плота"

В ясный солнечный безветренный полдень солнце стоит в зените, и тень на дне прозрачного озера от плывущего по нему плота имеет размеры 6 м×8 м. Каковы будут ее размеры, если все небо будет затянуто сплошными тучами? Глубина озера 2 м, показатель преломления воды 1,33. Размерами солнца в данной задаче можно пренебречь.

Решения задач

7 класс

7-1. Пусть L – длина поезда, S – длина моста, t_1=50 с, t_2=20 с. Тогда скорость поезда $v=L/t_2$ (*). За время движения поезда по мосту любая его точка проходит путь $L+S$, поэтому $v=(L+S)/t_1$ (**). Решая получившуюся систему уравнений, получаем $L=\dfrac{St_2}{(t_1-t_2)}=\dfrac{450\cdot 20}{(50-20)}=300$ м и $v=\dfrac{L}{t_2}=\dfrac{300}{20}=15$ м/с=54 км/ч.

Ответ*:* 300 м, 54 км/ч.

Критерии оценивания

Записано уравнение (*)	2
Записано уравнение (**)	3
Получен ответ	5
(если получено только L или только v, то 3 балла)	

7-2. Пусть m_1 — масса головы, а m — масса всего тела Буратино. По условию задачи $m_1=\dfrac{m}{3}$, а ее объем $V_1=\dfrac{V}{4}$. Тогда масса остальной части тела $m_2=\dfrac{2}{3}m$, а ее объем $V_2=\dfrac{3}{4}V$.

По определению плотности:

$$\rho_1=\frac{m_1}{V_1}=\frac{\frac{m}{3}}{\frac{V}{4}}=\frac{4}{3}\frac{m}{V}, \tag{*}$$

Плотность сосновой части тела

$$\rho_2=\frac{m_2}{V_2}=\frac{\frac{2}{3}m}{\frac{3}{4}V}=\frac{8}{9}\frac{m}{V}. \tag{**}$$

Поделив второе уравнение на первое, получим: $\dfrac{\rho_2}{\rho_1}=\dfrac{\frac{8}{9}\frac{m}{V}}{\frac{4}{3}\frac{m}{V}}=\dfrac{2}{3}$. Отсюда выражаем плотность соснового полена: $\rho_2=\dfrac{2}{3}\rho_1=\dfrac{2}{3}690=460$ кг/м^3.

Критерии оценивания

Записано уравнение (*)	3
Записано уравнение (**)	3
Получен ответ	4

7-3. Для того, чтобы посланный с Земли сигнал достиг МКС, необходимо $4\cdot10^5$ м /$3\cdot10^8$ м/с=$1{,}33\cdot10^{-3}$ с. Столько же времени будет идти обратно на Землю подтверждение приема сигнала, т.е. на передачу одного бита потребуется $2{,}67\cdot10^{-3}$ с. Тогда для передачи всего сообщения потребуется $2{,}67\cdot10^{-3}\cdot8\cdot2^{20}$ с.

Дальнейшие вычисления можно существенно упростить, если учесть, что $2^{10}=1024\approx10^3$, поэтому $2^{20}\approx10^6$. Тогда необходимое время можно оценить как $2{,}67\cdot8\cdot10^3$ с$\approx2\cdot10^4$ с$\approx3{,}5\cdot10^2$ мин. Следовательно, потребуется примерно 35 сеансов.

Ответ: примерно 35 сеансов.

Критерии оценивания

(при всех вычислениях допускаются округления в разумных пределах)

Подсчитано время прохождения сигнала до МКС	3
Подсчитано время передачи одного бита	2
Подсчитано необходимое время в секундах	3
Определено число сеансов	2

8 класс

8-1. Пусть длина первого участка пути S_1, а второго – S_2. Скорости на этих участках v_1 и v_2, а t_1 и t_2 — времена движения на них. Из условия задачи следует, что $v_1=2v_2$, а $t_1=\frac{t_2}{3}$. Тогда длина первого участка $S_1=v_1\cdot t_1=\frac{2}{3}v_2\cdot t_2$. Но $v_2\cdot t_2=S_2$. Следовательно, $S_1=\frac{2}{3}S_2$ (*). По определению средней путевой скорости $v_{\text{СР}}=\frac{S_1+S_2}{t_1+t_2}=\frac{\frac{2}{3}S_2+S_2}{\frac{t_2}{3}+t_2}=\frac{\frac{5}{3}S_2}{\frac{4}{3}t_2}=\frac{5}{4}\frac{S_2}{t_2}=\frac{5}{4}v_2$ (**). Отсюда находим скорость велосипедиста на втором участке: $v_2=\frac{4}{5}v_{\text{СР}}=\frac{4}{5}6=\frac{24}{5}4{,}8$ м/с. По условию, скорость на первом участке в 2 раза больше: $v_1=2v_2=2\cdot4{,}8=9{,}6$ м/с.

Критерии оценивания

Получено соотношение (*)	3
Получено соотношение (**)	4
Получен ответ	3

8-2. Длина колонны определяется расстоянием между первым и последним спортсменами. Она будет увеличиваться, если в данный момент времени скорость первого спортсмена больше скорости последнего, и уменьшаться в противном случае.

В момент, когда первый спортсмен оказывается на траволаторе, его скорость становится больше скорости последнего спортсмена, и длина колонны начнет увеличиваться. В зависимости от соотношения параметров задачи возможны два случая:

а) Первый спортсмен сойдет с траволатора до того, как на нем окажется последний спортсмен. Этот случай реализуется, если время $t_1=l/u$ нахождения спортсмена на траволаторе меньше, чем время $t_2=L/v$, которое требуется последнему в колонне спортсмену, чтобы дойти до траволатора.

В этом случае максимальная длина колонны достигается в тот момент, когда первый спортсмен сойдет с траволатора (поскольку далее скорость первого спортсмена всегда будет не больше скорости последнего). Посчитаем ее.

За время движения первого спортсмена по траволатору последний спортсмен пройдет расстояние $vt_1=vl/u$ и окажется на расстоянии $L- vl/u$ от его начала. Первый спортсмен в это время находится на расстоянии длины траволатора l от его начала, поэтому длина колонны равна $L+l- vl/u$.

б) Последний спортсмен окажется на траволаторе до того, как с него сойдет первый, т.е. $t_1>t_2$.

В этом случае максимальная длина колонны будет достигнута в тот момент, когда последний спортсмен оказывается на траволаторе. Это произойдет через время t_2, за это время первый спортсмен проедет по траволатору расстояние $ut_2=u\ L/v$, это и будет длина колонны.

Непосредственным вычислением несложно убедиться, что в граничной ситуации $t_1=t_2$ обе формулы дают одинаковый ответ, равный l.

Ответ: $L+l(1- v/u)$ при $l/u< L/v$ и uL/v при $l/u> L/v$

Критерии оценивания

Указано, что скорость изменения длины колонны определяется скоростями первого и последнего спортсменов	2
Указаны два возможных случая	2
Получено условие, разграничивающее эти случаи	2
Рассчитана максимальная длина колонны в случае а)	2
Рассчитана максимальная длина колонны в случае б)	2

8-3. Пусть m – масса добавленного льда. В соответствии с законом Архимеда, этот лед вытеснит объем воды V, масса которого равна массе льда, т.е. $V=m/\rho_в$. Поскольку в сообщающихся сосудах уровень воды одинаков, то этот объем распределится по обоим сосудам, т.е. $V=h(S_1+S_2)$, $S_{1,2}=\pi r_{1,2}^2$ – площади основания первого и второго сосудов, h – высота, на которую поднялся уровень воды. Тогда $m=\rho_в h\pi(r_1^2+r_2^2)\approx 15{,}7$ кг.

Отметим, что при плавлении льда уровень воды меняться не будет, поскольку объем воды, получаемой при плавлении льда, совпадает с вытесняемым им до плавления объемом.

Ответ: 15,7 кг

Критерии оценивания

Из условия плавания получена связь между массой льда и вытесненным им объемом	3
Записана связь вытесненного объема с повышением уровня жидкости	4
Получен ответ	3

8-4. Пусть температура холодной воды T_1, горячей T_2. Поскольку расходы воды из обоих кранов одинаковы (обозначим их μ), то температуру T_3 струи воды в случае, когда открыты оба крана, можно найти из соотношения $c\mu t(T_2-T_3)= c\mu t(T_3-T_1)$ (c – удельная теплоемкость воды), откуда $T_3=(T_1+T_2)/2=40°C$. Изменение температуры смеси в ведре после открывания крана с горячей водой можно описать уравнением теплового баланса для теплообмена массы холодной воды, находившейся в ведре в момент времени t_1, соответствующий открытию горячего крана, с массой «теплой» (смеси горячей и холодной) воды, поступившей за прошедший с этого момента промежуток времени t_2. Это уравнение имеет вид $c\mu t_1(T-T_1)=2c\mu t_2(T_3-T)$ (*), где T – текущая температура воды в ведре. Отсюда получим выражение для времени $t_2=t_1(T-T_1)/(2(T_3-T))$.

Подставив числовые значения T_1=10 °С, T_2=70 °С, T=25 °С , получим в первом случае $t_{21}=t_1/2$. За это время успеет набраться такое же количество воды, как за промежуток времени t_1 (так как расход стал в 2 раза больше), поэтому в ведре будет 2·3=6 л. Во втором случае (T=35 °С) $t_{22}=2{,}5t_1$. Если бы ведро было очень большого объема, за это время в него набралось бы ещё 5·3=15 л, и в ведре было бы 18 л воды. В нашем случае вода переливается через край ведра. В этом случае использованное уравнение уже неверно, но поскольку температура поступающей воды всегда больше, чем температура воды в ведре (которая и переливается через край), температура в ведре будет повышаться, и рано или поздно достигнет требуемой температуры 35 °С (находить время, за которое это произойдет, по условию не требуется). Очевидно, в ведре в этот момент будет 10 л воды.

Ответ: 6 л, 10 л.

Критерии оценивания

Записано уравнение теплового баланса в форме (*) или эквивалентной ей	4
Определена масса воды в ведре в первом случае	2
во втором случае	4

9 класс

9-1. На рис. 8 изображены положения шарика (слева) и его центра (справа) в моменты времени, соответствующие снимкам. Обратим внимание, что центр шарика движется в квадрате со стороной $l'=l-d$, и далее, говоря о движении шарика в емкости, будем иметь в виду именно движение его центра в этом квадрате.

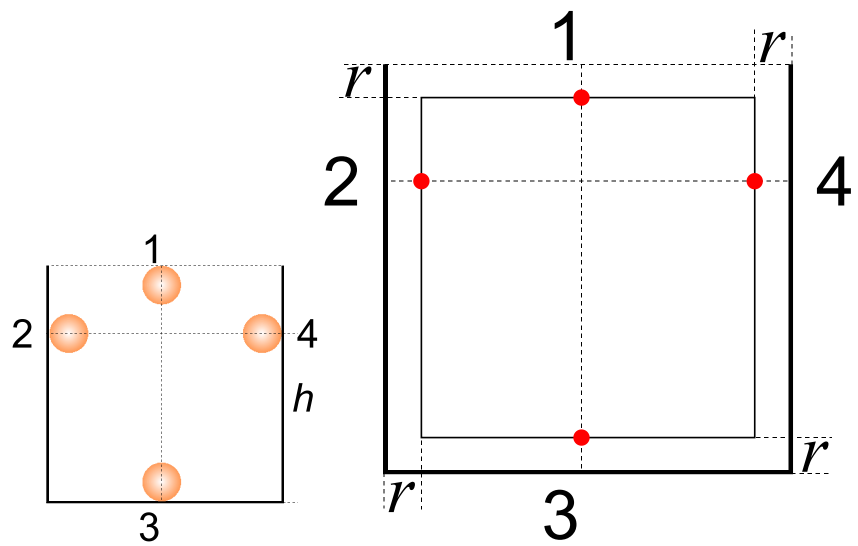

Рис. 8

В поле силы тяжести в отсутствие сопротивления воздуха шарик будет двигаться по параболе. Поскольку удары о стенки емкости абсолютно упругие, то при них перпендикулярная соответствующей стенке компонента меняет направление, а параллельная – сохраняется. Поскольку удары еще и мгновенные, то, отразив участок траектории шарика между 2 и 3 снимком относительно левой стенки, а между 3 и 4 снимком – относительно правой стенки, мы получим, что участки 1–2–3 и 3–4–1 являются частями параболы (рис. 9). При движении в поле силы тяжести горизонтальная компонента скорости сохраняется, поэтому на участках 1–2 и 2–3 шарик проходит равные пути по горизонтали. А т.к. на участке 1–2 шарик проходит половину стороны квадрата, то т. 3 расположена строго посередине дна емкости.

Тогда участки 1–2–3 и 3–4–1 симметричны относительно средней линии емкости. Из условия следует, что движение повторяется, т.е. оказавшись вновь в т. 1, шарик продолжит двигаться по траектории 1–2–3, т.е. 3–4–1–2–3 – одна траектория. Поскольку т.1. лежит на ее оси симметрии, она является вершиной параболы, и скорость в ней направлена горизонтально.

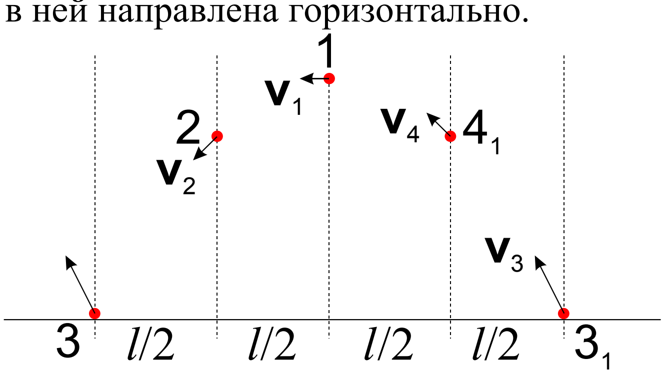

Рис. 9

Далее уже не очень сложно найти все необходимые величины. Поскольку движение из 1 в 3 представляет собой свободное падение с нулевой вертикальной скоростью, а при равноускоренном движении с нулевой начальной скоростью расстояния, проходимые за последовательные равные интервалы времени, относятся как последовательные нечетные числа, то расстояние по вертикали между точками 1 и 2 в 3 раза меньше, чем между точками 2 и 3, следовательно, т. 2 находится на высоте $3l'/4$ от нижней стороны квадрата, или на высоте $3l'/4+d/2=(3l-d)/4$ от дна емкости. На этой же высоте находится и т. 4.

Поскольку участок 1–3 шарик проходит за время 2τ (τ – интервал времени между снимками), то $\tau=\sqrt{\dfrac{l'}{2g}}=\sqrt{\dfrac{l-d}{2g}}$. Найдем теперь скорости шарика перед моментами съемки (говорить о скорости в моменты 2, 3, 4 некорректно, поскольку в момент удара скорость не определена). Горизонтальная компонента скорости шарика постоянна и может быть определена из соотношения $\upsilon_{гор}=\dfrac{l-d}{2\tau}=\sqrt{\dfrac{g(l-d)}{2}}$, это и есть скорость в положении 1.

Вертикальная компонента скорости шарика в т. 2 и 4 равна $g\tau$, а в т. 3 – $2g\tau$. Тогда модули скорости определяются по теореме Пифагора и будут равны в положениях 2 и 4 $\sqrt{g(l-d)}$, а в положении 3 $\sqrt{\dfrac{5g(l-d)}{2}}$.

Ответ: время между снимками $\sqrt{\dfrac{(l-d)}{2g}}$, высота на снимках 2 и 4 $\dfrac{3l-d}{4}$, скорости в положении 1 $\sqrt{\dfrac{g(l-d)}{2}}$, в положениях 2 и 4 $\sqrt{g(l-d)}$, в положении 3 $\sqrt{\dfrac{5g(l-d)}{2}}$.

Критерии оценивания

Показано, что движение центра шарика происходит в квадрате со стороной *l*–*d*	2
Показано, что движение можно рассматривать как движение по параболе	3
Определено время между снимками	1
Определены высоты в т. 2 и 4	1
Определены скорости в т.1	1
в т. 2 и 4	1
в т.3	1

Рекомендация проверяющему: если участник при расчетах не учитывает размеры шарика (т.е. полагает его материальной точкой, движущейся в квадрате со стороной *l*), и при этом корректно (в данном предположении) определяет требуемые величины, он должен получить полные баллы по соответствующим критериям (кроме, конечно, первого).

9-2. Пусть m – масса одного мудреца, S – площадь основания таза, H – высота его бортов над водой при наличии в нем трех мудрецов. Из условия следует соотношение $m=\rho SH$, т.е добавление в таз массы m приводит к его погружению на H. Для того, чтобы таз с двумя мудрецами утонул, в него должна попасть вода массой $2m$. При площади поверхности таза 2 м^2 массу 140 кг будет иметь слой воды толщиной 70 мм, который при указанной интенсивности осадков образуется за 7 минут

Ответ: 7 минут.

Критерии оценивания

Показано (любым способом), что при добавлении в таз 140 кг воды он утонет	4
Получена связь между массой попавшей в таз воды и интенсивностью дождя	4
Получен ответ	2

9-3. Испарение части воды массой Δm будет происходить за счет теплоты, получаемой при остывании всей основной массы m воды до температуры $t_к$=100°С. Пренебрегая изменением массы остывающей воды (это можно сделать, если $\Delta m << m$), запишем уравнение теплового баланса: $\Delta m \cdot r = m \cdot c(t_1 - t_K)$.

Отсюда $\dfrac{\Delta m}{m}=\dfrac{c(t_1-t_K)}{r}=\dfrac{4{,}2\cdot 10^3(120-100)}{2{,}3\cdot 10^6}=3{,}65\cdot 10^{-2}<<1$.

Это означает, что предположение о малой массе испарившейся воды верно.

Ответ: 3,7%

Рекомендация проверяющему: решения, в которых учитывается изменение массы остывающей воды, следует также считать верными.

Критерии оценивания

Описаны качественно происходящие процессы	3
Составлено уравнение теплового баланса	4
Получен ответ	3

9-4. Энергия, получаемая печью от сети, идет на нагрев ее и нагрев воздуха в комнате. За время t, за которое печь нагрелась до 100°C (из графика t=7400 с), можно записать уравнение теплового баланса: $Pt=C\Delta T_п+c_в m_в\Delta T_в$ (*). Массу воздуха в комнате несложно определить: $m_в$=6м·6м·3м·1 кг/м^3=108 кг.

Для того, чтобы определить мощность нагревателя, заметим, что в самый первый момент нагрева температуры печи и воздуха были равны, поэтому вся энергия нагревателя шла на нагрев печи. Если провести на представленном графике касательную к нему в начальной точке, то ее ход будет показывать, как росла бы температура печи, если бы вся мощность нагревателя тратилась только на ее нагрев. Проделав соответствующее построение (см. рис. 10), можно заметить, что в этом случае печь нагрелась бы до 100°C примерно за 3800 с, что соответствует мощности нагревателя P= 13 кДж/°C·80°C/3800 с≈273 Вт (при численном моделировании использовалось значение 260 Вт).

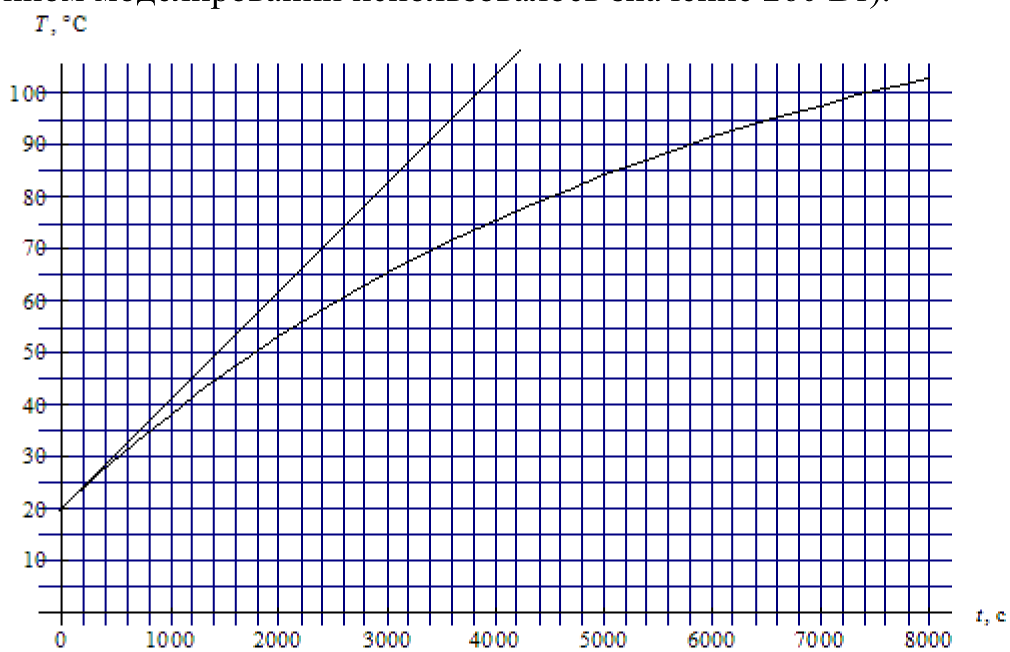

Рис. 10.

Тогда из соотношения (*) находим $\Delta T_в$≈9°C (при численном решении описывающей процесс системы дифференциальных уравнений получается значение 8,3°C).

Ответ: на 9°C.

Критерии оценивания

Определена масса воздуха в комнате		2
Записано уравнение (*)		2
Определена мощность нагревателя: отличающаяся от 260 Вт в пределах	±10%	4
	±25%	2
	более, чем на 25%	0
Получен ответ		2

9-5. На рис.11 показаны правильные направления токов

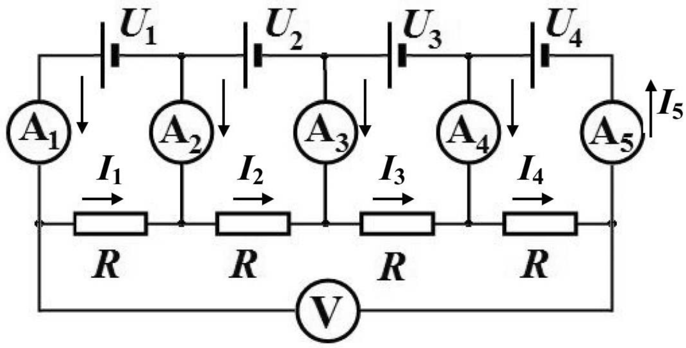

Рис. 11

Так как вольтметр идеальный, то его сопротивление бесконечно велико, и ток через него не течет. Поэтому, ток через первый слева резистор равен I_1 = 1 А. Пользуясь тем, что токи, входящие в узел, складываются, найдем токи через остальные резисторы: $I_2 = 2I_1 = 2$ А, $I_3 = I_2 + I_1 = 3I_1 = 3$ А, $I_4 = I_3 + I_1 = 4I_1 = 4$ А. Этот суммарный ток протекает через пятый амперметр на минус источника тока U_4. Поэтому $I_5 = I_4 = 4$ А. Вольтметр показывает напряжение, равное сумме напряжений на резисторах:

$U = I_1R + I_2R + I_3R + I_4R = (I_1 + I_2 + I_3 + I_4)\cdot R = (1 + 2 + 3 +4)\cdot 1 = 10$ В.

Ответ: $I_5 = 4$ А, $U = 10$ В

Критерии оценивания

Изображены направления токов	2
Найден ток I_1	1
Описан способ нахождения остальных токов, и найден ток I_5	4
Описан способ нахождения показаний вольтметра, и найдены сами показания	3

10 класс

10-1. Силы, действующие на пластину-тормоз, изображены на рис.12

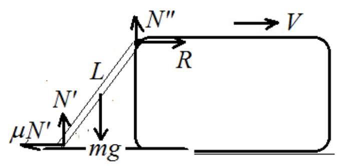

Рис. 12

Заметим, что, вообще говоря, движение пластины (и каретки) ускоренное. Однако пластина не вращается, поэтому для решения задачи достаточно записать условие равенства нулю суммарного момента внешних сил, действующих на пластину, например, относительно точки крепления пластины к каретке $mg\frac{L}{2}\cos\alpha = \pm\mu N' L\sin\alpha + N' L\cos\alpha$ (*). Здесь знак "+" соответствует движению каретки вправо, а "–" – влево. Из этого уравнения находим $F_{тр}=\mu N = F = \dfrac{\mu m g}{2(1\pm \mu tg\alpha)}$ (**). Подставляя числовые данные, получаем при движении вправо 1,4 Н, при движении влево 58 Н.

Ответ: при движении вправо 1, 4 Н, влево – 58 Н.

Комментарий: видно, что при немного большем угле α знаменатель (**) обратится в ноль, т.е. сила трения станет бесконечно большой. Этот эффект известен как заклинивание, при этом движение в соответствующем направлении становится невозможным.

Критерии оценивания

Изображены действующие на пластину силы	2
Записано уравнение моментов (относительно любой точки) для движения вправо и влево	по 3 балла
Получен ответ для двух случаев	по 1 баллу

10-2. Поскольку вначале бусинки не соприкасаются, а при столкновении пара бусинок приобретает разные скорости, одновременно все три столкнуться не могут. Следовательно, после каждого столкновения имеется распределение скоростей, которое не изменится до следующего столкновения другой пары бусинок, если таковое возможно.

Пронумеруем бусинки: «левая» – 1, «средняя» – 2, «правая» – 3. Применив формулы из условия к проекциям скоростей на спицы (положительным будем считать направление "слева направо"), и обозначая v_0 скорость, сообщенную первой бусинке, найдем, что после первого удара (первой бусинки о вторую) первая бусинка будет иметь скорость $\frac{1-k}{2}v_0$, а вторая $\frac{1+k}{2}v_0$. После удара второй бусинки о третью вторая будет иметь скорость $\frac{1-k^2}{4}v_0$, а третья – $\frac{(1+k)^2}{4}v_0$. Это больше, чем скорость второй бусинки. Однако при $0<k<1$ $\frac{1-k}{2}$ больше, чем $\frac{1-k^2}{4}=\frac{1-k}{2}\frac{1+k}{2}$, поэтому после двух ударов скорость первой бусинки всегда будет больше скорости второй, и обязательно произойдет их удар – третий по счету.

После этого удара скорость первой бусинки будет равна $\frac{(1-k)(3+k^2)}{8}v_0$, а второй – $\frac{(3-k)(1-k^2)}{8}v_0$. Для того, чтобы больше ударов не было, скорость второй бусинки должна оказаться больше скорости первой, но меньше скорости третьей, т.е. должны выполняться соотношения $(1-k)(3+k^2)<(3-k)(1-k^2)$ и $(3-k)(1-k^2)<2(1+k)^2$. Первое условие выполняется автоматически (т.к. два тела могут столкнуться только один раз), а второе сводится к неравенству $k^2-6k+1<0$. Решая его и учитывая заданное в условии ограничение $0<k<1$, получаем, что четвертого удара не будет при $3-2\sqrt{2}<k<1$.

Заметим, что при абсолютно упругом (k=1) и абсолютно неупругом (k=0) ударах произойдет только два удара, поскольку в первом случае скорости первой и второй бусинок после второго удара будут равны нулю, а во втором скорости бусинок после удара будут совпадать.

Ответ: три удара, при $3–2\sqrt{2}<k<1$.

Критерии оценивания

Определены скорости после первого и второго удара	3
Показано, что третий удар обязательно будет	2
Определены скорости после третьего удара	1
Сформулировано условие, при котором не будет четвертого удара	2
Получен соответствующий диапазон k	2

10-3. Поскольку $\Delta Q = P(Q)\cdot\Delta t$, $\Delta t = \dfrac{1}{P(Q)}\Delta Q$ (*) Обратим внимание на то, что по условию отдаваемая мощность обратно пропорциональна отданному количеству теплоты, т.е. график зависимости $\dfrac{1}{P(Q)}$ от ΔQ является прямой линией (рис. 13). В соответствии с (*) площадь под этим графиком будет равна времени, затраченному на сообщение соответствующего количества теплоты. Очевидно, что для нагрева от 20°C до 90°C нужно сообщить в два раза больше теплоты, чем для нагрева до 55°C. Из графика видно, что площадь под ним в этом случае в четыре раза больше, т.е. потребуется 12 минут.

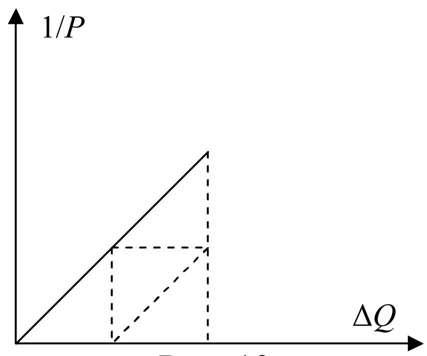

Рис. 13.

Ответ: 12 минут

Критерии оценивания

Построен график $1/P$ от ΔQ	3
Дана верна интерпретация площади под ним	5
Получен ответ	2

10-4. При последовательном соединении аккумуляторов отдаваемая ими мощность будем рассчитываться по формуле $P_1 = I^2R = \dfrac{(2E)^2R}{(2r+R)^2}$ (*), где E – ЭДС одного аккумулятора.

При параллельном включении (см. рис. 14) из соображений симметрии понятно, что $I_1=I_2$ (т.к. аккумуляторы одинаковые). Тогда из закона Кирхгофа для правого контура $I\left(\dfrac{r}{2}+R\right)=E$, откуда $P_2 = \dfrac{E^2R}{\left(\dfrac{r}{2}+R\right)^2}$. Находя из

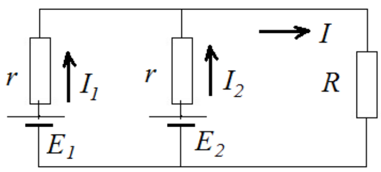

Рис. 14

(*) значение ЭДС и подставляя его в (**), имеем $P_2 = P_1\dfrac{(2r+R)^2}{2\left(\dfrac{r}{2}+R\right)^2}$=81 Вт.

Ответ: 81 Вт

Критерии оценивания

Записано выражение для мощности при последовательном включении	3
Записано выражение для мощности при параллельном включении	4
Ответ	3

10-5. Получим сначала ответ на первый вопрос задачи. Довольно очевидно, что камеру необходимо устанавливать на стене AB (см. рис.15). Действительно, при установке камеры в любой точке на стене AD луч, проведенный из нее в т. H, отсечет на стене BC больший отрезок, чем при установке в т.A. Также понятно, что при приближении камеры по стене AB к т. K "мертвая зона" уменьшается.

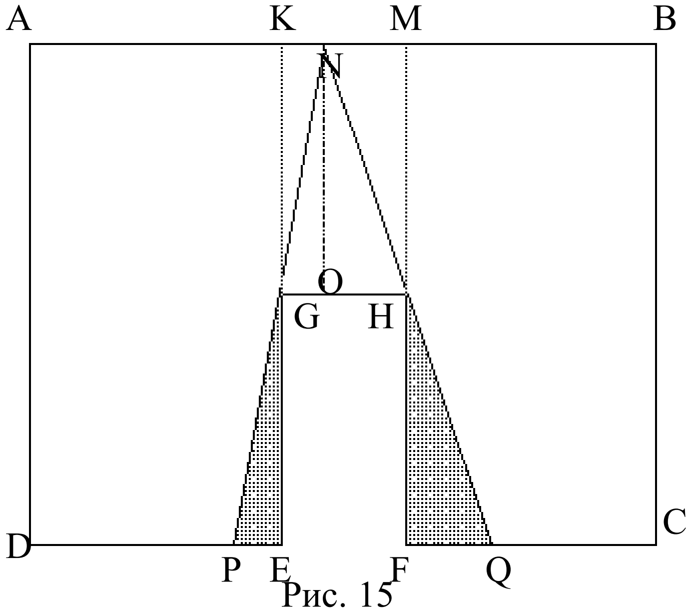

Рис. 15

При установке же камеры в любой точке отрезка KM "мертвая зона" (заштрихована на рис.) имеет равную площадь. Действительно, треугольник NGO равен треугольнику GPE, а треугольник NOH – треугольнику HFQ, поэтому суммарная площадь "мертвой зоны" есть $0{,}5 \cdot NO \cdot GH = 4$ м^2.

Рассмотрим теперь вторую часть задачи. Поскольку зеркало только одно, то нам придется установить камеру так, чтобы одна половина комнаты наблюдалась непосредственно камерой, т.е. на отрезке AK; при этом зеркало должно висеть на стене BC.

Пусть камера находится в т. S на расстоянии x от т. K, а ее S' – изображение в зеркале. Из рис.16 видно, что в этом случае зеркало должно занимать отрезок TR. Подсчитаем суммарную длину BT+RC отрезков стены, не покрываемых зеркалом.

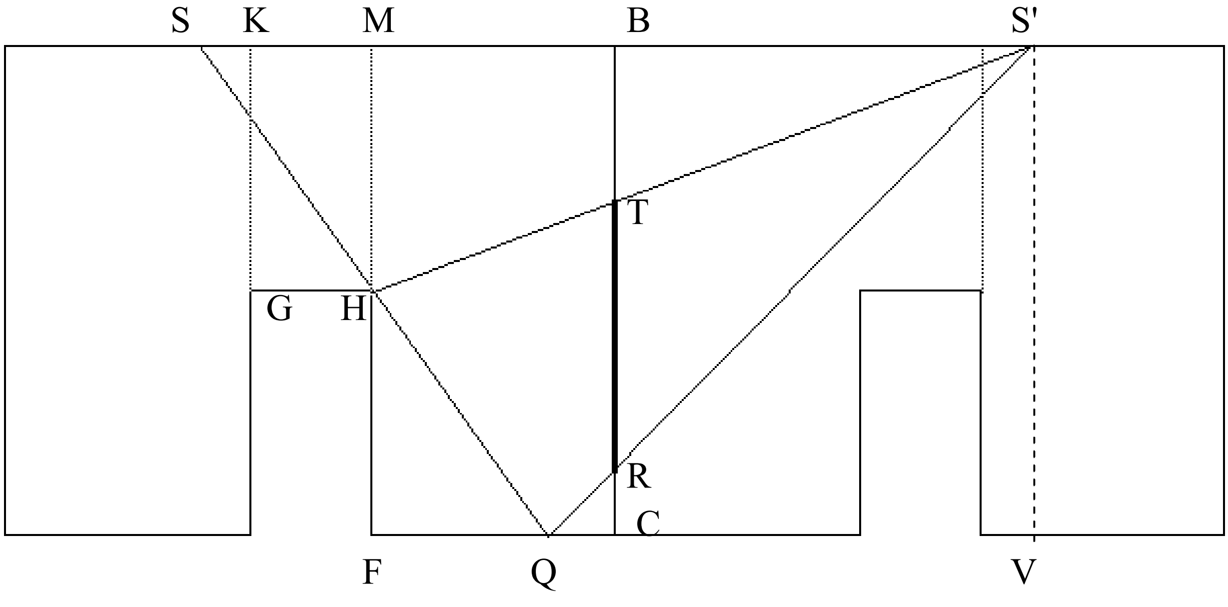

Рис. 16

Из подобия треугольников HNS' и TBS' $BT = 4\dfrac{6+x}{10+x}$, и из равенства треугольников SMH и QFH FQ=MS=2+x, тогда из подобия треугольников QRC и QS'V получим RC=QC=2–x. Тогда $BT + RC = 4\dfrac{6+x}{10+x} + 2 - x = \dfrac{44-4x-x^2}{10+x}$.

Необходимо подобрать такое x, чтобы полученное выражение было максимально. Очевидно, что его числитель с увеличением x убывает, а знаменатель возрастает, поэтому вся дробь убывает, и ее максимальное значение достигается при x=0. Оно равно 4,4 м, значит, минимальный размер зеркала 8–4,4=3,6 м.
Ответ: 4 м^2, 3,6 м.

Критерии оценивания

Показано, что камера должна быть на отрезке KM	2
Посчитана минимальная площадь мертвой зоны	2
Построен ход лучей в системе с зеркалом	2
Проведен подсчет размеров зеркала	2
Показано, что именно при помещении камеры в т. S размер зеркала будет минимальным	2

11 класс

11-1. Введём обозначения:

Минимальная и максимальная скорости – $\upsilon_{\min} = \upsilon_0$ и $\upsilon_{\max} = 2\upsilon_0$, соответственно;

Модуль силы сопротивления воздуха $F_{\text{c}} = \left|\vec{F}_{\text{c}}\right| = \gamma\upsilon\left(1+\upsilon/\upsilon_0\right)$, где γ – (неизвестный) постоянный коэффициент;

$\mathrm{f} = \upsilon\left(1+\upsilon/\upsilon_0\right),\quad \mathrm{f}_{\min} = \upsilon_{\min}\left(1+\upsilon_{\min}/\upsilon_0\right),\quad \mathrm{f}_{\max} = \upsilon_{\max}\left(1+\upsilon_{\max}/\upsilon_0\right)$.

Условие постоянства скорости:

$$\vec{F}_{\text{т}} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{c}} = \vec{0}. \qquad (1)$$

Очевидно, что максимальная скорость достигается, когда $\vec{F}_{\text{т}}$ и $\vec{g}$ параллельны, а минимальная – когда антипараллельны, то есть как раз при α = 180° и α = 0°, соответственно. Тогда векторное равенство (1) можно записать в следующем виде:

$$\left.\begin{aligned}\gamma\mathrm{f}_{\max} &= F_{\text{т}} + mg\\ \gamma\mathrm{f}_{\min} &= F_{\text{т}} - mg\end{aligned}\right\}. \ (2)$$

Решая систему, получаем

$$\left.\begin{aligned}F_{\text{т}} &= \frac{\gamma}{2}\left(\mathrm{f}_{\max} + \mathrm{f}_{\min}\right)\\ mg &= \frac{\gamma}{2}\left(\mathrm{f}_{\max} - \mathrm{f}_{\min}\right)\end{aligned}\right\}.$$

В общем случае для вертикальной и горизонтальной составляющих выражения (1) имеем:

$$\left.\begin{aligned}\gamma\mathrm{f}\cdot\cos(\varphi) &= F_{\text{т}}\cos(\alpha) - mg\\ \gamma\mathrm{f}\cdot\sin(\varphi) &= F_{\text{т}}\sin(\alpha)\end{aligned}\right\},$$

где φ – угол наклона вектора силы сопротивления к вертикали (см. рис. 17). Из этой системы уравнений можно найти величину и направление вектора установившейся скорости движения НЛО при произвольном значении α.

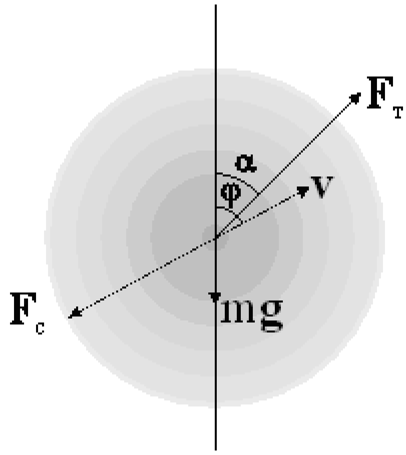

Рис. 17

При горизонтальном полёте ($\varphi = 90°$)

$$\left.\begin{aligned} 0 &= F_{\text{т}}\cos\left(\alpha_{\text{гор}}\right) - mg \\ \gamma \mathrm{f}_{\text{гор}} &= F_{\text{т}}\sin\left(\alpha_{\text{гор}}\right) \end{aligned}\right\}, (3)$$

откуда

$$\left.\begin{aligned} \cos\left(\alpha_{\text{гор}}\right) &= \frac{mg}{F_{\text{т}}} \\ \gamma \mathrm{f}_{\text{гор}} &= F_{\text{т}}\sin\left(\alpha_{\text{гор}}\right) \end{aligned}\right\} \to \left.\begin{aligned} \cos\left(\alpha_{\text{гор}}\right) &= \frac{\mathrm{f}_{\max} - \mathrm{f}_{\min}}{\mathrm{f}_{\max} + \mathrm{f}_{\min}} \\ \gamma \mathrm{f}_{\text{гор}} &= \gamma\,\frac{\mathrm{f}_{\max} + \mathrm{f}_{\min}}{2}\sqrt{1 - \cos^2\left(\alpha_{\text{гор}}\right)} \end{aligned}\right\},$$

$$\left.\begin{aligned} \cos\left(\alpha_{\text{гор}}\right) &= \frac{\upsilon_{\max}\left(1 + \upsilon_{\max}/\upsilon_0\right) - \upsilon_{\min}\left(1 + \upsilon_{\min}/\upsilon_0\right)}{\upsilon_{\max}\left(1 + \upsilon_{\max}/\upsilon_0\right) + \upsilon_{\min}\left(1 + \upsilon_{\min}/\upsilon_0\right)} \\ \mathrm{f}_{\text{гор}} &= \frac{\mathrm{f}_{\max} + \mathrm{f}_{\min}}{2}\sqrt{1 - \left(\frac{\mathrm{f}_{\max} - \mathrm{f}_{\min}}{\mathrm{f}_{\max} + \mathrm{f}_{\min}}\right)^2} \end{aligned}\right\} \to \left.\begin{aligned} \cos\left(\alpha_{\text{гор}}\right) &= \frac{\upsilon_{\max}/\upsilon_{\min}\left(1 + \upsilon_{\max}/\upsilon_0\right) - \left(1 + \upsilon_{\min}/\upsilon_0\right)}{\upsilon_{\max}/\upsilon_{\min}\left(1 + \upsilon_{\max}/\upsilon_0\right) + \left(1 + \upsilon_{\min}/\upsilon_0\right)} \\ \mathrm{f}_{\text{гор}} &= \sqrt{\frac{\left(\mathrm{f}_{\max} + \mathrm{f}_{\min}\right)^2 - \left(\mathrm{f}_{\max} - \mathrm{f}_{\min}\right)^2}{4}} \end{aligned}\right\}$$

Окончательно

$$\left.\begin{aligned} \cos\left(\alpha_{\text{гор}}\right) &= \frac{\upsilon_{\max}/\upsilon_{\min}\left(1 + \upsilon_{\max}/\upsilon_0\right) - \left(1 + \upsilon_{\min}/\upsilon_0\right)}{\upsilon_{\max}/\upsilon_{\min}\left(1 + \upsilon_{\max}/\upsilon_0\right) + \left(1 + \upsilon_{\min}/\upsilon_0\right)} \\ \mathrm{f}_{\text{гор}} &= \sqrt{\mathrm{f}_{\max} \cdot \mathrm{f}_{\min}} \end{aligned}\right\}.$$

Таким образом, при произвольных значениях минимальной и максимальной скоростей искомые угол наклона и скорость можно определить независимо. Подставляя значения $\upsilon_{\min}$ и $\upsilon_{\max}$ в первое равенство, находим

$$\cos\left(\alpha_{\text{гор}}\right) = \frac{1}{2} \to \alpha_{\text{гор}} = 60°.$$

Расписав второе равенство, получаем

$$\upsilon_{\text{гор}}\left(1 + \upsilon_{\text{гор}}/\upsilon_0\right) = \sqrt{\upsilon_{\max}\cdot\upsilon_{\min}\cdot\left(1 + \upsilon_{\max}/\upsilon_0\right)\cdot\left(1 + \upsilon_{\min}/\upsilon_0\right)},$$

откуда для скорости горизонтального полёта получаем квадратное уравнение

$$\upsilon^2{}_{\text{гор}}/\upsilon_0 + \upsilon_{\text{гор}} - \sqrt{\upsilon_{\max}\cdot\upsilon_{\min}\cdot\left(1 + \upsilon_{\max}/\upsilon_0\right)\cdot\left(1 + \upsilon_{\min}/\upsilon_0\right)} = 0,$$

решение которого записывается как

$$\upsilon_{\text{гор}1,2} = \frac{-\upsilon_0 \pm \sqrt{\upsilon_0{}^2 + 4\upsilon_0\cdot\sqrt{\upsilon_{\max}\cdot\upsilon_{\min}\cdot\left(1 + \upsilon_{\max}/\upsilon_0\right)\cdot\left(1 + \upsilon_{\min}/\upsilon_0\right)}}}{2}.$$

Физический смысл имеет только решение со знаком «+» перед корнем:

$$\upsilon_{\text{гор}} = \frac{\sqrt{1+4\sqrt{\upsilon_{\max}/\upsilon_0\cdot\upsilon_{\min}/\upsilon_0\cdot\left(1+\upsilon_{\max}/\upsilon_0\right)\cdot\left(1+\upsilon_{\min}/\upsilon_0\right)}}-1}{2}\upsilon_0.$$

Подставляя значения $\upsilon_{\min}$ и $\upsilon_{\max}$, получаем

$$\upsilon_{\text{гор}} = \frac{\sqrt{1+8\sqrt{3}}-1}{2}\upsilon_0 \approx 1,43\upsilon_0$$

Ответ: при α=60°, со скоростью $1,43\upsilon_0$.

Критерии оценивания

Записана система (2)	2
Сила тяги и сила тяжести выражены через известные величины	1
Записана система (3)	2
Определен $\alpha_{\text{гор}}$	2
Определено значение скорости горизонтального полета	3

11-2. Т.к. плита гладкая, то сила трения скольжения равна нулю, следовательно, параллельная плите компонента скорости сохраняется при ударе. Плита жёсткая – деформация плиты пренебрежимо мала, поэтому в результате столкновения плита нагреваться не будет. Массивность плиты означает, что пренебрежимо мала передаваемая ей в результате соударения доля кинетической энергии от дробинки. Таким образом, дробинка может нагреваться лишь в результате потери части от половины своей кинетической энергии, соответствующей перпендикулярной составляющей скорости до соударения. Обобщённый закон сохранения энергии необходимо записать в виде:

$$\frac{mv_\perp^2}{2} = \frac{mv_\perp'^2}{2} + cm\Delta T \quad (*)$$

До соударения $v_\perp = v_\parallel = \frac{\sqrt{2}}{2}v$

Отсюда получаем для перпендикулярной составляющей скорости после соударения $v_\perp$=10,4 м/с.

Для тангенса угла отражения имеем $tg\beta = v_\parallel / v_\perp$=1,70.

Ответ: β=59,5° (допускается ответ 60°).

Критерии оценивания

Обосновано, что параллельная плите компонента скорости сохраняется	2
Обосновано, что плита при ударе нагреваться не будет	3
Записано соотношение (*)	3
Найдена перпендикулярная составляющая скорости после отражения	1
Ответ	1

11-3. По первому началу термодинамики сообщенное газу количество теплоты расходуется на изменение его внутренней энергии и совершение работы. Поскольку внутренняя энергия идеального газа зависит только от его температуры, то ее изменение одинаково в обоих процессах. Работу газа в процессе можно определить как площадь под графиком процесса.

Работа газа $A_{1,2}=(V_{1,2}-V_0)(p_{1,2}+p_0)/2$. Поскольку конечные точки процессов лежат на изотерме с температурой, в два раза большей начальной, то $p_{1,2}=2p_0V_0/V_{1,2}$. Тогда $A_{1,2}=p_0(V_{1,2}-2V_0^2/V_{1,2})/2$, и разность работ в двух процессах пропорциональна величине $\Delta=V_1-V_2+2V_0^2(1/V_2-1/V_1)$. Поскольку $V_1>V_2$, то оба слагаемых в этой сумме положительны, и работа в первом процессе больше.

Можно доказать это и другим способом. На графике p–V ограничим данный процесс двумя адиабатами – графиками процесса, происходящего над фиксированным количеством вещества без передачи количества теплоты, с нулевой теплоёмкостью (см. рис. 18). Для данного количества газа, любые процессы перехода от адиабаты в левую часть пространства p–V осуществляются с меньшей теплоемкостью относительно данной адиабаты, а вправо – с большей. Иными словами, адиабаты, ограничивающие точки двух состояний определяют канал поступления теплоты для любых процессов между ними. Теперь видно, что осуществление процесса 1 требует большего количества теплоты ($Q+\Delta Q$), чем процесс 2, требующий количества теплоты Q, поскольку пересекает граничную адиабату процесса слева направо – в область с большей относительно точки пересечения теплоемкостью – значит, с дополнительным количеством теплоты ΔQ.

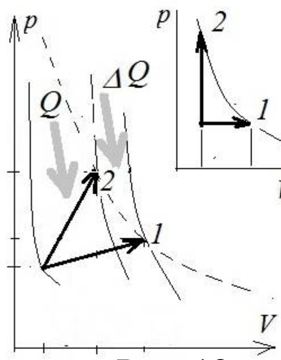

Рис. 18

Несложно сообразить, что в указанном частном случае первый процесс изобарный, поскольку в нем температура и объем увеличиваются в одно и то же число раз. Тогда работа в нем $A=\Delta Q=p_o\cdot(V_2-V_1)=\frac{3}{2}\nu RT_0\approx 10$ кДж. Поскольку в изохорном процессе работа равна нулю, это и есть искомая разность количеств теплоты

Ответ: в первом, на 10 кДж.

Критерии оценивания

Приведено решение для общего случая	7
в т.ч. при 1 способе	
идея о том, что разность теплот определяется разностью работ	2
формула для работы как площади под графиком	2
сравнение двух работ	3
при 2 способе	
идея о построении адиабаты	3
идея о том, что при переходе через адиабату теплоемкость меняет знак	2
рисунок с пояснением	2
Показано, что в частном случае первый процесс изобарный	1
Ответ для частного случая	2

11-4. На свободные электроны, которые движутся вместе с пластиной, действует сила Лоренца и заставляет смещаться их к ее нижней грани. При этом у верхней грани возникает нескомпенсированный положительный заряд, и внутри образуется электрическое поле с напряженностью E_1 ,направленной сверху вниз (см. рис.19). В итоге достигается динамическое равновесие, при котором сила Лоренца и сила электрического поля внутри пластины равны друг другу по величине: $e \cdot E_1 = e \cdot v \cdot B$. Поэтому $E_1 = v \cdot B$.

Обкладки конденсатора по условию заземлены, следовательно, их потенциал одинаков и равен 0. Условие нулевой разности потенциалов между обкладками может быть выполнено только в том случае, если существует электрическое поле E_2 за пределами пластины: $E_1 \cdot \frac{d}{3} - E_2 \cdot 2\frac{d}{3} = 0$, где d — расстояние между обкладками. Отсюда $E_2 = \frac{E_1}{2} = \frac{v \cdot B}{2}$.

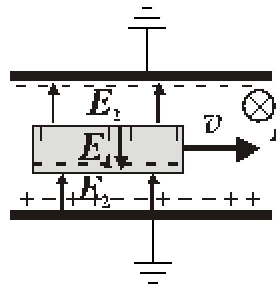

Рис. 19

Заряды, наведённые на обкладках конденсатора, должны быть одинаковы по модулю и противоположны по знаку. (В противном случае за пределами системы будет существовать электрическое поле, обладающее ненулевой энергией, в то время как всякая система должна стремиться к минимуму потенциальной энергии.)

В таком случае поле, создаваемое обкладками, можно рассчитать как поле заряженного конденсатора: напряженность поля E_2 в конденсаторе связана с поверхностной плотностью заряда, индуцированных на его обкладках, известным соотношением: $E_2 = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$, где ε_0 — электрическая постоянная. В итоге получим, что $\sigma = \frac{\varepsilon_0 \cdot v \cdot B}{2}$.

Ответ: Поверхностная плотность зарядов, индуцированных на обкладках конденсатора, равна: $\sigma = \frac{\varepsilon_0 \cdot v \cdot B}{2}$

Критерии оценивания

Условие равновесия электронов в пластине	2
Идея о наличии поля вне пластины	2
Корректная запись равенства потенциалов обкладок	1
Идея о равенстве абсолютных величин наведённых зарядов	1
Обоснование этой идеи	2
Расчет поля E_2	1
Ответ	1

11-5. Поскольку солнце можно считать точечным источником, а расстояние до него значительно превышает глубину пруда, то в первом случае размеры тени совпадают с размерами плота.

Во втором случае свет исходит от каждой точки неба, поэтому будут лучи, идущие "снаружи" от плота и освещающие область под ним. В частности, можно рассмотреть луч, идущий почти от горизонта (см. рис. 20). В соответствии с законом преломления можно записать

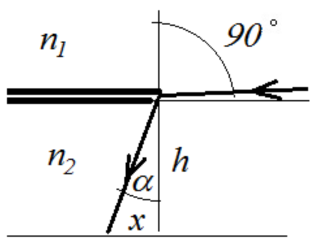

Рис. 20

$$Sin\alpha = \frac{n_1}{n_2} Sin 90, \ x = h tg\alpha = h\frac{Sin\alpha}{\sqrt{1 - Sin^2\alpha}} = 2{,}27 \text{ м.}$$

Поэтому размеры тени будут 1,46 м × 3,46 м.

Критерии оценивания

Показано, что в первом случае размеры тени совпадают с размерами плота	2
Указано, что во втором случае все небо является источником света	2
Построен ход луча, попадающего в край тени	2
Записан закон преломления	1
Найден *x*	1
Получен ответ	1

Рекомендации по организации и проведению олимпиады

1. Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике необходимо проводить 6 декабря 2015 года, время начала олимпиады 10^{00}. Продолжительность олимпиады: 7 класс – 120 минут, 8 класс – 180 минут, 9–11 класс – 240 минут. **Категорически запрещается проводить олимпиаду в другой день.**
2. Условия задач необходимо предварительно размножить в количестве, достаточном для раздачи каждому участнику. По окончании олимпиады участник может забрать свой экземпляр условий с собой.
3. Отсчет времени олимпиады начинается с того момента, когда все участники олимпиады, присутствующие в данной аудитории, получили условия задач. Время начала и окончания олимпиады в данной аудитории должны быть написаны на доске. Участники, опоздавшие к началу олимпиады, допускаются к участию в ней, однако обязаны сдать работу не позднее времени окончания олимпиады в данной аудитории.
4. До начала олимпиады участникам должно быть предоставлено достаточное количество времени для подписывания работ. Образец подписи работы необходимо написать на доске. Категорически не допускается предоставление дополнительного времени для подписывания работы по окончании олимпиады.
5. Во время олимпиады участник имеет право иметь при себе чистую тетрадь (или тетради), письменные и канцелярские принадлежности, непрограммируемый калькулятор, в т.ч. научный, а также воду для питья и продукты питания. При выполнении работы участник не имеет права пользоваться красной ручкой и красным карандашом.
6. Участнику запрещается пользоваться любыми электронными устройствами, предоставляющими возможность телефонной связи либо выхода в сеть Интернет, а также имеющими постоянную память. Участнику также запрещается пользоваться любыми справочными материалами (учебниками, справочниками, таблицами физических величин, сделанными до начала олимпиады собственными записями и т.п.).
7. Участники выполняют задания олимпиады индивидуально (крайне желательно, чтобы каждый участник сидел за отдельным столом). Во время проведения олимпиады участник не имеет права общаться с другими участниками.

8. Участник имеет право временно выйти из аудитории, при этом он не может брать с собой какие-либо записи и средства связи. В каждый момент времени в каждой аудитории может временно отсутствовать только один участник.
9. Участник, более одного раза нарушивший требования п. 6–8, дисквалифицируется. Он обязан немедленно сдать работу и покинуть аудиторию. Работа такого участника не проверяется.
10. Участник имеет право сдать работу в любое время до окончания олимпиады, после чего он обязан немедленно покинуть аудиторию. Участник обязан сдать работу, даже если он ничего в ней не написал.
11. Во время проведения олимпиады участник имеет право задавать вопросы по условиям задач. Если вопрос участника касается понимания им описанной в условии задачи ситуации, жюри обязано как можно более быстро дать участнику возможно более полный ответ. На вопросы, касающиеся способов решения задачи, а также на вопросы, ответ на которые явно подсказывает способ решения, жюри дает ответ "без комментариев". Такой же ответ необходимо давать на просьбу подсказать табличные данные, поскольку все необходимые для решения данные приведены в условии задач. Исключение могут составлять лишь общеизвестные константы (плотность воды, универсальная газовая постоянная, ускорение свободного падения на Земле, нормальное атмосферное давление, элементарный электрический заряд), знание которых обязательно для хорошо знающего физику ученика.
12. Участники не имеют права задавать вопросы по условиям в первые и последние 15 минут олимпиады.
13. Дежурный в аудитории не имеет права самостоятельно отвечать на вопросы по условию, а обязан передать их (если вопрос задается в письменной форме) в жюри либо пригласить члена жюри для ответа на вопрос.
14. Существенные вопросы (например, вскрывшие опечатки в условии либо случаи его неоднозначного толкования) и ответы на них должны быть озвучены во всех аудиториях данного класса немедленно после их возникновения.
15. Необходимо, чтобы хотя бы один член жюри заблаговременно ознакомился с решениями задач: не зная решения, даже очень квалифицированный специалист может ответить на вопрос неверно. Если при знакомстве с решениями остаются неясные моменты, необходимо выяснить их у методической комиссии (E-mail sarphys@yandex.ru, тел. 8-9033815893, Савин Алексей Владимирович), крайне желательно сделать это до начала олимпиады.
16. За 1 час, 30 минут и 10 минут до окончания времени олимпиады необходимо объявить об этом всем участникам. По истечении времени олимпиады уча-

стники должны сдать работы. Участник, отказывающийся по окончании времени олимпиады сдать работу, дисквалифицируется, его работа не проверяется.

17. Сразу после окончания олимпиады необходимо провести разбор заданий. Информацию о времени и месте проведения разбора, а также времени и способе объявления результатов, времени и месте проведения апелляции необходимо довести до сведения участников во время олимпиады.

Рекомендации по проверке работ

Необходимо помнить, что олимпиада – это соревнование по решению нестандартных задач, а не по аккуратному выписыванию известных формул и определений. Основная задача, стоящая перед участником – получить конструктивным способом правильный ответ на заданный в условии вопрос. Поэтому при проверке большее внимание нужно обращать на результат решения задачи, а не на применяемый метод и степень гладкости и аккуратности его изложения.

Рекомендуется организовать проверку так, чтобы одну и ту же задачу во всех работах проверял один и тот же человек, в этом случае уверенность в том, что одинаковые решения будут оценены одинаковым числом баллов (а это основное требование к проверке), существенно выше. Идеальный вариант достигается, если каждый член жюри проверяет только одну задачу. Такая система не исключает, однако, обсуждения отдельных решений (как правило, нестандартных) всеми членами жюри.

Считаем необходимым напомнить, что "Порядок проведения Всероссийской олимпиады школьников по физике" не содержит требований к проценту выполнения работы, необходимому для получения статуса призера. Поэтому настоятельно рекомендуется присваивать в каждой параллели хотя бы одному участнику олимпиады статус призера.

При проверке необходимо придерживаться следующих правил:

1. **Абсолютно недопустимо** снимать баллы за отсутствие в работе необязательных для получения ответа элементов, таких как запись краткого условия, проверка размерностей, перевод единиц измерения в одну систему и т.п.

2. **Абсолютно недопустимо** снимать баллы за "некрасивый" или нерациональный метод решения, в частности, за проведение вычислений не в общем виде. Любое полное правильное решение должно быть оценено полным баллом.

3. Не следует снимать баллы за отсутствие пояснений общеизвестных вещей (например, если участник пишет условие равенства суммы всех сил нулю, но не указывает, что это второй закон Ньютона для покоящегося тела; или при записи условия плавания тела сразу пишет $\rho g V$, не уточняя, что это сила Архимеда), интуитивно понятных обозначений (если, например, в задаче всего два тела, движущихся равномерно, то не требуют специального пояснения обозначения v_1 и v_2), пропуск тривиальных этапов в решении (если второй закон Ньютона пишется сразу в проекциях на наклонную плоскость). Вообще рекомендуется не требовать слишком подробных пояснений: если Вы поняли, о чем идет речь и почему участник пишет эти формулы, не надо придираться к тому, что они недостаточно пояснены.

4. Необходимо строго придерживаться указанных после каждой задачи критериев оценивания, при этом допускается выставление неполного балла. Так, если за запись некоторого уравнения ставится 3 балла, то имеет смысл за записанное с ошибкой уравнение ставить 0, 1 или 2 балла, в зависимости от того, насколько существенна эта ошибка.

5. Возможны ситуации, при которых математическая ошибка в одной из промежуточных формул приводит к тому, что все последующие тоже оказываются неверными, хотя физика задачи участником понята и логика решения верна (если, например, участник неправильно спроектировал второй закон Ньютона на оси, но дальнейшие преобразования сделал верно). В этом случае снимать баллы следует только за ту формулу, в которой первоначально была сделана ошибка. Т.е. если из формулы (1) получается формула (2), а из нее формула (3), причем формула (1) записана неверно, но (2) и (3) получены из нее корректно, то баллы за формулы (2) и (3) должны быть поставлены полностью.

6. В случае, если представленное решение имеет существенно отличную от авторской логику, необходимо разработать систему оценивания, по возможности совпадающую с указанной в ключевых точках. Если же невозможно и это (большая просьба информировать методическую комиссию о столь нестандартных решениях), следует ориентироваться на следующие общие правила:

10 – задача решена правильно и все существенные моменты решения корректно объяснены.

8-9 – задача решена правильно, но некоторые существенные моменты решения объяснены недостаточно корректно, *либо* имеется числовая ошибка, не приведшая к очевидно неверному ответу[1].

6-7 – задача в целом решена правильно, но имеется алгебраическая ошибка, не приведшая к очевидно неверному ответу, *либо* явно недостаточны пояснения к решению, *либо* не рассмотрена одна из возможных ситуаций, оказавшаяся несущественной для решения.

4-5 – основная идея решения верна, но имеется ошибка, не позволившая ее развить, *либо* не рассмотрена одна из существенных для решения ситуаций, *либо* введены некорректные предположения, упростившие задачу, *либо* в правильном решении допущена арифметическая или алгебраическая ошибка, приведшая к очевидно неверному ответу.

2-3 – имеются правильные рассуждения, которые не могут привести к верному решению без использования дополнительных соображений.

1 – участник приступил к решению задачи, но *связанных с ней* здравых идей не предложил. Рекомендуется сюда же относить решения, ограничившиеся сделанным рисунком, а также сколь угодно длинные перечисления формул, не относящихся к данной задаче.

0 – участник не приступал к решению.

7. В случае, если участник приступил к решению задачи (т.е. написал что-либо кроме краткого условия), но ни один указанный в критериях пункт не выполнил, нужно ставить 1 балл.

8. В случае, если в задаче записан только правильный ответ без комментариев относительно способа его получения, необходимо ставить 0 баллов.

9. Все записи, которые зачеркнуты участником, не проверяются и не оцениваются (даже если они верные).

10. Если в работе содержится несколько решений одной и той же задачи, и комментарии участника позволяют понять, какое из решение он считает верным, то оценивается только оно.

11. Если же при нескольких решениях невозможно понять, какое участник считает верным, то следует придерживаться следующих правил:

А. Если все решения верные (например, несколько различных способов решения), то оценивается наилучшее.

[1] То есть к ответу, неправильность которого очевидна без специальной проверки (скорость пули сравнима со скоростью света, или скорость пешехода превышает скорость автобуса, или размер зерна сравним с размером атома и т.п.), а также несовпадающему с искомой величиной по размерности.

Б. Если среди решений есть как верные, так и неверные, то оценивается *наихудшее* решение.

12. По решению жюри черновики работ могут проверяться либо не проверяться, при этом принятое решение должно быть объявлено участникам до начала олимпиады. Если принято решение проверять черновики, то рекомендуется придерживаться следующих правил:

А. Если в чистовике имеется завершенное (неважно, верное или нет) решение задачи, то черновик этой задачи не оценивается, даже если бы в нем содержалось верное решение

Б. Если решение в чистовике не завершено, а в черновике содержится его продолжение, то оно оценивается как если бы оно было изложено в чистовике. При этом другие версии решения, содержащиеся в черновике, не оцениваются.

В. Если в чистовике решение задачи отсутствует, то проверяется черновик. Если при этом в черновике содержится несколько принципиально различных решений, то следует придерживаться приведенных выше для чистовика правил.

Программа II (муниципального) этапа
Всероссийской олимпиады школьников по физике (Саратовская область)

Составлена региональной методической комиссией на основании рекомендаций методической комиссии по физике Всероссийской олимпиады школьников

Вводные замечания

1. Поскольку без привлечения соответствующего математического аппарата невозможно не только решение задач, но часто и понимание сути происходящих явлений, то для каждого класса указан, помимо «физических» сведений, необходимый уровень математической подготовки и культуры, которым должен обладать участник олимпиады.

2. Программа каждого класса, помимо перечисленных тем, полностью включает программы всех младших классов

7 класс

Общие представления

1. Измерение физических величин. Единицы физических величин. Цена деления. Погрешность измерения – общие представления. Абсолютная и относительная погрешность.

Механика

2. Механическое движение. Путь. Перемещение. Равномерное движение. Скорость. Средняя скорость. Построение графиков движения и работа с ними. Сложение скоростей для тел, движущихся вдоль одной прямой.

3. Инерция. Взаимодействие тел – на качественном уровне. Масса. Плотность.

Математические умения: проведение арифметических вычислений, в том числе с числами в стандартной форме.

8 класс

Механика

1. Силы в природе (упругости, трения – на качественном уровне, тяжести). Сложение сил, направленных вдоль одной прямой. Равнодействующая.

2. Механическая работа, мощность, энергия. Давление.

3. Простые механизмы: блок, рычаг. Момент силы. Правило моментов для сил, направленных вдоль параллельных прямых. Золотое правило механики. КПД простых механизмов.

4. Основы гидростатики. Закон Паскаля. Атмосферное давление. Гидравлический пресс. Сообщающиеся сосуды. Закон Архимеда. Плавание тел. Воздухоплавание.

Тепловые явления

6. Тепловое движение. Температура, внутренняя энергия, теплопроводность, конвекция, излучение (все – на качественном уровне). Количество теплоты. Удельная теплоемкость вещества. Удельная теплота сгорания.

7. Агрегатные состояния вещества. Плавление и отвердевание кристаллических тел. Удельная теплота плавления. Испарение. Кипение. Удельная теплота парообразования. Составление теплового баланса.

Математические умения: проведение простейших преобразований алгебраических выражений, проведение операций с квадратным корнем, построение графиков линейных функций. Решение линейных и квадратных уравнений.

9 класс

Механика

1.**Кинематика.** Материальная точка. Системы отсчёта. Равномерное прямолинейное движение. Мгновенная скорость. Средняя скорость. Ускорение. Равнопеременное движение. Свободное падение. Графики движения (пути, перемещения, координаты от времени; скорости, ускорения и их проекций от времени и координат). Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Движение по окружности. Угловое перемещение и угловая скорость. Центростремительное (нормальное) и тангенциальное (касательное) ускорение. Относительность движения. Закон сложения скоростей.

Тепловые явления

2. Общее уравнение теплового баланса. КПД нагревателей.

Электрические явления

3. Электрический ток. Источники электрического тока. Электрическая цепь и ее составные части. Действие электрического тока. Сила тока. Электрическое напряжение. Электрическое сопротивление проводников. Закон Ома для участка цепи. Удельное сопротивление. Последовательное и параллельное соединение проводников. Расчет простых цепей постоянного тока. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля – Ленца. Амперметр и вольтметр, их сопротивление. Шунтирование электроизмерительных приборов.

Математические умения: проведение тождественных преобразований алгебраических выражений, работа с целыми и дробными степенями, представление об основных тригонометрических функциях, работа с графиками функций: построение графиков квадратичных функций, построение графиков более сложных функций «по точкам», расчет площади под графиком функции «по клеточкам» и ее физический смысл, графическое решение уравнений.

10 класс

Механика

1. **Динамика**. Силы. Векторное сложение сил. Масса. Центр масс. Законы Ньютона. Динамика систем с кинематическими связями. Блоки, скольжение по наклонной плоскости. Закон всемирного тяготения. Гравитация. Искусственные спутники. Движение по круговой орбите. Первая космическая скорость. Перегрузки и невесомость. Силы трения. Силы сопротивления при движении в жидкости и газе. Силы упругости. Закон Гука.

2. **Импульс, энергия и законы сохранения.** Импульс. Закон сохранения импульса. Движение центра масс. Реактивное движение. Работа. Мощность. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия в однородном поле силы тяжести Земли, потенциальная энергия деформированной пружины. Закон сохранения энергии. Упругие и неупругие взаимодействия. Диссипация энергии. Определение выделившегося количества теплоты.

3.**Статика.** Момент силы относительно неподвижной оси. Условия равновесия твердого тела. Устойчивое и неустойчивое равновесие.

Термодинамика и молекулярная физика

4. Газовые законы. Изопроцессы. Законы Дальтона и Авогадро. Молекулярно-кинетическая теория. Основное уравнение МКТ. Температура.

Электрические явления

5. Нелинейные элементы в цепях постоянного тока. Расчет сопротивления сложных цепей с использованием соображений симметрии.

Геометрическая оптика

6. Источники света. Распространение света. Тень и полутень. Камера-обскура. Отражение света. Законы отражения света. Плоское зеркало. Преломление света. Законы преломления света. Линзы. Построение изображений в тонких линзах. Оптическая сила линзы. Фотоаппарат. Глаз и зрение. Близорукость и дальнозоркость. Очки.

Математические умения: решение треугольников, преобразование тригонометрических выражений, работа с экспонентой и логарифмами, основные операции с векторами: сложение, вычитание, скалярное произведение, проекция вектора на ось; понятие о производной как о скорости изменения величины, геометрический смысл производной как тангенса угла наклона графика функции, правила вычисления производных простейших функций (x^α, $\sin x$, $\cos x$).

11 класс

Механика

1. **Механические колебания**. Маятник. Гармонические колебания. Период колебаний математического и пружинного маятника. Расчет частоты малых колебаний механических систем. Волны: основные понятия, связь между длиной волны, скоростью и периодом.

Термодинамика и молекулярная физика

2. Термодинамика. Внутренняя энергия газов. Количество теплоты. 1-е начало термодинамики. Теплоемкость. Адиабатические процессы. Цикл Карно. Вычисление КПД циклов.
3. Насыщенные пары, влажность. Абсолютная и относительная влажность. Качественное представление о зависимости давления насыщенного пара от температуры.
4. Поверхностное натяжение. Смачивание и несмачивание. Капилляры. Формула для высоты подъема жидкости в капилляре. Формула Лапласа.

Электрические явления

5. **Электростатика**. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность. Потенциал. Напряженность и потенциал точечного заряда, равномерно заряженной сферы, равномерно заряженной плоскости. Проводники и диэлектрики в электростатических полях – на качественном уровне. Конденсаторы. Емкость конденсатора. Емкость плоского конденсатора.
6. **Постоянный ток**. ЭДС. Цепи постоянного тока. Закон Ома для полной цепи. Законы Кирхгофа. Работа и мощность электрического тока. Электрический ток в средах – на качественном уровне. Магнитное поле постоянного тока. Силы

Лоренца и Ампера.

7. Электромагнитное поле. Закон индукции Фарадея. Вихревое поле. Индуктивность, катушки, RLC-цепи.

Математические умения: приближенные вычисления с малыми величинами ($(1+x)^\alpha \approx 1+\alpha x$, $\sin x \approx x$, $\cos x \approx 1 - x^2/2$); вычисление производных от элементарных функций произвольного вида, в том числе сложных функций; нахождение экстремумов, асимптот и точек перегиба функций и построение графиков произвольных элементарных функций с использованием этих понятий; вычисление простейших неопределенных и определенных интегралов (вида $\int x^\alpha dx$, $\int \sin x dx$ и т.п.), представление о геометрическом смысле определенного интеграла.

Программа и задания муниципального этапа олимпиад прошлых лет доступны на сайте sarphys.narod.ru

Составители настоящего пособия надеются, что им удалось избежать опечаток в *условиях* задач. В то же время они уверены, что в *решениях* задач опечатки, к сожалению, остались, и будут благодарны за указание на них. Эти сведения, а также любые вопросы по условиям и решениям задач авторы просят присылать Савину Алексею Владимировичу (см. контакты на с. 2).