

ЦЕНТРАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ  
ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

**С.М. Козел**  
**В.П. Слободянин**  
**М.Ю. Замятнин**  
**А.С. Курлович**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
**ПО ПРОВЕДЕНИЮ ШКОЛЬНОГО И МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПОВ**  
**ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ**  
**В 2014/2015 УЧЕБНОМ ГОДУ**

**Москва 2014**

## Содержание

Введение

Общие положения

1. Характеристика содержания школьного этапа олимпиады по физике
2. Описание подходов к разработке заданий муниципальными ПМК
3. Описание специфики олимпиады школьников по физике для разработки требований к проведению школьного этапа по физике
4. Требования к проведению школьного этапа
  - 4.1. Порядок регистрации участников олимпиады
  - 4.2. Форма проведения школьного этапа
  - 4.3. Порядок проведения туров
  - 4.4. Процедура оценивания выполненных заданий
  - 4.5. Процедура разбора заданий
  - 4.6. Порядок проведения апелляции по результатам проверки заданий
  - 4.7. Порядок подведения итогов олимпиады
5. Материально-техническое обеспечение олимпиады
6. Интернет-ресурсы
7. Список рекомендуемой литературы
  - Приложение 1. Содержание материалов школьного этапа олимпиады по физике
  - Приложение 2. Ведомость оценивания работ участников
  - Приложение 3. Образцы заданий школьного этапа
8. Характеристика содержания муниципального этапа олимпиады по физике
9. Описание подходов к разработке заданий региональными ПМК
10. Описание специфики олимпиады школьников по физике для разработки требований к проведению муниципального этапа по физике
11. Требования к проведению муниципального этапа
  - 11.1. Порядок регистрации участников олимпиады
  - 11.2. Форма проведения муниципального этапа
  - 11.3. Порядок проведения туров
  - 11.4. Процедура оценивания выполненных заданий
  - 11.5. Процедура разбора заданий
  - 11.6. Порядок проведения апелляции по результатам проверки заданий
  - 11.7. Порядок подведения итогов олимпиады

12. Материально-техническое обеспечение олимпиады

13. Интернет-ресурсы

14. Список рекомендуемой литературы

Приложение 1. Содержание материалов муниципального этапа олимпиады по физике

Приложение 2. Ведомость оценивания работ участников

Приложение 3. Образцы заданий муниципального этапа

## Введение

Настоящие методические рекомендации подготовлены Центральной предметно-методической комиссией по физике и адресованы предметно-методическим комиссиям и жюри школьного этапа Всероссийской олимпиады школьников.

В методических рекомендациях обсуждается порядок проведения олимпиад по физике, требования к структуре и содержанию олимпиадных задач, приведены рекомендуемые источники информации для подготовки задач, а также рекомендации по оцениванию решений участников олимпиад.

Центральная предметно-методическая комиссия по физике выражает надежду, что представленные методические рекомендации окажутся полезными при проведении школьного и муниципального этапов всероссийской олимпиады школьников по физике, и желает успехов организаторам в их проведении. В случае необходимости, дополнительную информацию по представленным методическим рекомендациям можно получить по электронной почте, обратившись по адресу [vip@mail.mipt.ru](mailto:vip@mail.mipt.ru) в Центральную предметно-методическую комиссию по физике.

Методические рекомендации для школьного этапа Всероссийской олимпиады школьников по физике в 2014/2015 учебном году утверждены на заседании центральной предметно-методической комиссии по физике (протокол № 6 от 16.06.2014).

Председатель Центральной  
предметно-методической комиссии  
по физике

С.М. Козел

## **Общие положения**

Настоящие методические рекомендации составлены на основе Порядка проведения Всероссийской олимпиады школьников, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации (далее Минобрнауки России) от 18.11.2013 № 1252.

Основными целями и задачами Олимпиады являются выявление и развитие у обучающихся творческих способностей и интереса к научно-исследовательской деятельности, создание необходимых условий для поддержки одаренных детей, пропаганда научных знаний.

Для проведения школьного этапа Олимпиады создаются Организационный комитет и жюри.

В Олимпиаде могут принимать участие обучающиеся с 5-го по 11-й класс.

Срок окончания школьной олимпиады – не позднее 15 октября.

Олимпиада проводится в один день и включает выполнение только теоретического задания.

Для проведения муниципального этапа Олимпиады создаются Организационный комитет и жюри.

В Олимпиаде принимают участие обучающиеся с 7 по 11 класс.

Срок окончания муниципального этапа олимпиады – не позднее 25 декабря.

Олимпиада проводится в один день и включает выполнение только теоретического задания.

## 1. Характеристика содержания школьного этапа олимпиады по физике

Наличие большого разнообразия учебных программ создает известные сложности для разработчиков заданий олимпиады по физике. Для того чтобы возникло некоторое единообразие в тематике задач и чтобы облегчить условия подготовки к олимпиаде, центральная предметная методическая комиссия по физике разработала перечень тем для каждого из этапов олимпиады каждого из классов обучения. Важно помнить, что:

1. Олимпиады не должны мешать планомерному учебному процессу!!!
2. Олимпиады должны выявлять (напишем аккуратно) толковых детей, а не учеников умудренных опытом преподавателей.
3. Нежелательно форсировать прохождение тем. Нужно дать возможность знаниям хоть немного «устояться». Тем самым одновременно обеспечивается минимальный запас времени для выравнивания пройденного материала (в зависимости от нюансов используемой учителем программы).
4. В среднем, задания должны устраивать и тех, кто *вынужден* работать по новым программам и тех, кто работает по старым программам. В современных условиях **невозможно** предложить программу олимпиад, устраивающую всех.
5. В программе представлены в основном содержательные темы (те, опираясь на знания которых можно производить количественные расчеты).
6. Самое существенное – неукоснительно придерживаться приведенной ниже программы. Иначе усилия методической комиссии и огромного коллектива учителей будут сведены на нет. Очень обидно будет тем учителям, которые доверятся программе и с изумлением обнаружат на очередной олимпиаде темы «на опережение». Пострадает некоторая часть, и заметно большая, талантливых детей.

Тематика олимпиадных задач можно условно разбить на несколько смысловых разделов.

- 1) **Системы единиц.** Участники олимпиады должны уметь выражать одни физические величины через другие, иметь представление о точности измерений и погрешностях измерений, уметь приводить внесистемные единицы к единицам СИ.
- 2) **Задачи на механическое движение.** В младших классах решаются задачи на движение со скоростью, постоянной на отдельных участках пути. В 9-х классах рассматривается равноускоренное движение, в 10-х – движение в силовых полях. В 11-х появляется новый класс задач на колебательные движения (изучается гармонические колебания).
- 3) **Термодинамика и молекулярная физика.** Изучение термодинамики начинается в 8-х классах на примере решения уравнений теплового баланса. Здесь же вводится понятие теп-

лостности. Дальнейшее развитие этой темы происходит в 10-х классах, где изучаются газовые законы (на примере идеального газа).

4) **Электродинамика.** Изучение этой темы начинается в 8-х классах на примере законов постоянного тока, а затем развивается в 10-х, где проходится электростатика, магнитостатика и обучающиеся приступают к изучению законов электромагнитной индукции. После изучения механических колебаний школьники осваивают электромагнитные колебания.

5) **Оптика.** Этот раздел состоит из двух частей: волновой и геометрической оптики.

**Темы атомной и ядерной физики, специальной теории относительности и элементов квантовой физики (в силу их сложности) в олимпиадную программу не включаются.**

Ниже мы приводим детальное содержание материалов школьного этапа олимпиады по физике (Приложение 1). Для удобства пользования, содержание разбито по классам.

## 2. Описание подходов к разработке заданий предметной олимпиады

Разработку заданий Олимпиады осуществляет предметно-методическая комиссия, которая формируется из числа преподавателей физики и студентов региональных педагогических и технических вузов, учителей физики.

Предметно-методические комиссии:

разрабатывают материалы олимпиадных заданий;

разрабатывают критерии и методики оценки выполненных участниками заданий;

представляют в оргкомитет олимпиады предложения по вопросам, связанным с совершенствованием организации проведения олимпиады;

рассматривают совместно с оргкомитетом олимпиады и жюри олимпиады возможные апелляции участников олимпиады;

осуществляют иные функции в соответствии с положением об олимпиаде.

**Следует иметь в виду, что**

2.1. Олимпиада не должна носить характер контрольной работы. В задания следует включать задачи, выявляющие способности обучающихся применять полученные в школе знания, а не их объем. Не следует делать упор на математическую сложность вычислений физических задач.

2.2. В задание **недопустимо** включать задачи на темы, которые по программе будут изучаться в более поздний период или в старших классах.

2.3. Задание должно содержать задачи различной сложности. Желательно, чтобы задачи охватывали большинство разделов школьной программы по физике, изученных к моменту проведения Олимпиады.

2.4. В комплекте задач каждого класса должно быть тематическое разнообразие: входить задачи по механике, термодинамике и молекулярной физике, задачи на законы постоянного тока, по электромагнетизму, оптике. Задания для 7-х и 8-х классов должны включать задачи, не требующие большого объема объяснений и вычислений (в этом возрасте учащиеся не обладают достаточной культурой изложения хода своих рассуждений). Полезно включать задачи на перевод единиц, на вычисление плотности, на простейшие виды движения; в 8-х классах добавляются задачи на уравнение теплового баланса, закон Архимеда, задачи содержащие элементы статики.

Допустимо и даже желательно включение задач, объединяющих различные разделы школьной программы по физике.

2.5. Желательна новизна задач для участников олимпиады. В случае, когда задания выбираются из печатных изданий или из сети Интернет, методическая комиссия соответствующего этапа должна, по возможности, использовать источники, не известные участникам, а известные задачи перерабатывать (по крайней мере, изменять фабулу).

2.6. Задачи в задании желательно располагать в порядке возрастания сложности.

2.7. Хотя бы две задачи должны быть доступны большинству участников.

2.8. На школьном этапе Олимпиады обучающимся в 7-х классах предлагается решить 3 задачи, на выполнение которых отводится 2 урока.

Обучающимся в 8-х классах предлагается решить 3 – 4 задачи, на выполнение которых отводится 2,5 урока.

Обучающимся в 9-х, 10-х, 11-х классах предлагается решить 5 задач, на выполнение которых отводится 2,5 астрономических часа.

### **3. Описание специфики олимпиады школьников по физике для разработки требований к проведению школьного этапа по физике**

Всероссийская олимпиада школьников по физике начинается со школьного этапа. Этот этап – открытый, т.е. в нем могут участвовать все желающие школьники.

Согласно Порядку проведения Всероссийской олимпиаде школьников этот этап олимпиады проводится образовательными учреждениями в сроки не позднее 15 октября по заданиям, разработанным предметно-методической комиссией муниципального этапа с учетом методических рекомендаций центральной методической комиссии по физике.

1. Количество баллов за каждую задачу **теоретического** тура лежит в пределах от 0 до 10.



2. Если задача решена частично, то оценке подлежат этапы решения задачи. Не рекомендуется вводить дробные баллы. В крайнем случае, следует их округлять «в пользу ученика» до целых баллов.

3. Не допускается снятие баллов за «плохой почерк» или за решение задачи способом, не совпадающим со способом, предложенным методической комиссией.

Примечание. Вообще не следует слишком догматично следовать авторской системе оценивания (это лишь рекомендации!). Решения и подходы школьников могут отличаться от авторских, быть не рациональными.

4. Для облегчения решения задачи учащимися 9-х, 10-х, 11-х классов и унификации оценивания решенных задач, рекомендуется, если это возможно, задавать в одной задаче несколько вопросов. В этом случае оценка задачи получается суммированием баллов за ответы на каждый вопрос, но не должна превышать указанную в п.п.1, 2.

Особое внимание надо обратить на применяемый математический аппарат, используемый для задач, не имеющих альтернативных вариантов решения. В первую очередь – понятия тригонометрии, квадратного корня, (в 7-х, 8-х классах могут быть проблемы), стандартной формы записи числа (7 класс), экспонента и логарифм (10 класс), логарифм и производная (11 класс). В начале учебного года не все эти темы успевают пройти.

Для успешного проведения олимпиады необходимы следующие организационные структуры:

### **Организационный комитет. Его функции**

Оргкомитет выполняет следующие функции:

До начала олимпиады информирует участников Олимпиады о том, что *они приносят на тур свои пишущие принадлежности (в т.ч., циркуль, транспортир, линейку и непрограммируемый калькулятор).*

*Участникам олимпиады запрещается приносить в аудитории свои тетради, справочную литературу и учебники, электронную технику (кроме калькуляторов).*

- разрабатывает программу проведения Олимпиады и обеспечивает ее реализацию;
- организует мероприятия Олимпиады;
- обеспечивает помещения для проведения тура. Каждый участник олимпиады во время тура должен сидеть за отдельным столом или партой;
- обеспечивает жюри помещением для работы, техническими средствами (компьютер, принтер, ксерокс);
- инструктирует участников Олимпиады;
- осуществляет контроль хода работы участников;
- обеспечивает оказание медицинской помощи участникам в случае необходимости;

- обеспечивает безопасность участников в период олимпиады;
- рассматривает конфликтные ситуации, возникшие при проведении Олимпиады;
- по представлению жюри утверждает списки победителей и призеров Олимпиады, оформляет протоколы;
- оформляет дипломы победителей и призеров Олимпиады и направляет протокол жюри в организационный комитет олимпиады муниципального уровня.
- осуществляет информационную поддержку Олимпиады;
- обеспечивает присутствие в каждой аудитории, где участники олимпиады будут выполнять задания, дежурного в течение всего тура. Дежурные не отвечают на вопросы участников по условиям задач;
- обеспечивает условия для временного выхода участников олимпиады из аудитории.

### **Жюри. Его функции**

Жюри школьного этапа Олимпиады выполняет следующие функции:

- принимает для оценивания закодированные (обезличенные) олимпиадные работы участников олимпиады;
- оценивает выполненные олимпиадные задания в соответствии с утвержденными критериями и методиками оценивания выполненных олимпиадных заданий;
- проводит с участниками олимпиады анализ олимпиадных заданий и их решений;
- осуществляет очно по запросу участника олимпиады показ выполненных им олимпиадных заданий;
- представляет результаты олимпиады ее участникам;
- рассматривает очно апелляции участников с использованием видеofиксации;
- определяет победителей и призеров олимпиады на основании рейтинга и в соответствии с квотой, установленной организатором олимпиады;
- представляет организатору олимпиады результаты олимпиады (протоколы) для их утверждения;
- составляет и представляет организатору олимпиады аналитический отчет о результатах выполнения олимпиадных заданий.

## **4. Требования к проведению школьного этапа**

### **4.1. Порядок регистрации участников**

4.1.1. Все участники Олимпиады проходят в обязательном порядке процедуру регистрации.

4.1.2. Регистрация участников Олимпиады осуществляет Оргкомитет соответствующего этапа Олимпиады перед началом его проведения.

#### **4.2. Форма проведения школьного этапа**

Школьный этап Олимпиады по физике проводятся в один тур индивидуальных состязаний участников. Отчёт о проделанной работе участники сдают в письменной форме. Дополнительный устный опрос не допускается.

#### **4.3. Порядок проведения тура**

4.3.1. Перед началом тура дежурные по аудиториям напоминают участникам основные положения регламента (о продолжительности тура, о форме, в которой разрешено задавать вопросы, порядке оформления отчётов о проделанной работе, и т.д.).

4.3.2. Для выполнения заданий Олимпиады каждому участнику выдается тетрадь в клетку.

4.3.3. Участникам олимпиады запрещено использование для записи решений ручки с красными или зелеными чернилами. Во время туров участникам олимпиады запрещено пользоваться какими-либо средствами связи.

4.3.4. Члены жюри раздают условия участникам олимпиады и записывают на доске время начала и окончания тура в данной аудитории.

4.3.5. Через 15 минут после начала тура участники олимпиады могут задавать вопросы по условиям задач (в письменной форме). В этой связи у дежурных по аудитории должны быть в наличии листы бумаги для вопросов. Ответы на содержательные вопросы озвучиваются членами жюри для всех участников данной параллели. На некорректные вопросы или вопросы, свидетельствующие о том, что участник невнимательно прочитал условие, следует ответ «без комментариев».

Дежурный по аудитории напоминает участникам о времени, оставшемся до окончания тура за полчаса, за 15 минут и за 5 минут.

4.3.6. Участник олимпиады обязан до истечения отведенного на тур времени сдать свою работу (тетради и дополнительные листы).

4.3.7. Участник может сдать работу досрочно, после чего должен незамедлительно покинуть место проведения тура.

#### **4.4. Процедура оценивания выполненных заданий**

Проводить шифровку задач школьной олимпиады не целесообразно.

Жюри олимпиады оценивает записи, приведенные в чистовике. **Черновики не проверяются.**

**Правильный ответ, приведенный без обоснования или полученный из неправильных рассуждений, не учитывается.** Если задача решена не полностью, то этапы ее решения оцениваются в соответствии с критериями оценок по данной задаче. Предварительные критерии оценивания разрабатываются авторами задач и приведены в методическом пособии.

Окончательная система оценивания задач обсуждается и утверждается на заседании жюри по каждой параллели отдельно после предварительной проверки некоторой части работ.

Решение каждой задачи оценивается целым числом баллов от 0 до 10. В исключительных случаях допускаются оценки, кратные 0,5 балла.

Проверка работ осуществляется Жюри олимпиады согласно стандартной методике оценивания решений:

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
8	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение.
5-6	Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не физические, а математические).
5	Найдено решение одного из двух возможных случаев.
2-3	Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение.
0-1	Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, или отсутствует.

Все пометки в работе участника члены жюри делают только красными чернилами. Баллы за промежуточные выкладки ставятся около соответствующих мест в работе (это исключает пропуск отдельных пунктов из критериев оценок). Итоговая оценка за задачу ставится в конце решения. Кроме того, член жюри заносит ее в таблицу на первой странице работы и ставит свою подпись под оценкой.

В случае неверного решения необходимо находить и отмечать ошибку, которая к нему привела. Это позволит точнее оценить правильную часть решения и сэкономит время.

По окончании проверки член жюри, ответственный за данную параллель, передаёт представителю оргкомитета работы.

По каждому олимпиадному заданию члены жюри заполняют оценочные ведомости (листы). Баллы, полученные участниками олимпиады за выполненные задания, заносятся в итоговую таблицу.

Протоколы проверки работ вывешиваются на всеобщее обозрение в заранее отведённом месте после их подписания ответственным за класс и председателем жюри.

#### **4.5. Процедура разбора заданий**

4.5.1. Разбор решений задач проводится сразу после окончания Олимпиады.

Основная цель этой процедуры – объяснить участникам Олимпиады основные идеи решения каждого из предложенных заданий на турах, возможные способы выполнения заданий, а также продемонстрировать их применение на конкретном задании.

4.5.2. В процессе проведения разбора заданий участники олимпиады должны получить всю необходимую информацию для самостоятельной оценки правильности сданных на проверку жюри решений, чтобы свести к минимуму вопросы к жюри по поводу объективности их оценки и, тем самым, уменьшить число необоснованных апелляций по результатам проверки решений всех участников.

#### **4.6. Порядок проведения апелляции по результатам проверки заданий**

4.6.1. Апелляция проводится в случаях несогласия участника олимпиады с результатами оценивания его олимпиадной работы или нарушения процедуры проведения олимпиады. Время и место проведения апелляции устанавливается Оргкомитетом Олимпиады.

4.6.2. Порядок проведения апелляции доводится до сведения участников Олимпиады до начала тура Олимпиады.

4.6.3. Для проведения апелляции Оргкомитет олимпиады создает апелляционную комиссию из членов Жюри (не менее двух человек).

4.6.4. Участнику Олимпиады, подавшему апелляцию, предоставляется возможность убедиться в том, что его работа проверена и оценена в соответствии с установленными требованиями.

4.6.5. Апелляция участника олимпиады рассматривается в день показа работ.

4.6.6. Для проведения апелляции участник олимпиады подает письменное заявление на имя председателя жюри.

4.6.7. На рассмотрении апелляции имеют право присутствовать участник олимпиады, подавший заявление.

4.6.8. По результатам рассмотрения апелляции о нарушении процедуры Олимпиады апелляционная комиссия выносит одно из следующих решений:

– апелляцию отклонить;

– апелляцию удовлетворить.

4.6.9. По результатам рассмотрения апелляции о несогласии с оценкой жюри выполненного олимпиадного задания апелляционная комиссия принимает одно из решений:

– апелляцию отклонить и сохранить выставленные баллы;

– апелляцию удовлетворить и изменить оценку в \_\_\_\_\_ баллов на \_\_\_\_\_ баллов.

4.6.10. Система оценивания олимпиадных заданий не может быть предметом апелляции и пересмотру не подлежит.

4.6.11. Решения апелляционной комиссии принимаются простым большинством голосов от списочного состава комиссии. В случае равенства голосов председатель комиссии имеет право решающего голоса.

4.6.12. Решения апелляционной комиссии являются окончательными и пересмотру не подлежат.

4.6.13. Работа апелляционной комиссии оформляется протоколами, которые подписываются председателем и всеми членами комиссии.

4.6.14. Протоколы проведения апелляции передаются председателю жюри для внесения соответствующих изменений в отчетную документацию.

4.6.15. Официальным объявлением итогов Олимпиады считается вывешенная на всеобщее обозрение в месте проведения Олимпиады итоговая таблица результатов выполнения олимпиадных заданий, заверенная подписями председателя и членов жюри и печатью организационного комитета.

4.6.16. Окончательные итоги Олимпиады утверждаются Оргкомитетом с учетом результатов работы апелляционной комиссии.

4.6.17. На апелляции повторно проверяется только текст решения задачи. Устные пояснения апеллирующего не оцениваются.

#### **4.7. Порядок подведения итогов Олимпиады**

4.7.1. Победители и призеры Олимпиады определяются по результатам решения участниками задач в каждой из параллелей (отдельно по 7-м, 8-м, 9-м, 10-м и 11-м классам). Итоговый

результат каждого участника подсчитывается как сумма полученных этим участником баллов за решение каждой задачи на турах.

4.7.2. Окончательные результаты проверки решений всех участников фиксируются в итоговой таблице, представляющей собой ранжированный список участников, расположенных по мере убывания набранных ими баллов. Участники с одинаковыми баллами располагаются в алфавитном порядке. На основании итоговой таблицы жюри определяет победителей и призеров Олимпиады.

4.7.3. Председатель жюри передает протокол по определению победителей и призеров в Оргкомитет для утверждения списка победителей и призеров Олимпиады по физике.

## **5. Материально-техническое обеспечение олимпиады**

Школьный и муниципальный этапы олимпиады **не предполагают** наличия экспериментального тура, поэтому материально-техническое обеспечение олимпиады ограничивается только наличие средств для проведения теоретического тура и апелляции.

5.1. Для выполнения заданий Олимпиады каждому участнику выдаются тетрадь в клетку.

5.2. Для подготовки и тиражирование заданий необходим компьютер, подключенный к сети INTERNET, принтер и копировальный аппарат.

5.3. Олимпиада, как правило, проводится в здании школы. Учащиеся каждого класса (параллели) пишут олимпиаду в отдельном помещении (классной комнате). Каждый участник олимпиады во время тура должен сидеть за отдельным столом или партой.

5.4. После начала тура участники олимпиады могут задавать вопросы по условиям задач (в письменной форме). В этой связи у дежурных по аудитории должны быть в наличии листы бумаги для вопросов.

5.5. В здании, где проводится олимпиада необходимо обеспечить присутствие дежурного медицинского работника.

5.6. Для полноценной работы жюри оно должно быть обеспечено отдельным помещением, оснащенным техническими средствами (компьютер, принтер, ксерокс), бумагой, канцелярскими принадлежностями (ножницы, степлер и скрепки к нему (несколько упаковок), антистеплер, клеящий карандаш, скотч). Каждый член жюри должен быть обеспечен ручкой с красной пастой).

5.7. Необходимо предусмотреть должное количество бланков дипломов победителей и призеров Олимпиады.

## 6. Список интернет-ресурсов

<a href="http://rosolymp.ru">http://rosolymp.ru</a>	Портал Всероссийских олимпиад школьников
<a href="http://potential.org.ru">http://potential.org.ru</a>	Журнал «Потенциал»
<a href="http://www.physolymp.fml31.ru">http://www.physolymp.fml31.ru</a>	Челябинск, физ. мат. лицей № 31
<a href="http://physolymp.spb.ru">http://physolymp.spb.ru</a>	Санкт-Петербург
<a href="http://vsesib.nsec.ru/phys.html">http://vsesib.nsec.ru/phys.html</a>	НГУ
<a href="http://www.dgap.mipt.ru">http://www.dgap.mipt.ru</a>	МФТИ
<a href="http://genphys.phys.msu.ru/ol/">http://genphys.phys.msu.ru/ol/</a>	МГУ
<a href="http://www.mephi.ru/entrant/olimpiads/rosatom/saveljev.php">http://www.mephi.ru/entrant/olimpiads/rosatom/saveljev.php</a>	МИФИ
<a href="http://mosphys.olimpiada.ru/">http://mosphys.olimpiada.ru/</a>	Москва
<a href="http://ru.wikibooks.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD%D0%BE-%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D1%8D%D1%82%D0%B0%D0%BF_XXXIX_%D0%92%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%BF%D0%B8%D0%B0%D0%B4%D1%8B_%D1%88%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2_%D0%BF%D0%BE_%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B5">http://ru.wikibooks.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD%D0%BE-%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D1%8D%D1%82%D0%B0%D0%BF_XXXIX_%D0%92%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%BF%D0%B8%D0%B0%D0%B4%D1%8B_%D1%88%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2_%D0%BF%D0%BE_%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B5</a>	Викиучебник по физике
<a href="http://www.afportal.ru/taxonomy/term/7">http://www.afportal.ru/taxonomy/term/7</a>	Белорусские олимпиады



## 7. Список рекомендуемой литературы

### Учебники и учебные пособия

1. Бутиков Е.И., Кондратьев А.С. Физика: Механика. — Физматлит, 2004.
2. Бутиков Е.И., Кондратьев А.С. Физика: Электродинамика. Оптика. — Физматлит, 2004.
3. Бутиков Е.И., Кондратьев А.С. Физика: Строение и свойства вещества. — Физматлит, 2004.
4. Кикоин А.К., Кикоин И.К., Шамеш С.Я., Эвенчик Э.Е. Физика: Учебник для 10 класса школ (классов) с углубленным изучением физики. — М.: Просвещение, 2004.
5. Мякишев Г.Я. Учебник для углубленного изучения физики. Механика. 9 класс. — М.: Дрофа, 2006.
6. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика. Молекулярная физика. Термодинамика: 10 класс: Учебник для углубленного изучения физики. — М.: Дрофа, 2008.
7. Мякишев Г.Я., Синяков А.З., Слободсков Б.А. Физика: Электродинамика: 10-11 классы: Учебник для углубленного изучения физики. — М.: Дрофа, 2006.
8. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика: Колебания и волны. 11 класс: Учебник для углубленного изучения физики. — М.: Дрофа, 2006.
9. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика: Оптика. Квантовая физика. 11 класс: Учебник для углубленного изучения физики. — М.: Дрофа, 2006.
10. Физика: Учебник для 10 класса школ и классов с углубленным изучением физики /Под редакцией А.А. Пинского, О.Ф. Кабардина. — М.: Просвещение, 2007.
11. Физика: Учебник для 11 класса школ и классов с углубленным изучением физики. /Под редакцией А.А. Пинского, О.Ф. Кабардина. — М.: Просвещение, 2007.
12. Чижов Г.А., Ханнанов Н.К. Физика, 10 класс. Учебник для классов с углубленным изучением физики. — М.: Дрофа, 2004.
13. Кабардин О.Ф., Орлов В.А. Экспериментальные задания по физике. 9-11 классы. — М.: Вербум — М, 2001.
14. Дж. Сквайрс., Практическая физика. — М.: Издательство Мир, 1971.

### Сборники задач и заданий по физике

1. Баканина Л.П., Белонучкин В.Е., Козел С.М. Сборник задач по физике для 10-11 классов с углубленным изучением физики /Под редакцией С.М.Козелла, М.:Вербум — М, 2003.
2. Всчероссийские олимпиады по физике. 1992-2004/Научные редакторы: С.М.Козел, В.П.Слободянин. М.:Вербум — М, 2005.
3. Задачи по физике/ Под редакцией О.Я.Савченко, — М.; Наука,1988.
4. Задачи по физике/ Под редакцией О.Я.Савченко, — Новосибирск; Новосибирский государственный университет. 2008.
5. С.М.Козкл, В.А.Коровин, В.А.Орлов, И.А.Иоголевич, В.П.Слободянин. ФИЗИКА 10-11 классы. Сборник задач и заданий с ответами и решениями. Пособие для учащихся общеобразовательных учреждений. М.; Мнемозина, 2004.
6. Гольдфарб Н.И. Физика: Задачник: 9-11 классы: Учебное пособие для общеобразовательных учреждений. — М.: Дрофа, 2007.
7. Кабардин О.Ф., Орлов В.А., Зильберман А.Р. Физика: Задачник: 9-11 классы: Учебное пособие для общеобразовательных учреждений. — М.: Дрофа, 2004.
8. Кабардин О.Ф., Орлов В.А. Международные физические олимпиады школьников /Под редакцией В.Г.Разумовского. — М.: Наука, 1985.
9. А.С.Кондратьев, В.М.Уздин. Физика. Сборник задач, — М.: Физматлит, 2005.
10. Пинский А.А. Задачи по физике. — М.: Наука, 2004.
11. Слободецкий И.Ш., Орлов В.А. Всесоюзные олимпиады по физике: Пособие для учащихся. — М.: Просвещение, 1982.
12. Черноуцан А.И. Физика. Задачи с ответами и решениями — М .: Высшая школа, 2008.
13. С.Н.Манида. Физика. Решение задач повышенной сложности. Издательство С.-Петербургского университета, 2004.

Содержание материалов школьного этапа олимпиады по физике

7 класс

Темы занятий ориентированы на наиболее распространенные учебники и программы.

1. Громов С.В., Родина Н.А. Физика-7, М., Просвещение;
2. Перышкин А.В. Физика-7, М., Дрофа;
3. Гуревич А.Е., Физика-7, М.

Выделенные цветом темы не следует включать в задания ближайшей олимпиады. В дальнейшие - можно.

Примечание. В столбце «сроки» указываются примерные сроки (месяц) прохождения темы.

№	Тема	Сроки	Что нужно знать к олимпиаде
1	Измерение физических величин. Единицы физических величин. Цена деления. Погрешность измерения.	9	Только основные понятия и самые простые способы учета погрешностей.
2	Механическое движение. Путь. Перемещение. Равномерное движение. Скорость. Средняя скорость. Работа с графиками. Сложение скоростей для тел движущихся параллельно.	10	
	<b>1 (школьный) этап олимпиады</b>	10	
3	Инерция. Взаимодействие тел. Масса. Плотность.	11	Если 2 этап в декабре – то можно включать эту тему
	<b>2 (муниципальный) этап олимпиады</b>	11-12	
4	Силы в природе (тяжести, упругости, трения). Сложение сил. Равнодействующая.	12-1	
	<b>3 (региональный) этап олимпиады</b>	1	<b>Для экспериментального тура:</b> Измерительные приборы: Линейка; часы; мерный цилиндр; весы; Баллы за отсутствие учета погрешности не снижаются!

Далее, несмотря на различие в порядке прохождения тем в отдельных программах, к концу учебного года общий объём основного материала оказывается одинаковым. Так как у 7 классов после декабря олимпиад в текущем учебном году нет, то порядок прохождения тем не принципиален.

№	Тема	Сроки	Примечания
5	Механическая работа, мощность, энергия.	1 (4)	Основные понятия. (Уметь определять работу, когда сила сонаправлена с перемещением).
6.1	Простые механизмы, блок, рычаг. Момент силы. Правило моментов (для сил направленных вдоль параллельных прямых).	3 (5)	Основные понятия.
6.2	Золотое правило механики. КПД.	3 (5)	
7	Давление.	4 (1)	
8	Основы гидростатики. Закон Паскаля. Атмосферное давление. Гидравлический пресс. Сообщающиеся сосуды. Закон Архимеда. Плавание тел. Воздухоплавание.	5 (2)	

### 8 класс

Темы занятий ориентированы на наиболее распространенные учебники и программы.

В 8-м классе расхождения между программами Громова С.В. и Перышкина А.В. становятся очень существенными. Мы рекомендуем методическим комиссиям придерживаться традиционной программы (соответствующей учебнику Перышкина А.В.).

№	Тема	Сроки	Примечания
1	Тепловое движение. Температура. Внутренняя энергия. Теплопроводность. Конвекция. Излучение.	9	Основные понятия без формул.
2	Количество теплоты. Удельная теплоемкость вещества. Удельная теплота сгорания.	10	
3	Агрегатные состояния вещества. Плавление и отвердевание кристаллических тел. Удельная теплота	10	

	плавления. Испарение. Кипение. Удельная теплота парообразования.		
	<b>1 (школьный) этап олимпиады</b>	10	
	<b>2 (муниципальный) этап олимпиады</b>	11-12	
4	Общее уравнение теплового баланса. КПД нагревателей.	11-12	
5	Влажность воздуха.	12	Основные понятия без формул.
6	Работа газа и пара при расширении. Двигатель внутреннего сгорания. Паровая турбина. КПД теплового двигателя.	12	Основные понятия без формул.
	<b>3 (региональный) этап олимпиады</b>  !!!Здесь и далее может потребоваться умение работать с графиками. Построение, расчёт площади под графиком, проведение касательных для учёта скорости изменения величины.	1	<b>Для экспериментального тура:</b> Измерительные приборы: линейка; часы; мерный цилиндр; весы; динамометр; жидкостной манометр; барометр; термометр.
7	Электризация. Два рода зарядов. Взаимодействие заряженных тел. Проводники и диэлектрики. Электрическое поле. Делимость электрического заряда. Электрон. Строение атомов.	1	Основные понятия без формул.
8	Электрический ток. Источники электрического тока. Электрическая цепь и ее составные части. Действие электрического тока. Сила тока. Электрическое напряжение.	2	<b>Для экспериментального тура:</b> Резисторы; реостаты; лампы накаливания; источники тока; электронагревательные приборы.
9	Электрическое сопротивление проводников. Закон Ома для участка цепи. Удельное сопротивление.	2	Электроизмерительные приборы: Амперметр; вольтметр; омметр.
10	Последовательное и параллельное соединение проводников. Расчет простых цепей постоянного тока.	3	

11	Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля – Ленца.	3	
12	Магнитное поле. Магнитное поле прямого тока. Магнитные линии магнитного поля. Магнитное поле катушки с током. Электромагниты. Постоянные магниты. Магнитное поле постоянных магнитов. Магнитное поле Земли. Действие магнитного поля на проводник с током.	4	Основные понятия без формул.
13	Источники света. Распространение света. Тень и полутень. Камера – обскура. Отражение света. Законы отражения света. Плоское зеркало.	5	Основные понятия без формул.
14	Преломление света. Линзы. Построения в линзах. Оптическая сила линзы. Изображение, даваемое линзой. Фотоаппарат. Глаз и зрение. Близорукость и дальнозоркость. Очки.	5	Основные понятия без формул.

### 9 класс

В 9-м классе самая сложная ситуация с программами. Часть школ работает по новой программе, и в ущерб механике большую часть времени уделяет быстрому поверхностному прохождению (не изучению) на описательном уровне всех тем школьной физики. В более выигрышном положении оказываются физико-математические лицеи и специализированные школы, в которых за счёт предпрофильных часов и элективных курсов удается дать курс механики на нормальном уровне и выкроить часть времени, в угоду стандартам образования, на всё остальное. В этом случае обучение может вестись по первому тому Мякишев Г.Я. Физика (т. 1 - 5) "Дрофа".

В большинстве собранных нами на Заключительном этапе Всероссийских олимпиад анкет школьных учителей выяснилось, что обучение идёт согласно приведенной ниже программе. Это и не удивительно. Другие просто «не выживают» к Заключительному этапу.

№	Тема	Сроки	Примечания
1	Кинематика. Материальная точка. Системы отсчёта. Равномерное прямолинейное движение. Мгновенная скорость. Средняя скорость. Равноперемен-	10	

	ное движение. Ускорение. Свободное падение. Графики движения (пути, перемещения, координат от времени; скорости, ускорения и их проекций от времени и координат).		
2	Движение по окружности. Угловое перемещение и угловая скорость. Центробежное (нормальное) и тангенциальное (касательное) ускорение.	10	
3	Относительность движения. Закон сложения скоростей.	11	
<b>1 (школьный) этап олимпиады</b>		10	
4	Кинематические связи. Плоское движение твердого тела.	11	
<b>2 (муниципальный) этап олимпиады</b>		11-12	
5	Динамика. Силы. Векторное сложение сил. Масса. Центр масс. Законы Ньютона.	12	динамометр
6	Динамика систем с кинематическими связями. Блоки, скольжение наклонных плоскостей.	12-1	
<b>3 (региональный) этап олимпиады</b>		1	<b>Для экспериментального тура:</b> Измерительные приборы: омметр амперметр, вольтметр, мультиметр Учет погрешности обязателен!
7	Закон Всемирного тяготения. Гравитация. Искусственные спутники. Первая космическая скорость. Перегрузки и невесомость.	1	
8	Силы трения. Силы сопротивления при движении в жидкости и газе.	1-2	
9	Силы упругости. Закон Гука.	2	
10	Импульс. Закон сохранения импульса. Движение центра масс. Реактивное движение.	2-3	
11	Работа. Мощность. Энергия (гравитационная, де-	3-4	

	формированной пружины). Закон сохранения энергии. Упругие и неупругие взаимодействия. Диссипация энергии. Выделившееся количество теплоты.		
12	Статика	4	
	<b>4 (заключительный) этап олимпиады</b>	<b>4</b>	<b>Для экспериментального тура: Учет погрешности обязателен!</b>
13	Механические колебания. Маятник. Гармонические колебания. Волны.	4-5	
14	Основы атомной и ядерной физики.	5	

### 10 класс

Наиболее распространенные учебники и программы.

1. Мякишев Г.Я. Физика (т. 1 - 5) "Дрофа";
2. Физика-10 под ред. А.А. Пинского. "Просвещение";
3. Физика-10 под ред. В.А. Касьянова. "Дрофа".

В 10-м классе существует два типа программ. По одному из них первые месяцы углубленно повторяется механика. И лишь к концу первого полугодия начинается изучение газовых законов. Заканчивается год электростатикой и конденсаторами. Весь остальной материал – постоянный ток, магнитные явления, переменный ток, оптика, атомная и ядерная физика изучается в 11-м классе.

В тех же школах, где в 9-м классе велась предпрофильная подготовка, высвобождается дополнительное время (за счёт существенного сокращения часов на повторение механики) и практически сразу начинается изучение молекулярной физики на углубленном уровне. Во втором полугодии полностью изучается электростатика и законы постоянного тока. Заканчивается год магнитными явлениями без изучения самоиндукции и катушек индуктивности.

Собственно, тут возникает главный вопрос - когда на олимпиадах начинать давать задачи на газовые законы, термодинамику и электростатику?

Предлагаемое распределение часов ориентируется на второй тип программ. За счет выделения цветом «сомнительных» тем, которые могут изучаться позднее в непрофильных классах, учитываются интересы последних.

Ситуация несколько смягчается тем, что уравнение состояния идеального газа уже изучено в курсе химии и, по крайней мере, на 2-м этапе олимпиады использование 1-й темы допустимо.



№	Тема	Сроки	Примечания
1	Газовые законы. Изопроцессы. Законы Дальтона и Авогадро.	9	
2.1	МКТ. Температура.	10	
2.2	Потенциальная энергия взаимодействия молекул.	10	Основные понятия без формул.
	<b>1 (школьный) этап олимпиады.</b> (Механика, Законы постоянного тока и оптика по программе 8 класса.)	10	
3	Термодинамика. Внутренняя энергия газов. Количество теплоты. 1-й закон термодинамики. Теплоемкость. Адиабатные процессы. Цикл Карно.	11	
4	Насыщенные пары, влажность.	11	
	<b>2 (муниципальный) этап олимпиады</b> (Механика. Газовые законы. Изопроцессы)	11-12	
5	Поверхностное натяжение. Капилляры.	12	
6	Электростатика. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность. Потенциал.	12-1	
	<b>3 (региональный) этап олимпиады.</b> (Механика, МКТ и термодинамика. Законы постоянного тока и оптика по программе 8 класса.)	1	<b>Для экспериментального тура:</b> Измерительные приборы: Манометр Учет погрешности обязателен!
7	Проводники и диэлектрики в электростатических полях.	1	
8	Конденсаторы.	1	
9	ЭДС. Цепи постоянного тока. Законы Кирхгофа. Нелинейные элементы.	2	
10	Работа и мощность электрического тока.	3	
11	Электрический ток в средах.	4	
	<b>4 (заключительный) этап олимпиады</b>	4	<b>Для экспериментального тура:</b>

			Измерительные приборы психрометр Учет погрешности обязательен!
12	Магнитное поле постоянного тока. Силы Лоренца и Ампера.	5	

### 11 класс

1. Мякишев Г.Я. Физика (т. 1 - 5) "Дрофа";
2. Физика-11 под ред. А.А. Пинского. "Просвещение";
3. Физика-11 под ред. В.А. Касьянова. "Дрофа".

К январю все программы выходят более или менее на одинаковый уровень. Поэтому составлять задания становится проще.

№	Тема	Сроки	Примечания
1	Закон индукции Фарадея. Вихревое поле. Индуктивность, катушки, RLC-цепи.	10	
	<b>1 (школьный) этап олимпиады</b>	10	
2	Колебания механические и электрические.	11	
	<b>2 (муниципальный) этап олимпиады</b>	11	
3	Переменный ток. Трансформатор.	11	
4	Электромагнитные волны.	12	
5	Геометрическая оптика.	12-1	
	<b>3 (региональный) этап олимпиады</b>	1	Для экспериментального тура: Учет погрешности обязательен!
6	Волновая оптика? <i>Может снять выделение цветом?</i>	1	
7	Теория относительности.	2	
8	Основы атомной и квантовой физики.	3	
9	Ядерная физика.	4-5	
	<b>4 (заключительный) этап олимпиады</b>	4	Для экспериментального тура:

			Измерительные приборы осциллограф Учет погрешности обязательен!
10	Резерв.	5	

Во время олимпиады допускается использование участниками олимпиады простого инженерного калькулятора. И напротив, недопустимо использование справочников, учебников и т.п. При необходимости, учащиеся должны быть обеспечены таблицами Менделеева.

**Ведомость оценивания работ участников**

**7 класс**

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Количество баллов за задачу №				Итоговый балл	Рейтинг (место)
		1	2	3			
1							
2							

Дата,  
Подпись председателя жюри.

Аналогичным образом оформляются ведомости оценивания работ участников из 8 и 9 классов

**Ведомость оценивания работ участников**

**10 класс**

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Количество баллов за задачу №					Ито- вый балл	Рейтинг (место)
		1	2	3	4	5		
1								
2								

Дата,  
Подпись председателя жюри.

Аналогичным образом оформляются ведомости оценивания работ участников из 11 класса.

**Внимание!!! Недопустимо использовать приведённые ниже примеры задач в качестве задания школьного этапа в 2014-2015 учебном году.**

**Образец задания.  
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП  
7 класс**

**Задача 1. Неутомимый турист.**

Турист пошел в поход и преодолел некоторое расстояние. При этом первую половину пути он шел со скоростью 6 км/ч, половину оставшегося времени ехал на велосипеде со скоростью 16 км/ч, а оставшийся путь поднимался в гору со скоростью 2 км/ч. Определите среднюю скорость туриста за время его движения.

*Решение*

Пусть общая длина пути туриста равна  $L$  км, а общее время его движения –  $T$  часов.

Тогда первую половину пути турист преодолел за время  $t_1 = \frac{L}{2 \cdot 6} = \frac{L}{12}$  часов. Половина оставшегося времени, которую он проехал на велосипеде, равна

$t_2 = \frac{T - t_1}{2} = \frac{1}{2} \left( T - \frac{L}{12} \right)$  часов.

Оставшийся путь, который турист поднимался в гору, занял у него время

$t_3 = \frac{L - \frac{L}{2} - 16 \cdot t_2}{2} = \frac{L}{4} - 4 \cdot \left( T - \frac{L}{12} \right)$  часов. Следовательно, полное время движения туриста

$$T = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{L}{12} + \frac{T}{2} - \frac{L}{24} + \frac{L}{4} - 4T + \frac{L}{3} = \frac{15L}{24} - \frac{7T}{2}$$

Отсюда  $3T = \frac{5L}{12}$  и средняя скорость туриста за все время его движения

$$V = \frac{L}{T} = \frac{36}{5} \text{ км/ч} = 7,2 \text{ км/ч}$$

Ответ:  $V = \frac{L}{T} = \frac{36}{5} = 7,2 \text{ км/ч}$ .

Критерии оценки:

- Найдено (т.е. выражено через  $L$ ) время преодоления первой половины пути – 2 балла.
- Найдено (т.е. выражено через  $L$  и  $T$ ) время езды на велосипеде – 2 балла.
- Найдено (т.е. выражено через  $L$  и  $T$ ) время подъема в гору – 2 балла.
- Составлено уравнение для отыскания средней скорости за всё время движения – 2 балла.
- Получена средняя скорость за всё время движения – 2 балла.

### Задача 2. «Хитрый» сплав.

Сплав состоит из 100 г золота и 100 см<sup>3</sup> меди. Определите плотность этого сплава. Плотность золота равна 19,3 г/см<sup>3</sup>, плотность меди – 8,9 г/см<sup>3</sup>.

*Решение*

Масса сплава равна  $m = 100 + 100 \cdot 8,9 = 990$  г. Объем сплава равен  $V = \frac{100}{19,3} + 100 \approx 105,2$  см<sup>3</sup>. Поэтому плотность сплава получается равной  $\rho \approx \frac{990}{105,2} \approx 9,4$  г/см<sup>3</sup>.

Ответ: плотность сплава примерно равна 9,4 г/см<sup>3</sup>.

Критерии оценки:

- Правильно найдена масса сплава – 4 балла.
- Правильно найден объем сплава – 4 балла.
- Правильно вычислена плотность сплава – 2 балла.

### Задача 3. Морская миля

Сколько километров содержится в одной морской миле?

*Примечание.*

1. Морская миля определяется как длина части экватора на поверхности земного шара при смещении на одну угловую минуту. Таким образом, перемещение на одну морскую милю вдоль экватора соответствует изменению географических координат на одну минуту долготы.

2. Экватор — воображаемая линия пересечения с поверхностью Земли плоскости, перпендикулярной оси вращения планеты и проходящей через её центр. Длина экватора приблизительно равна 40000 км.

3. Вавилоняне придумали деление окружности на  $360^\circ$  (соответственно делению года в вавилонском календаре на 360 дней).

4. Один градус делится на 60 угловых минут.

*Решение*

Из условия находим, что  $360^\circ = 360 \cdot 60 = 21600$  [угловых минут]. Так как путь вдоль экватора при однократном обороте вокруг Земли равен  $40000$  км, то в одной морской миле содержится  $l = 40000/21600$  км  $\approx 1852$  м.

Критерии оценки:

- ..... Н  
айдено, сколько угловых минут в  $360^\circ$  - 5 баллов
- ..... О  
пределено, сколько метров в 1 морской миле – 5 баллов

## 8 класс

### Задача 1. Деревянный брусок.

Ученик измерил плотность деревянного бруска, покрытого краской, и она оказалась равной  $\rho = 600$  кг/м<sup>3</sup>. Но на самом деле брусок состоит из двух частей, равных по массе, плотность одной из которых в два раза больше плотности другой. Найдите плотности обеих частей бруска. Массой краски можно пренебречь.

*Решение*

Пусть  $m$  - масса каждой из частей бруска,  $\rho_1$  и  $\rho_2 = \rho_1 / 2$  - их плотности. Тогда части бруска имеют объемы  $m / \rho_1$  и  $m / 2\rho_1$ , а весь брусок массу  $2m$  и объем  $3m / \rho_1$ .

Средняя плотность бруска

$$\rho = \frac{2m}{3m / \rho_1} = \frac{2\rho_1}{3}.$$

Отсюда находим плотности частей бруска:

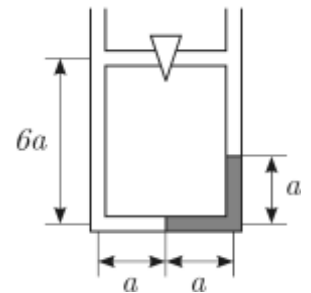
$$\rho_1 = \frac{3\rho}{2} = 900 \text{ кг/м}^3, \quad \rho_2 = \frac{3\rho}{4} = 450 \text{ кг/м}^3.$$

Критерии оценки:

- Определено, что средняя плотность бруска есть  $\frac{2m}{V}$  – по 1 балл.
- Определены объемы каждой части бруска  $m / \rho_1$  и  $m / 2\rho_1$  – 2 балла.
- Определен весь объем бруска  $3m / \rho_1$  – 2 балла.
- Выражена средняя плотность бруска через  $\rho_1$  – 1 балла.
- Найдена плотность каждого бруска – по 2 балла.

### Задача 2. Ртуть и вода.

В тонкой U-образной трубке имеется перемычка между коленами, находящаяся на расстоянии  $6a$  от нижней части трубки, причем  $a = 5$  см. В правое колено трубки налита ртуть, в левое – вода, которая может затекать в левую половину перемычки. Посередине перемычки находится закрытый кран. В состоянии равновесия граница ртуть-вода проходит посередине нижней части трубки. Высота ртути над нижней частью трубки равна  $a$ , длина нижней части трубки и перемычки  $2a$ . Площади сечения всех частей трубки и перемычки одинаковые. Плотность ртути  $13,6 \text{ г/см}^3$ , воды –  $1 \text{ г/см}^3$ .



Кран в перемычке открывают.

- 1) Как после этого расположится ртуть в трубке?
- 2) Какова будет после этого высота уровня воды над нижней частью трубки?

#### Решение

До открытия крана ртуть и вода находились в гидростатическом равновесии. Таким образом, высота водяного столба в левом колене была равна  $13,6a$ . Так как вода заполняла половину перемычки и половину нижней части трубки, то суммарный объем воды пропорционален  $15,6a$ . После открывания крана вода начнет переливаться в другое колено и заливать ртуть сверху. Поскольку плотность ртути больше плотности воды, ртуть опустится вниз и займет всю нижнюю часть трубки. Вода же займет оба колена и всю перемычку, и высота уровня воды над нижней частью трубки в обоих коленах будет равна  $(15,6 - 2)a/2 = 6,8a$ , то есть 34 см.

Критерии оценки:



- Найдена (выражена через  $a$ ) высота водяного столба в левом колене трубки до открытия крана – 2 балла.
- Найден (выражен через  $a$ ) суммарный объем воды в трубке – 2 балла.
- Описано (или сказано), как будут вести себя вода и ртуть после открывания крана – 1 балл.
- Указано, что ртуть в итоге займет всю нижнюю часть трубки, и объяснено, почему это произойдет – 1 балл.
- Описано, как после открывания крана будет размещаться в трубке вода – 1 балл.
- Найдена конечная высота уровня воды над нижней частью трубки – 3 балла.

### Задача 3. Супермарафон

Три спортсмена-супермарафонца одновременно стартуют с одного и того же места кольцевой беговой дорожки и 10 часов бегут в одну сторону с постоянной скоростью: первый 9 км/ч, второй 10 км/ч, третий 12 км/ч. Длина дорожки 400 м. Мы говорим, что произошла встреча, если либо два, либо сразу все три бегуна поравнялись друг с другом. Момент старта встречей не считается. Сколько всего «двойных» и «тройных» встреч произошло во время забега? Кто из спортсменов чаще всех участвовал во встречах и сколько раз?

#### Решение

Второй спортсмен бежит быстрее первого на 1 км/ч. Значит, за 10 часов первый бегун обгонит второго на 10 км, то есть произойдет  $N_{12} = (10 \text{ км}) / (400 \text{ м}) = 25$  встреч. Аналогично, число встреч первого спортсмена с третьим  $N_{13} = (30 \text{ км}) / (400 \text{ м}) = 75$  встреч, второго спортсмена с третьим  $N_{23} = (20 \text{ км}) / (400 \text{ м}) = 50$  встреч.

Каждый раз, когда встречаются первый и второй бегун, третий оказывается там же, значит, число «тройных» встреч  $N_3 = 25$ . Суммарное число «двойных» встреч  $N_2 = N_{12} + N_{13} + N_{23} - 2N_3 = 100$ .

Ответ: всего произошло 100 «двойных встречи» и 25 тройных встреч; чаще всего встречались первый и третий спортсмены, это случилось 75 раз.

#### Критерии оценки:

- Найдено число встреч первого и второго бегунов – 2 балла

- Найдено число встреч первого и третьего бегунов – 2 балла
- Найдено число встреч второго и третьего бегунов – 2 балла
- Найдено число «тройных» встреч – 2 балла
- Найдено суммарное число «двойных» встреч – 1 балл
- Правильно указано, кто из спортсменов чаще всех участвовал во встречах и сколько раз – 1 балл

#### Задача 4. Энергия бутылки.

На какую высоту можно было бы поднять груз массой  $m = 1000$  кг, если бы удалось полностью использовать энергию, освобождающуюся при остывании 1 литра воды от  $t_1 = 100^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 20^\circ\text{C}$ ? Удельная теплоемкость воды  $c = 4200$  Дж/(кг·°C), плотность воды  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>.

#### Решение

При остывании воды освобождается энергия

$$Q = cm_1(t_1 - t_2),$$

где  $m_1 = \rho V$  - масса воды,  $\rho$  - ее плотность.

Для того, чтобы поднять груз массой  $m$  на высоту  $h$ , должна быть выполнена работа

$$A = mgh,$$

следовательно,

$$c\rho V(t_1 - t_2) = mgh,$$

откуда

$$h = \frac{c\rho V(t_1 - t_2)}{mg} = 34 \text{ м.}$$

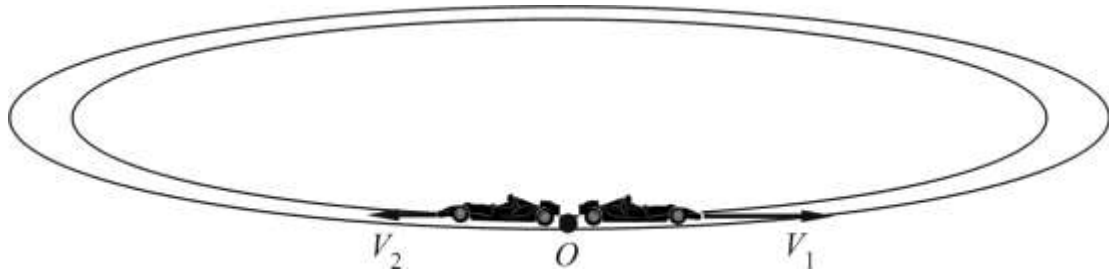
#### Критерии оценки:

- Найдено количество теплоты, выделяющееся при остывании воды с учетом плотности воды – 3 балла.
- Определена работа, необходимая для поднятия груза – 2 балла.
- Записан закон сохранения энергии – 2 балла.
- Получено выражение и значение искомой высоты – 3 балла.

## 9 класс

### Задача 1. Автомобильные гонки.

По круглой гоночной трассе из точки  $O$  в разные стороны стартуют Петров и Алонсо. Скорость  $V_1$  Алонсо в два раза больше, чем скорость  $V_2$  Петрова. Гонка закончилась, когда спортсмены **одновременно** вернулись в точку  $O$ . Сколько у гонщиков было мест встреч, отличных от точки  $O$ ?



*Решение*

Машины едут по трассе навстречу друг другу. Если длина трассы  $S$ , то встреча произойдет тогда, когда

$$V_1 t + V_2 t = S, \quad (1)$$

или в соответствии с условием задачи

$$3V_2 t = S. \quad (2)$$

Отсюда следует, что до первой встречи Петров проедет  $V_2 t = \frac{S}{3}$ , а Алонсо

$V_1 t = 2V_2 t = \frac{2S}{3}$ . К моменту второй встречи Петров проедет еще  $\frac{S}{3}$ , а к третьей встрече

проедет круг и вернется в точку  $O$ . Алонсо за это время проедет два круга, и гонка завершится. Таким образом, у гонщиков было два места встречи, отличных от точки  $O$ .

1. Введена длина трассы – 1 балл.
2. Записано условие встречи автомобилей (1) – 1 балла.
3. Записано условие встречи автомобилей (2) с учетом данных задачи – 2 балла.
4. Найдено место первой встречи – 2 балла.
5. Найдено место второй встречи – 1 балл.
6. Отмечено, что Петров проедет 1 круг, а Алонсо 2 круга – 1 балл.
7. Получен ответ – 2 балла.

### Задача 2. Энергия бутылки.

На какую высоту можно было бы поднять груз массой  $m = 1000$  кг, если бы удалось полностью использовать энергию, освобождающуюся при остывании 1 литра воды от  $t_1 = 100^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 20^\circ\text{C}$ ? Удельная теплоемкость воды  $c = 4200$  Дж/кг $\cdot$ °C, плотность воды  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>.

*Решение*

При остывании воды освобождается энергия

$$Q = cm_1(t_1 - t_2),$$

где  $m_1 = \rho V$  - масса воды,  $\rho$  - ее плотность.

Для того, чтобы поднять груз массой  $m$  на высоту  $h$ , должна быть выполнена работа

$$A = mgh,$$

следовательно,

$$c\rho V(t_1 - t_2) = mgh,$$

откуда

$$h = \frac{c\rho V(t_1 - t_2)}{mg} = 34 \text{ м.}$$

Критерии оценки:

- Найдено количество теплоты, выделяющееся при остывании воды с учетом плотности воды – 3 балла.
- Определена работа, необходимая для поднятия груза – 2 балла.
- Записан закон сохранения энергии – 2 балла.
- Получено выражение и значение искомой высоты – 3 балла.

### **Задача 3. Лёд и спирт.**

В сосуде в тепловом равновесии находятся вода объёма  $V = 0,5$  л и кусочек льда. В сосуд начинают вливать спирт, температура которого  $0^\circ\text{C}$ , перемешивая содержимое. Сколько спирта нужно влить, чтобы лёд утонул? Плотность спирта  $\rho_c = 800$  кг/м<sup>3</sup>. Считайте плотности воды и льда равными  $1000$  кг/м<sup>3</sup> и  $900$  кг/м<sup>3</sup> соответственно. Теплотой, выделяющейся при смешивании воды и спирта, пренебречь. Считайте, что объём смеси воды и спирта равен сумме объёмов исходных компонентов.

### Решение

В сосуде находится вода со льдом, что может быть только при температуре  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Поэтому можно предположить, что теплообмена спирта с водой и со льдом происходить не будет. Также можно пренебречь теплообменом с окружающей средой. Учитывая это, получаем, что масса льда останется неизменной. Чтобы лёд тонул в смеси «вода–спирт», нужно, чтобы её плотность  $\rho_x$  равнялась плотности льда  $\rho_l$ . Пусть объём влитого спирта  $V_c$ , тогда:

$$\rho_x = \frac{m_x}{V_x} = \frac{\rho_g V + \rho_c V_c}{V + V_c} = \rho_l.$$

Решая это уравнение, окончательно получаем:

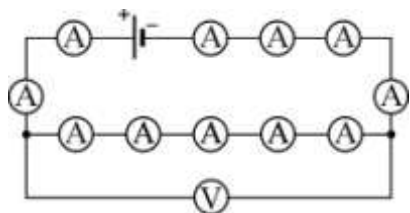
$$V_c = V \cdot \frac{\rho_g - \rho_l}{\rho_l - \rho_c} = 0,5 \cdot \frac{1000 - 900}{900 - 800} = 0,5 \text{ л.}$$

Критерии оценки:

- ..... П  
рисутствует утверждение о том, что температура воды и льда  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  - 2 балла
- ..... Н  
аписано утверждение о равенстве  $\rho_x$  и  $\rho_l$  - 2 балла
- ..... Н  
аписано выражение для  $\rho_x$  - 3 балла
- ..... Н  
айдены объём  $V_c$  - 3 балла

### Задача 4. Правильное подключение.

В перерыве между лабораторными работами расшалившиеся дети собрали цепочку из нескольких одинаковых амперметров и вольтметра. Из объяснений учителя дети твердо помнили, что амперметры надо включать последовательно, а вольтметры – параллельно. Поэтому собранная схема выглядела так:



После включения источника тока, на удивление, амперметры не сгорели и даже стали что-то показывать. Некоторые показывали силу тока 2 А, а некоторые 2,2 А. Вольтметр по-

казывал напряжение 10 В. Определите по этим данным напряжение источника тока, внутреннее сопротивление амперметра и внутреннее сопротивление вольтметра.

*Решение*

Сила тока больше в неразветвленном участке цепи, содержащем источник тока и шесть амперметров, следовательно, именно в ней амперметры показывают 2,2 А. Пять амперметров, параллельных вольтметру, показывают меньшую силу тока – 2 А. Сила тока в цепи вольтметра равна разности первых двух токов, то есть  $I_V = 0,2$  А. Отсюда легко найти со-

противление вольтметра:  $R_V = \frac{U_V}{I_V} = 50$  Ом.

Из соотношения сил тока в параллельных ветвях цепи следует, что сопротивление пяти амперметров в 10 раз меньше, чем сопротивление одного вольтметра, то есть  $R_A = 1$  Ом. Напряжение на источнике тока можно найти, сложив напряжения на всех амперметрах. Обозначив  $I_1 = 2,2$  А и  $I_2 = 2$  А, получаем:  $U = 6I_1R_A + 5I_2R_A = 23,2$  В.

Критерии оценки:

- Правильно указаны участки цепи, в которых амперметры показывают значение 2 А и в которых амперметры показывают значение 2,2 А – 2 балла.
- Найдена сила тока в цепи вольтметра – 2 балла.
- Найдено сопротивление вольтметра – 2 балла.
- Из соотношения сил тока в параллельных ветвях цепи найдено сопротивление амперметра – 2 балла.
- Найдено напряжение на источнике – 2 балла.

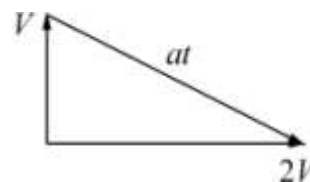
## 10 класс

**Задача 1. Рыбка в опасности.**

Проплывая со скоростью  $V$  мимо большого коралла, маленькая рыбка почувствовала опасность и начала движение с постоянным (по модулю и направлению) ускорением  $a = 2$  м/с<sup>2</sup>. Через время  $t = 5$  с после начала ускоренного движения её скорость оказалась направленной под углом  $90^\circ$  к начальному направлению движения и была в два раза больше начальной. Определите модуль начальной скорости  $V$ , с которой рыбка плыла мимо коралла.

*Решение*

Воспользуемся векторным уравнением  $\vec{V}_{\text{кон}} = \vec{V} + \vec{at}$ . Учитывая, что  $V_{\text{кон}} = 2V$  и что  $\vec{V}_{\text{кон}} \perp \vec{V}$ , его можно изобразить в виде векторного треугольника скоростей. Используя теорему Пифагора, находим ответ:  $V = \frac{at}{\sqrt{5}} \approx 4,5 \text{ м/с}$ .



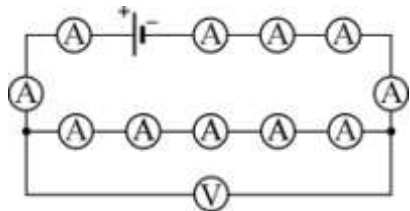
Критерии оценки:

- Построен треугольник скоростей – 5 баллов.
- При помощи теоремы Пифагора найден ответ – 5 баллов.

В случае если задача решалась аналитически, первые 5 баллов даются за записанную систему уравнений (зависимости проекций скорости от времени), следующие 5 баллов – за полученный ответ.

### Задача 2. Правильное подключение.

В перерыве между лабораторными работами расшалившиеся дети собрали цепочку из нескольких одинаковых амперметров и вольтметра. Из объяснений учителя дети твердо помнили, что амперметры надо включать последовательно, а вольтметры – параллельно. Поэтому собранная схема выглядела так:



После включения источника тока, на удивление, амперметры не сгорели и даже стали что-то показывать. Некоторые показывали силу тока 2 А, а некоторые 2,2 А. Вольтметр показывал напряжение 10 В. Определите по этим данным напряжение на источнике тока, сопротивление амперметра и сопротивление вольтметра.

*Решение*

Сила тока больше в неразветвленном участке цепи, содержащем источник тока и шесть амперметров, следовательно, именно в ней амперметры показывают 2,2 А. Пять амперметров, параллельных вольтметру, показывают меньшую силу тока – 2 А. Сила тока в цепи вольтметра равна разности первых двух токов, то есть  $I_V = 0,2 \text{ А}$ . Отсюда легко найти сопротивление вольтметра:

$$R_V = \frac{U_V}{I_V} = 50 \text{ Ом.}$$

Из соотношения сил тока в параллельных ветвях цепи следует, что сопротивление пяти амперметров в 10 раз меньше, чем сопротивление одного вольтметра, то есть  $R_A = 1$  Ом. Напряжение на источнике тока можно найти, сложив напряжения на всех амперметрах. Обозначив  $I_1 = 2,2$  А и  $I_2 = 2$  А, получаем:  $U = 6I_1R_A + 5I_2R_A = 23,2$  В.

Критерии оценки:

- Правильно указаны участки цепи, в которых амперметры показывают значение 2 А и в которых амперметры показывают значение 2,2 А – 2 балла.
- Найдена сила тока в цепи вольтметра – 2 балла.
- Найдено сопротивление вольтметра – 2 балла.
- Из соотношения сил тока в параллельных ветвях цепи найдено сопротивление амперметра – 2 балла.
- Найдено напряжение на источнике – 2 балла.

### Задача 3. Поплавок.

Поплавок для рыболовной удочки имеет объем  $V = 5$  см<sup>3</sup> и массу  $m = 2$  г. К поплавку на леске прикреплено свинцовое грузило, и при этом поплавок плавает, погрузившись на половину своего объема. Найдите массу грузила  $M$ . Плотность воды  $\rho_1 = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, плотность свинца  $\rho_2 = 11300$  кг/м<sup>3</sup>.

*Решение*

На систему, состоящую из поплавка и грузила, действуют направленные вниз силы тяжести  $mg$  (приложена к поплавку) и  $Mg$  (приложена к грузилу), а также направленные вверх силы Архимеда  $\rho_1 gV / 2$  (приложена к поплавку) и  $\rho_1 gM / \rho_2$  (приложена к грузилу). В равновесии сумма сил, действующих на систему равна нулю:

$$m + M \quad g = \frac{\rho_1 gV}{2} + \frac{\rho_1 gM}{\rho_2} .$$

Отсюда

$$M = \frac{\frac{\rho_1 V}{2} - m}{1 - \frac{\rho_1}{\rho_2}} \approx 0,55 \text{ г.}$$

Критерии оценки:



- Нарисован рисунок с приложенными к каждому телу силами – 3 балла.
- Записана сумма сил, действующих на поплавок (с учетом силы натяжения со стороны лески) – 1 балл.
- Записана сумма сил, действующих на грузило (с учетом силы натяжения со стороны лески) – 1 балл.
- Исключена сила натяжения и записано условие равновесия системы – 2 балла.
- Получено конечное выражение для массы грузила – 2 балла.
- Получено числовое значение – 1 балл.
- или
- Нарисован рисунок с приложенными к каждому телу силами – 3 балла.
- Записано условие равновесия системы – 4 балла.
- Получено конечное выражение для массы грузила – 2 балла.
- Получено числовое значение – 1 балл

#### Задача 4. Окрошка с картошкой.

Школьник Коля налил в тарелку холодную окрошку, имеющую температуру  $t_{\text{окр}} = 10^\circ\text{C}$ . Масса окрошки в тарелке равна  $m = 300$  г, а ее удельная теплоемкость равна удельной теплоемкости воды  $c_{\text{в}} = 4200$  Дж/(кг · °C). Коля добавил в окрошку горячую картошку, которая имела температуру  $t_{\text{карт}} = 80^\circ\text{C}$ . Полная теплоемкость добавленной картошки равна  $C = 450$  Дж/°C. После установления теплового равновесия температура картошки и окрошки оказалось равной  $t = 22^\circ\text{C}$ . В какую сторону было передано больше теплоты при теплообмене с окружающей средой: от содержимого тарелки в среду или наоборот, и на сколько больше.

*Решение*

Количество теплоты, полученное окрошкой при нагреве равно:  $mc_{\text{в}}(t - t_{\text{окр}})$

Количество теплоты, отданное картошкой при охлаждении:  $C(t_{\text{карт}} - t)$

Больше теплоты была передано от содержимого тарелки в окружающую среду на величину:

$$Q = C(t_{\text{карт}} - t) - mc_{\text{в}}(t - t_{\text{окр}}) = 10980 \text{ Дж}$$

Критерии оценки:

- Найдено количество теплоты, полученное окрошкой при нагревании – 3 балла
- Найдено количество теплоты, отданное картошкой при охлаждении – 3 балла
- Найдено количество теплоты, ушедшей от содержимого тарелки в окружающую среду (формула и число) - 2 балл
- Правильно определено, в какую сторону было передано больше теплоты при теплообмене с окружающей средой – 2 балл

### **Задача 5 (сложная). Бег по кругу.**

Мастер спорта, второразрядник и новичок бегают на лыжах по кольцевому маршруту с длиной кольца 1 км. Соревнование заключается в том, кто пробежит большее расстояние за 2 часа. Стартовали они одновременно в одном месте кольца. Каждый спортсмен бежит со своей постоянной по модулю скоростью. Новичок, бегущий не очень быстро со скоростью 4 км/час, заметил, что каждый раз, когда он проходит место старта, его обязательно обгоняют оба других спортсмена (они могут обгонять его и в других местах маршрута). Другое его наблюдение состоит в том, что когда мастер обгоняет только второразрядника, то они оба находятся от новичка на максимальном расстоянии. Сколько километров пробежал каждый из спортсменов за 2 часа? Для справки: наибольшая средняя скорость, достигнутая спортсменом на чемпионате мира по лыжным гонкам, составляет примерно 26 км/час.

#### *Решение*

Скорости спортсменов могут относиться друг к другу как целые числа

$1 : (n + 1) : (2n + 1)$ , где  $n$  – целое положительное число.

То есть условию задачи удовлетворяют следующие наборы скоростей:

4 км/час : 8 км/час : 12 км/час;

4 км/час : 12 км/час : 20 км/час;

4 км/час : 16 км/час : 28 км/час,

и так далее. Разумно рассматривать только второй из этих наборов, так как для мастера спорта скорость 12 км/час маловата, а 28 км/час – великовата (превышает мировой рекорд). Но, поскольку про уровень подготовки мастера спорта в условии задачи ничего не сказано, то первый набор скоростей также годится.

Следовательно, новичок пробежал 8 км, второразрядник – 16 км или 24 км, мастер спорта – 24 км или 40 км.

Критерии оценки:

- Замечено, что скорости спортсменов могут относиться друг к другу как целые числа  $1 : (n + 1) : (2n + 1)$ , где  $n$  – целое положительное число – 3 балла
- Найдены наборы скоростей лыжников, формально удовлетворяющие условию задачи – 3 балла
- Исключены наборы скоростей, в которых скорость хотя бы одного лыжника превышает мировой рекорд – 1 балл
- Указана хотя бы одна тройка расстояний, которые пробежали спортсмены – 3 балла

## 11 класс

### Задача 1. Бег по кругу.

Мастер спорта, второразрядник и новичок бегают на лыжах по кольцевому маршруту с длиной кольца 1 км. Соревнование заключается в том, кто пробежит большее расстояние за 2 часа. Стартовали они одновременно в одном месте кольца. Каждый спортсмен бежит со своей постоянной по модулю скоростью. Новичок, бегущий не очень быстро со скоростью 4 км/час, заметил, что каждый раз, когда он проходит место старта, его обязательно обгоняют оба других спортсмена (они могут обгонять его и в других местах маршрута). Другое его наблюдение состоит в том, что когда мастер обгоняет только второразрядника, то они оба находятся от новичка на максимальном расстоянии. Сколько километров пробежал каждый из спортсменов за 2 часа? Для справки: наибольшая средняя скорость, достигнутая спортсменом на чемпионате мира по лыжным гонкам, составляет примерно 26 км/час.

#### *Решение*

Скорости спортсменов могут относиться друг к другу как целые числа

$1 : (n + 1) : (2n + 1)$ , где  $n$  – целое положительное число.

То есть условию задачи удовлетворяют следующие наборы скоростей:

4 км/час : 8 км/час : 12 км/час;

4 км/час : 12 км/час : 20 км/час;

4 км/час : 16 км/час : 28 км/час,

и так далее. Разумно рассматривать только второй из этих наборов, так как для мастера спорта скорость 12 км/час маловата, а 28 км/час – великовата (превышает мировой рекорд). Но, поскольку про уровень подготовки мастера спорта в условии задачи ничего не сказано, то первый набор скоростей также годится.

Следовательно, новичок пробежал 8 км, второразрядник – 16 км или 24 км, мастер спорта – 24 км или 40 км.

Критерии оценки:

- Замечено, что скорости спортсменов могут относиться друг к другу как целые числа  $1 : (n + 1) : (2n + 1)$ , где  $n$  – целое положительное число – 3 балла
- Найдены наборы скоростей лыжников, формально удовлетворяющие условию задачи – 3 балла
- Исключены наборы скоростей, в которых скорость хотя бы одного лыжника превышает мировой рекорд – 1 балл
- Указана хотя бы одна тройка расстояний, которые пробежали спортсмены – 3 балла

## Задача 2. Равновесие рычага.

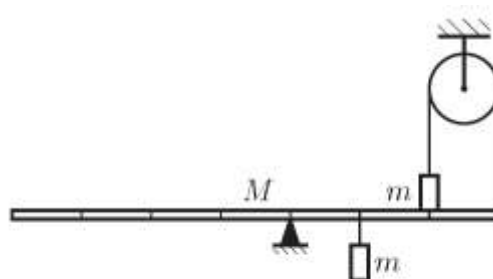


Рис. 7

При каких массах груза  $m$  возможно равновесие однородного рычага массы  $M$ , изображенного на рисунке 7? Штрихами рычаг делится на 7 равных фрагментов.

Постройте график зависимости силы реакции рычага  $N(m)$ , с которой он действует на верхний груз.

*Решение*

По условию система находится в равновесии. Применим правило моментов для рычага относительно опоры:

$$3TL + MgL/2 = 2NL + mgL, \quad (8)$$

где  $L$  — длина одного фрагмента рычага,  $N$  — сила реакции рычага, с которой он действует на верхний груз.

Условие равновесия груза:

$$mg = N + T. \quad (9)$$

Решая систему уравнений (8)–(9) относительно  $T$ , получаем:

$$T = (6m - M)g/10,$$

откуда видно, что равновесие возможно при  $m \geq M/6$ .

Заметим, что  $N = (M + 4m)g/10$  при любых значениях  $m$ . Следовательно, график  $N(m)$  — луч, выходящий из точки  $(M/6; Mg/6)$  под углом к оси абсцисс с угловым коэффициентом  $2g/5$ . При  $m < M/6$  система не будет в равновесии, и исходные формулы потеряют смысл.

Критерии оценки:

- ..... 3
- аписано правило моментов для рычага ..... 2
- ..... 3
- аписано условие равновесия груза..... 2
- ..... Н
- айдено выражение для  $T$  ..... 1
- ..... И
- следовано, при каких массах  $m$  возможно равновесие ..... 2
- ..... Н
- айдено выражение для  $N$  ..... 1
- ..... П
- строен график зависимости  $N(m)$  ..... 2

**Задача 3. Сжатие идеального газа.**

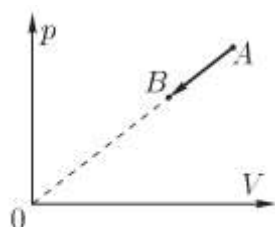


Рис. 10

При переводе идеального газа из состояния  $A$  в состояние  $B$  его давление уменьшалось прямо пропорционально объёму (рис. 10), а температура понизилась от  $127^\circ\text{C}$  до  $51^\circ\text{C}$ . На сколько процентов уменьшился объём газа?

*Решение*

Запишем уравнение Менделеева–Клапейрона:

$$pV = \nu RT.$$

По условию задачи  $p = \alpha V$ , где  $\alpha$  — постоянный коэффициент. То есть:

$$\alpha V_A^2 = \nu RT_A, \tag{10}$$

$$\alpha V_B^2 = \nu RT_B. \tag{11}$$

Поделив почленно (10) на (11), получим  $(V_A/V_B)^2 = T_A/T_B$ .

Заметим, что  $T_A = 273 + 127 = 400\text{ K}$ ,  $T_B = 273 + 51 = 324\text{ K}$ . Отсюда:

$$V_A/V_B = \sqrt{T_A/T_B} = 0,9.$$

Тогда искомое уменьшение объема:

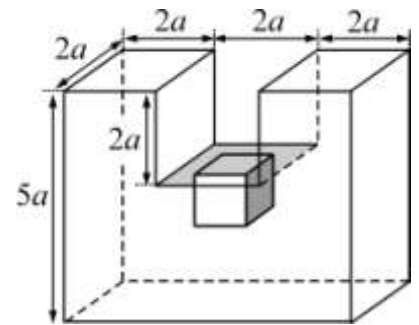
$$\delta_V = 1 - V_A/V_B \cdot 100\% = 10\%.$$

Критерии оценки:

- ..... 3  
 написано уравнение Менделеева–Клапейрона ..... 2
- ..... У  
 уравнение Менделеева–Клапейрона записано для точек *A* и *B* ..... 3
- ..... Т  
 температуры переведены в кельвины ..... 3
- ..... Н  
 найдено  $\delta_V$  ..... 2

#### Задача 4. Кубик в аквариуме.

Большой тонкостенный U-образный аквариум наполнили водой. Левое и правое колено аквариума открыты в атмосферу. А у «потолка» средней части оказался кубик со стороной  $a = 20$  см. Все размеры сосуда указаны на рисунке. Плотность кубика  $\rho_k = 500$  кг/м<sup>3</sup>.



1) Сколько литров воды потребовалось, для заполнения аквариума с кубиком до самого верха?

2) Найдите модуль силы, с которой «потолок» средней части аквариума действует на кубик.

Плотность воды  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Атмосферное давление в тот день было равно  $p_0 = 100$  кПа. Считать, что вода в зазор между кубиком и потолком из-за водоотталкивающей смазки не попадает.

*Решение*

1) Для ответа на первый вопрос найдем объем аквариума и вычтем из него объем кубика. Объем аквариума складывается из двух кубов со стороной  $2a$  и параллелепипеда со сторонами  $2a$ ,  $6a$  и  $3a$ . Значит, объем аквариума равен 416 литров. За вычетом объема кубика (8 литров), окончательно получается 408 литров.

2) На кубик действуют три силы. Вниз - сила тяжести  $a^3 \rho_k g$  и сила реакции «потолка»  $N$  (которую нам нужно найти), вверх - сила давления воды. Давление около нижней грани кубика  $p = 3\rho g a + p_0$ . Следовательно, суммарная сила, действующая на кубик со стороны воды, равна  $F = pS = (3\rho g a + p_0)a^2$ . Отсюда искомая сила реакции равна  $N = a^2(p_0 + (3\rho - \rho_k)ag) = 4200 \text{ Н}$ .

Критерии оценки:

- Найден объем аквариума – 2 балла.
- Найден объем аквариума за вычетом объема кубика (объем залитой воды) – 1 балл.
- Записано в виде уравнения условие равновесия кубика (или это условие описано словами) – 2 балла.
- Найдено давление на нижнюю грань кубика – 3 балла.
- Найдена сила реакции потолка – 2 балла.

#### Задача 5. Зарядка конденсатора.

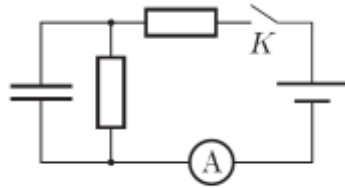


Рис. 17

Электрическая цепь состоит из батареи, конденсатора, двух одинаковых резисторов, ключа  $K$  и амперметра  $A$ . Вначале ключ разомкнут, конденсатор не заряжен (рис. 17). Ключ замыкают, и начинается зарядка конденсатора. Определите скорость зарядки конденсатора  $\Delta q/\Delta t$  в тот момент, когда сила тока  $I_1$ , протекающего через амперметр, равна  $1,6 \text{ мА}$ . Известно, что максимальная сила тока  $I_{\text{max}}$ , прошедшего через батарею, равна  $3 \text{ мА}$ .

*Решение*

Пусть сопротивление резисторов равно  $R$ , ЭДС батареи  $E$ . В интересующий нас момент напряжение на конденсаторе:

$$U_C = E - I_1 R.$$

Сила тока, проходящего через включённый параллельно с конденсатором резистор, равна:

$$I_2 = \frac{U_C}{R} = \frac{E}{R} - I_1.$$

Сила тока через батарею будет максимальной в самом начале зарядки:

$$I_{\text{max}} = \frac{E}{R}.$$

Отсюда находим силу тока, текущего через конденсатор:

$$I_C = \frac{\Delta q}{\Delta t} = I_1 - I_2 = 2I_1 - I_{\max} = 0,2 \text{ мА.}$$

Критерии оценки:

- ..... 3  
 описано напряжение на конденсаторе  $U_C$  ..... 3
- ..... 0  
 определена сила тока  $I_2$  ..... 2
- ..... Н  
 найдена  $I_{\max}$  ..... 2
- ..... 0  
 определена сила тока  $I_C$  ..... 3



## 8. Характеристика содержания муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников по физике

Наличие большого разнообразия учебных программ создает известные сложности для разработчиков заданий олимпиады по физике. Для того чтобы возникло некоторое единообразие в тематике задач и чтобы облегчить условия подготовки к олимпиаде, центральная предметная методическая комиссия по физике разработала перечень тем для каждого из этапов олимпиады каждого из классов обучения (**Приложение 1**). Важно помнить, что:

- 1) Олимпиады не должны мешать планомерному учебному процессу!!!
- 2) Олимпиады должны выявлять (напишем аккуратно) толковых детей, а не учеников умудренных опытом преподавателей.
- 3) Нежелательно форсировать прохождение тем школьной программы. Нужно дать возможность знаниям хоть немного «устояться». Тем самым одновременно обеспечивается минимальный запас времени для выравнивания пройденного материала (в зависимости от нюансов используемой учителем программы).
- 4) В среднем, задания должны устраивать и тех, кто **вынужден** работать по новым программам и тех, кто работает по старым программам. В современных условиях **невозможно** предложить программу олимпиад, устраивающую всех.
- 5) В программе представлены в основном содержательные темы (те, опираясь на знания которых можно производить количественные расчеты).

Самое существенное – неукоснительно придерживаться приведенной ниже программы. Иначе усилия методической комиссии и огромного коллектива учителей будут сведены на нет. Очень обидно будет тем учителям, которые доверятся программе и с изумлением обнаружат на очередной олимпиаде темы «на опережение». Пострадает некоторая часть, и заметно большая, талантливых детей.

Тематика олимпиадных задач можно условно разбить на несколько смысловых разделов.

- 6) **Системы единиц.** Участники олимпиады должны уметь выражать одни физические величины через другие, уметь приводить внесистемные единицы к единицам СИ.
- 7) **Погрешности.** Учащиеся должны иметь представление о точности измерений и погрешностях измерений. Желательно, для подготовки учащихся к экспериментальному туру, давать одну задачу с таблицей «экспериментальных» данных.
- 8) **Задачи на механическое движение.** В младших классах решаются задачи на движение со скоростью, постоянной на отдельных участках пути. В 9-х классах рассматривается равноускоренное движение, в 10-х – движение в силовых полях. В 11-х появляется новый класс задач на колебательные движения (изучается гармонические колебания).

9) **Термодинамика и молекулярная физика.** Изучение термодинамики начинается в 8-х классах на примере решения уравнений теплового баланса. Здесь же вводится понятие теплоемкости. Дальнейшее развитие этой темы происходит в 10-х классах, где изучаются газовые законы (на примере идеального газа).

10) **Электродинамика.** Изучение этой темы начинается в 8-х классах на примере законов постоянного тока, а затем развивается в 10-х, где проходится электростатика, магнитостатика и обучающиеся приступают к изучению законов электромагнитной индукции. После изучения механических колебаний школьники осваивают электромагнитные колебания.

11) **Оптика.** Этот раздел состоит из двух частей: волновой и геометрической оптики.

**Темы атомной и ядерной физики, специальной теории относительности и элементов квантовой физики (в силу их сложности) в олимпиадную программу не включаются.**

Ниже мы приводим детальное содержание материалов школьного этапа олимпиады по физике (Приложение 1). Для удобства пользования, содержание разбито по классам.

## **9. Описание подходов к разработке заданий муниципального этапа всероссийской олимпиады по физике**

Разработку заданий муниципального этапа всероссийской олимпиады осуществляет предметно-методическая комиссия, которая формируется из числа преподавателей физики и студентов региональных педагогических и технических вузов, учителей физики.

Предметно-методические комиссии:

разрабатывают материалы олимпиадных заданий;

разрабатывают критерии и методики оценки выполненных участниками заданий;

представляют в оргкомитет олимпиады предложения по вопросам, связанным с совершенствованием организации проведения олимпиады;

рассматривают совместно с оргкомитетом олимпиады и жюри олимпиады возможные апелляции участников олимпиады;

осуществляют иные функции в соответствии с положением об олимпиаде.

**Следует иметь в виду, что**

9.1. Задания муниципального этапа олимпиады не должны носить характер контрольной работы. В заданиях следует включать задачи, выявляющие способности обучающихся применять полученные в школе знания, а не их объем. Не следует делать упор на математическую сложность вычислений физических задач. Вместе с тем, задачи должны быть «несколько» сложнее задач школьного этапа.

9.2. В задание **недопустимо** включать задачи на темы, которые по программе будут изучаться в более поздний период или в старших классах.

9.3. Желательно, чтобы задачи охватывали большинство разделов школьной программы по физике, изученных к моменту проведения Олимпиады. Задание должно содержать задачи различной сложности. Нужно иметь в виду, что часть победителей и призёров муниципального этапа будут участвовать в региональном этапе. Поэтому одна – две задачи из комплекта должны соответствовать уровню регионального этапа.

9.4. В комплекте задач каждого класса должно быть тематическое разнообразие: входить задачи по механике, термодинамике и молекулярной физике, задачи на законы постоянного тока, по электромагнетизму, оптике. Задания для 7-х и 8-х классов должны включать задачи, не требующие большого объема объяснений и вычислений (в этом возрасте учащиеся не обладают достаточной культурой изложения хода своих рассуждений). Полезно включать задачи на перевод единиц, на вычисление плотности, на простейшие виды движения; в 8-х классах добавляются задачи на уравнение теплового баланса, закон Архимеда, содержать элементы статики.

Допустимо и даже желательно включение задач, объединяющих различные разделы школьной программы по физике.

9.5. Желательна новизна задач для участников олимпиады. В случае, когда задания выбираются из печатных изданий или из сети Интернет, методическая комиссия соответствующего этапа должна, по возможности, использовать источники, не известные участникам, а известные задачи перерабатывать (по крайней мере, изменять фабулу).

9.6. Задачи в задании желательно располагать в порядке возрастания сложности.

9.7. Хотя бы две задачи должны быть доступны большинству участников.

9.8. На муниципальном этапе Олимпиады обучающимся в 7-х и 8-х классах предлагается решить 4 задачи, на выполнение которых отводится 2 часа 40 минут.

Обучающимся в 9-х, 10-х, 11-х классах предлагается решить 5 задач, на выполнение которых отводится 3 часа 20 минут.

## **10. Описание специфики олимпиады по физике для разработки требований к проведению муниципального этапа**

Всероссийская олимпиада школьников по физике начинается со школьного этапа. Этот этап – открытый, т.е. в нем могут участвовать все желающие школьники.

Согласно Положению о Всероссийской олимпиаде школьников муниципальный этап олимпиады проводится в ноябре – декабре после школьного этапа. Его проводит, как прави-

ло, департамент образования соответствующего муниципального образования по заданиям, разработанным предметно-методической комиссией регионального этапа с учетом методических рекомендаций центральной методической комиссии по физике.

Количество баллов за каждую задачу **теоретического** тура лежит в пределах от 0 до 10. Если задача решена частично, то оценке подлежат этапы решения задачи. Не рекомендуется вводить дробные баллы. В крайнем случае, следует их округлять «в пользу ученика» до целых баллов.

Не допускается снятие баллов за «плохой почерк» или за решение задачи способом, не совпадающим со способом, предложенным методической комиссией.

Примечание. Вообще не следует слишком догматично следовать авторской системе оценивания (это лишь рекомендации!). Решения и подходы школьников могут отличаться от авторских, быть не рациональными.

Для облегчения решения задачи учащимися 9-х, 10-х, 11-х классов и унификации оценивания решенных задач, рекомендуется, если это возможно, задавать в одной задаче несколько вопросов. В этом случае оценка задачи получается суммированием баллов за ответы на каждый вопрос, но не должна превышать указанную в п.п.1, 2.

Особое внимание надо обратить на применяемый математический аппарат, используемый для задач, не имеющих альтернативных вариантов решения. В первую очередь – понятия тригонометрии, квадратного корня, (в 7-х, 8-х классах могут быть проблемы), стандартной формы записи числа (7 класс), экспонента и логарифм (10 класс), логарифм и производная (11 класс). В начале учебного года не все эти темы успевают пройти.

Для успешного проведения олимпиады необходимы следующие организационные структуры:

### **Организационный комитет. Его функции**

Оргкомитет выполняет следующие функции:

До начала олимпиады информирует участников Олимпиады, прошедших на муниципальный этап о том, что *они приносят на тур свои пишущие принадлежности (в т.ч., циркуль, транспортир, линейку и непрограммируемый калькулятор).*

*Участникам олимпиады запрещается приносить в аудитории свои тетради, справочную литературу и учебники, электронную технику (кроме калькуляторов).*

— разрабатывает программу проведения Олимпиады и обеспечивает ее реализацию;

— организует мероприятия Олимпиады;

— обеспечивает помещения для проведения Олимпиады. Каждый участник олимпиады во время тура должен сидеть за отдельным столом или партой;

- обеспечивает жюри помещением для работы, техническими средствами (компьютер, принтер, ксерокс);
- инструктирует участников Олимпиады;
- осуществляет контроль хода работы участников;
- обеспечивает оказание медицинской помощи участникам в случае необходимости;
- обеспечивает безопасность участников в период олимпиады;
- рассматривает конфликтные ситуации, возникшие при проведении Олимпиады;
- по представлению жюри утверждает списки победителей и призеров Олимпиады, оформляет протоколы;
- оформляет дипломы победителей и призеров Олимпиады и направляет протокол жюри в организационный комитет олимпиады муниципального уровня.
- осуществляет информационную поддержку Олимпиады;
- обеспечивает присутствие в каждой аудитории, где участники олимпиады будут выполнять задания, дежурного в течение всего тура. Дежурные не отвечают на вопросы участников по условиям задач;
- обеспечивает условия для временного выхода участников олимпиады из аудитории.

### **Жюри. Его функции**

Жюри муниципального этапа Олимпиады выполняет следующие функции:

- принимает для оценивания закодированные (обезличенные) олимпиадные работы участников олимпиады;
- оценивает выполненные олимпиадные задания в соответствии с утвержденными критериями и методиками оценивания выполненных олимпиадных заданий;
- проводит с участниками олимпиады анализ олимпиадных заданий и их решений;
- осуществляет очно по запросу участника олимпиады показ выполненных им олимпиадных заданий;
- представляет результаты олимпиады ее участникам;
- рассматривает очно апелляции участников с использованием видеofиксации;
- определяет победителей и призеров олимпиады на основании рейтинга и в соответствии с квотой, установленной организатором олимпиады;
- представляет организатору олимпиады результаты олимпиады (протоколы) для их утверждения;
- составляет и представляет организатору олимпиады аналитический отчет о результатах выполнения олимпиадных заданий.

## **11. Требования к проведению муниципального этапа**

### **11.1. Порядок регистрации участников**

11.1.1. Все участники Олимпиады проходят в обязательном порядке процедуру регистрации.

11.1.2. Регистрация участников Олимпиады осуществляет Оргкомитет соответствующего этапа Олимпиады перед началом его проведения.

### **11.2. Форма проведения муниципального этапа**

Муниципальный этап Олимпиады по физике проводятся в один тур (теоретический) индивидуальных состязаний участников. Отчёт о проделанной работе участники сдают в письменной форме. Дополнительный устный опрос не допускается.

### **11.3. Порядок проведения тура**

11.3.1. Перед началом теоретического тура дежурные по аудиториям напоминают участникам основные положения регламента (о продолжительности тура, о форме, в которой разрешено задавать вопросы, порядке оформления отчётов о проделанной работе, и т.д.).

11.3.2. Для выполнения заданий Олимпиады каждому участнику выдаются тетрадь в клетку.

11.3.3. Участникам олимпиады запрещено использование для записи решений ручки с красными или зелеными чернилами. Во время туров участникам олимпиады запрещено пользоваться какими-либо средствами связи.

11.3.4. Члены жюри раздают условия участникам олимпиады и записывают на доске время начала и окончания тура в данной аудитории.

11.3.5. Через 15 минут после начала тура участники олимпиады могут задавать вопросы по условиям задач (в письменной форме). В этой связи у дежурных по аудитории должны быть в наличии листы бумаги для вопросов. Ответы на содержательные вопросы озвучиваются членами жюри для всех участников данной параллели. На некорректные вопросы или вопросы, свидетельствующие о том, что участник невнимательно прочитал условие, следует ответ «без комментариев». Жюри прекращает принимать вопросы по условию задач за 20 минут до окончания тура.

Дежурный по аудитории напоминает участникам о времени, оставшемся до окончания тура за полчаса, за 15 минут и за 5 минут.

11.3.6. Участник олимпиады обязан до истечения отведенного на тур времени сдать свою работу (тетради и дополнительные листы).

11.3.7. Участник может сдать работу досрочно, после чего должен незамедлительно покинуть место проведения тура.

#### 11.4. Процедура оценивания выполненных заданий

Члены организационного комитета проводят шифровку задач муниципальной олимпиады.

Жюри олимпиады оценивает записи, приведенные в чистовике. **Черновики не проверяются.**

**Правильный ответ, приведенный без обоснования или полученный из неправильных рассуждений, не учитывается.** Если задача решена не полностью, то этапы ее решения оцениваются в соответствии с критериями оценок по данной задаче. Предварительные критерии оценивания разрабатываются авторами задач и приведены в методическом пособии.

Окончательная система оценивания задач обсуждается и утверждается на заседании жюри по каждой параллели отдельно после предварительной проверки некоторой части работ.

Решение каждой задачи оценивается целым числом баллов от 0 до 10. В исключительных случаях допускаются оценки, кратные 0,5 балла.

Проверка работ осуществляется Жюри олимпиады согласно стандартной методике оценивания решений:

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
8	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение.
5-6	Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не физические, а математические).
5	Найдено решение одного из двух возможных случаев.
2-3	Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение.
0-1	Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, или отсутствует.

Все пометки в работе участника члены жюри делают только красными чернилами. Баллы за промежуточные выкладки ставятся около соответствующих мест в работе (это исключает пропуск отдельных пунктов из критериев оценок). Итоговая оценка за задачу ставится в кон-

це решения. Кроме того, член жюри заносит ее в таблицу на первой странице работы и ставит свою подпись под оценкой.

В случае неверного решения необходимо находить и отмечать ошибку, которая к нему привела. Это позволит точнее оценить правильную часть решения и сэкономит время.

По окончании проверки член жюри, ответственный за данную параллель, передает представителю оргкомитета работы.

По каждому олимпиадному заданию члены жюри заполняют оценочные ведомости (листы). Баллы, полученные участниками олимпиады за выполненные задания, заносятся в итоговую таблицу.

Протоколы проверки работ вывешиваются на всеобщее обозрение в заранее отведённом месте после их подписания ответственным за класс и председателем жюри.

### **11.5. Процедура разбора заданий**

11.5.1. Разбор решений задач проводится после окончания Олимпиады (в тот же день).

Основная цель этой процедуры – объяснить участникам Олимпиады основные идеи решения каждого из предложенных заданий на турах, возможные способы выполнения заданий, а также продемонстрировать их применение на конкретном задании.

11.5.2. В процессе проведения разбора заданий участники олимпиады должны получить всю необходимую информацию для самостоятельной оценки правильности сданных на проверку жюри решений, чтобы свести к минимуму вопросы к жюри по поводу объективности их оценки и, тем самым, уменьшить число необоснованных апелляций по результатам проверки решений всех участников.

### **11.6. Порядок проведения апелляции по результатам проверки заданий**

11.6.1. Апелляция проводится в случаях несогласия участника олимпиады с результатами оценивания его олимпиадной работы или нарушения процедуры проведения олимпиады. Время и место проведения апелляции устанавливается Оргкомитетом Олимпиады.

11.6.2. Порядок проведения апелляции доводится до сведения участников Олимпиады до начала тура Олимпиады.

11.6.3. Для проведения апелляции Оргкомитет олимпиады создает апелляционную комиссию из членов Жюри (не менее двух человек).

11.6.4. Участнику Олимпиады, подавшему апелляцию, предоставляется возможность убедиться в том, что его работа проверена и оценена в соответствии с установленными требованиями.



- 11.6.5. Апелляция участника олимпиады рассматривается в день показа работ.
- 11.6.6. Для проведения апелляции участник олимпиады подает письменное заявление на имя председателя жюри.
- 11.6.7. На рассмотрении апелляции имеют право присутствовать участник олимпиады, подавший заявление.
- 11.6.8. По результатам рассмотрения апелляции о нарушении процедуры Олимпиады апелляционная комиссия выносит одно из следующих решений:
- апелляцию отклонить;
  - апелляцию удовлетворить.
- 11.6.9. По результатам рассмотрения апелляции о несогласии с оценкой жюри выполненного олимпиадного задания апелляционная комиссия принимает одно из решений:
- апелляцию отклонить и сохранить выставленные баллы;
  - апелляцию удовлетворить и изменить оценку в \_\_\_\_ баллов на \_\_\_\_ баллов.
- 11.6.10. Система оценивания олимпиадных заданий не может быть предметом апелляции и пересмотру не подлежит.
- 11.6.11. Решения апелляционной комиссии принимаются простым большинством голосов от списочного состава комиссии. В случае равенства голосов председатель комиссии имеет право решающего голоса.
- 11.6.12. Решения апелляционной комиссии являются окончательными и пересмотру не подлежат.
- 11.6.13. Работа апелляционной комиссии оформляется протоколами, которые подписываются председателем и всеми членами комиссии.
- 11.6.14. Протоколы проведения апелляции передаются председателю жюри для внесения соответствующих изменений в отчетную документацию.
- 11.6.15. Официальным объявлением итогов Олимпиады считается вывешенная на всеобщее обозрение в месте проведения Олимпиады итоговая таблица результатов выполнения олимпиадных заданий, заверенная подписями председателя и членов жюри и печатью организационного комитета.
- 11.6.16. Окончательные итоги Олимпиады утверждаются Оргкомитетом с учетом результатов работы апелляционной комиссии.
- 11.6.17. На апелляции повторно проверяется только текст решения задачи. Устные пояснения апеллирующего не оцениваются.

## **11.7. Порядок подведения итогов Олимпиады**

11.7.1. Победители и призеры муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников определяются по результатам решения участниками задач в каждой из параллелей (отдельно по 7-м, 8-м, 9-м, 10-м и 11-м классам). Итоговый результат каждого участника подсчитывается как сумма полученных этим участником баллов за решение каждой задачи на турах.

11.7.2. Окончательные результаты проверки решений всех участников фиксируются в итоговой таблице, представляющей собой ранжированный список участников, расположенных по мере убывания набранных ими баллов. Участники с одинаковыми баллами располагаются в алфавитном порядке. На основании итоговой таблицы жюри определяет победителей и призеров Олимпиады.

11.7.3. Председатель жюри передает протокол по определению победителей и призеров в Оргкомитет для утверждения списка победителей и призеров Олимпиады по физике.

## **12. Материально-техническое обеспечение олимпиады**

Муниципальный этап олимпиады **не предполагают** наличия экспериментального тура, поэтому материально-техническое обеспечение олимпиады ограничивается только наличие средств для проведения теоретического тура и апелляции.

12.1. Для выполнения заданий Олимпиады каждому участнику выдаются тетрадь в клетку.

12.2. Для подготовки и тиражирование заданий необходим компьютер, подключенный к сети INTERNET, принтер и копировальный аппарат.

12.3. Олимпиада, как правило, проводится в здании школы. Учащиеся каждого класса (параллели) пишут олимпиаду в отдельном помещении (классной комнате). Каждый участник олимпиады во время тура должен сидеть за отдельным столом или партой.

12.4. После начала тура участники олимпиады могут задавать вопросы по условиям задач (в письменной форме). В этой связи у дежурных по аудитории должны быть в наличии листы бумаги для вопросов.

12.5. В здании, где проводится олимпиада необходимо обеспечить присутствие дежурного медицинского работника.

12.6. Для полноценной работы жюри оно должно быть обеспечено отдельным помещением, оснащенным техническими средствами (компьютер, принтер, ксерокс), бумагой, канцелярскими принадлежностями (ножницы, степлер и скрепки к нему (несколько упаковок), антистеплер, клеящий карандаш, скотч). Каждый член жюри должен быть обеспечен ручкой с красной пастой).

12.7. Необходимо предусмотреть должное количество бланков дипломов победителей и призеров Олимпиады.

### 13. Список интернет-ресурсов

<a href="http://rosolymp.ru">http://rosolymp.ru</a>	Портал Всероссийских олимпиад школьников
<a href="http://potential.org.ru">http://potential.org.ru</a>	Журнал «Потенциал»
<a href="http://www.physolymp.fml31.ru">http://www.physolymp.fml31.ru</a>	Челябинск, физ. мат. лицей № 31
<a href="http://physolymp.spb.ru">http://physolymp.spb.ru</a>	Санкт-Петербург
<a href="http://vsesib.nsesc.ru/phys.html">http://vsesib.nsesc.ru/phys.html</a>	НГУ
<a href="http://www.dgap.mipt.ru">http://www.dgap.mipt.ru</a>	МФТИ
<a href="http://genphys.phys.msu.ru/ol/">http://genphys.phys.msu.ru/ol/</a>	МГУ
<a href="http://www.mephi.ru/entrant/olimpiads/rosatom/saveljev.php">http://www.mephi.ru/entrant/olimpiads/rosatom/saveljev.php</a>	МИФИ
<a href="http://mosphys.olimpiada.ru/">http://mosphys.olimpiada.ru/</a>	Москва
<a href="http://ru.wikibooks.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D1%8D%D1%82%D0%B0%D0%BF_XXXIX_%D0%92%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%BF%D0%B8%D0%B0%D0%B4%D1%8B_%D1%88%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2_%D0%BF%D0%BE_%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B5">http://ru.wikibooks.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D1%8D%D1%82%D0%B0%D0%BF_XXXIX_%D0%92%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9_%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%BF%D0%B8%D0%B0%D0%B4%D1%8B_%D1%88%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2_%D0%BF%D0%BE_%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B5</a>	Викиучебник по физике
<a href="http://www.afportal.ru/taxonomy/term/7">http://www.afportal.ru/taxonomy/term/7</a>	Белорусские олимпиады

## 14.Список рекомендуемой литературы

### Учебники и учебные пособия

14. Бутиков Е.И., Кондратьев А.С. Физика: Механика. — Физматлит, 2004.
15. Бутиков Е.И., Кондратьев А.С. Физика: Электродинамика. Оптика. — Физматлит, 2004.
16. Бутиков Е.И., Кондратьев А.С. Физика: Строение и свойства вещества. — Физматлит, 2004.
17. Кикоин А.К., Кикоин И.К., Шамеш С.Я., Эвенчик Э.Е. Физика: Учебник для 10 класса школ (классов) с углубленным изучением физики. — М.: Просвещение, 2004.
18. Мякишев Г.Я. Учебник для углубленного изучения физики. Механика. 9 класс. — М.: Дрофа, 2006.
19. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика. Молекулярная физика. Термодинамика: 10 класс: Учебник для углубленного изучения физики. — М.: Дрофа, 2008.
20. Мякишев Г.Я., Синяков А.З., Слободсков Б.А. Физика: Электродинамика: 10-11 классы: Учебник для углубленного изучения физики. — М.: Дрофа, 2006.
21. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика: Колебания и волны. 11 класс: Учебник для углубленного изучения физики. — М.: Дрофа, 2006.
22. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика: Оптика. Квантовая физика. 11 класс: Учебник для углубленного изучения физики. — М.: Дрофа, 2006.
23. Физика: Учебник для 10 класса школ и классов с углубленным изучением физики /Под редакцией А.А. Пинского, О.Ф. Кабардина. — М.: Просвещение, 2007.
24. Физика: Учебник для 11 класса школ и классов с углубленным изучением физики. /Под редакцией А.А. Пинского, О.Ф. Кабардина. — М.: Просвещение, 2007.
25. Чижов Г.А., Ханнанов Н.К. Физика, 10 класс. Учебник для классов с углубленным изучением физики. — М.: Дрофа, 2004.
26. Кабардин О.Ф., Орлов В.А. Экспериментальные задания по физике. 9-11 классы. — М.: Вербум — М, 2001.
27. Дж. Сквайрс., Практическая физика. — М.: Издательство Мир, 1971.

### Сборники задач и заданий по физике

28. Баканина Л.П., Белонучкин В.Е., Козел С.М. Сборник задач по физике для 10-11 классов с углубленным изучением физики /Под редакцией С.М.Козелла, М.:Вербум — М, 2003.
29. Всчероссийские олимпиады по физике. 1992-2004/Научные редакторы: С.М.Козел, В.П.Слободянин. М.:Вербум — М, 2005.
30. Задачи по физике/ Под редакцией О.Я.Савченко, — М.; Наука,1988.
31. Задачи по физике/ Под редакцией О.Я.Савченко, — Новосибирск; Новосибирский государственный университет. 2008.
32. С.М.Козкл, В.А.Коровин, В.А.Орлов, И.А.Иоголевич, В.П.Слободянин. ФИЗИКА 10-11 классы. Сборник задач и заданий с ответами и решениями. Пособие для учащихся общеобразовательных учреждений. М.; Мнемозина, 2004.
33. Гольдфарб Н.И. Физика: Задачник: 9-11 классы: Учебное пособие для общеобразовательных учреждений. — М.: Дрофа, 2007.
34. Кабардин О.Ф., Орлов В.А., Зильберман А.Р. Физика: Задачник: 9-11 классы: Учебное пособие для общеобразовательных учреждений. — М.: Дрофа, 2004.
35. Кабардин О.Ф., Орлов В.А. Международные физические олимпиады школьников /Под редакцией В.Г.Разумовского. — М.: Наука, 1985.
36. А.С.Кондратьев, В.М.Уздин. Физика. Сборник задач, — М.: Физматлит, 2005.
37. Пинский А.А. Задачи по физике. — М.: Наука, 2004.
38. Слободецкий И.Ш., Орлов В.А. Всесоюзные олимпиады по физике: Пособие для учащихся. — М.: Просвещение, 1982.
39. Черноуцан А.И. Физика. Задачи с ответами и решениями — М .: Высшая школа, 2008.
40. С.Н.Манида. Физика. Решение задач повышенной сложности. Издательство С.-Петербургского университета, 2004.

**Содержание материалов муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по физике. Примерные сроки прохождения тем по физике в школе.**

**7 класс**

Темы занятий ориентированы на наиболее распространенные учебники и программы.

4. Громов С.В., Родина Н.А. Физика-7, М., Просвещение;
5. Перышкин А.В. Физика-7, М., Дрофа;
6. Гуревич А.Е., Физика-7, М.

Выделенные цветом темы не следует включать в задания ближайшей олимпиады. В дальнейшие - можно.

Примечание. В столбце «сроки» указываются примерные сроки (месяц) прохождения темы.

№	Тема	Сроки	Что нужно знать к олимпиаде
1	Измерение физических величин. Единицы физических величин. Цена деления. Погрешность измерения.	9	Только основные понятия и самые простые способы учета погрешностей.
2	Механическое движение. Путь. Перемещение. Равномерное движение. Скорость. Средняя скорость. Работа с графиками. Сложение скоростей для тел движущихся параллельно.	10	
<b>1 (школьный) этап олимпиады</b>		10	
3	Инерция. Взаимодействие тел. Масса. Плотность.	11	Если 2 этап в декабре – то можно включить эту тему
<b>2 (муниципальный) этап олимпиады</b>		11-12	
4	Силы в природе (тяжести, упругости, трения). Сложение сил. Равнодействующая.	12-1	
<b>3 (региональный) этап олимпиады</b>		1	Для экспериментального тура: Измерительные приборы: Линейка; часы; мерный цилиндр; весы; Баллы за отсутствие учета погрешности не снижаются!

Далее, несмотря на различие в порядке прохождения тем в отдельных программах, к концу учебного года общий объём основного материала оказывается одинаковым. Так как у 7 классов после декабря олимпиад в текущем учебном году нет, то порядок прохождения тем не принципиален.

№	Тема	Сроки	Примечания
5	Механическая работа, мощность, энергия.	1 (4)	Основные понятия. (Уметь определять работу, когда сила сонаправлена с перемещением).
6.1	Простые механизмы, блок, рычаг. Момент силы. Правило моментов (для сил направленных вдоль параллельных прямых).	3 (5)	Основные понятия.
6.2	Золотое правило механики. КПД.	3 (5)	
7	Давление.	4 (1)	
8	Основы гидростатики. Закон Паскаля. Атмосферное давление. Гидравлический пресс. Сообщающиеся сосуды. Закон Архимеда. Плавание тел. Воздухоплавание.	5 (2)	

### 8 класс

Темы занятий ориентированы на наиболее распространенные учебники и программы.

В 8-м классе расхождения между программами Громова С.В. и Перышкина А.В. становятся очень существенными. Мы рекомендуем методическим комиссиям придерживаться традиционной программы (соответствующей учебнику Перышкина А.В.).

№	Тема	Сроки	Примечания
1	Тепловое движение. Температура. Внутренняя энергия. Теплопроводность. Конвекция. Излучение.	9	Основные понятия без формул.
2	Количество теплоты. Удельная теплоемкость вещества. Удельная теплота сгорания.	10	
3	Агрегатные состояния вещества. Плавление и от-	10	

	вердевание кристаллических тел. Удельная теплота плавления. Испарение. Кипение. Удельная теплота парообразования.		
	<b>1 (школьный) этап олимпиады</b>	10	
	<b>2 (муниципальный) этап олимпиады</b>	11-12	
4	Общее уравнение теплового баланса. КПД нагревателей.	11-12	
5	Влажность воздуха.	12	Основные понятия без формул.
6	Работа газа и пара при расширении. Двигатель внутреннего сгорания. Паровая турбина. КПД теплового двигателя.	12	Основные понятия без формул.
	<b>3 (региональный) этап олимпиады</b>  !!!Здесь и далее может потребоваться умение работать с графиками. Построение, расчёт площади под графиком, проведение касательных для учёта скорости изменения величины.	1	<b>Для экспериментального тура:</b> Измерительные приборы: линейка; часы; мерный цилиндр; весы; динамометр; жидкостной манометр; барометр; термометр.
7	Электризация. Два рода зарядов. Взаимодействие заряженных тел. Проводники и диэлектрики. Электрическое поле. Делимость электрического заряда. Электрон. Строение атомов.	1	Основные понятия без формул.
8	Электрический ток. Источники электрического тока. Электрическая цепь и ее составные части. Действие электрического тока. Сила тока. Электрическое напряжение.	2	<b>Для экспериментального тура:</b> Резисторы; реостаты; лампы накаливания; источники тока; электронагревательные приборы.
9	Электрическое сопротивление проводников. Закон Ома для участка цепи. Удельное сопротивление.	2	Электроизмерительные приборы: Амперметр; вольтметр; омметр.
10	Последовательное и параллельное соединение про-	3	



	водников. Расчет простых цепей постоянного тока.		
11	Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля – Ленца.	3	
12	Магнитное поле. Магнитное поле прямого тока. Магнитные линии магнитного поля. Магнитное поле катушки с током. Электромагниты. Постоянные магниты. Магнитное поле постоянных магнитов. Магнитное поле Земли. Действие магнитного поля на проводник с током.	4	Основные понятия без формул.
13	Источники света. Распространение света. Тень и полутень. Камера – обскура. Отражение света. Законы отражения света. Плоское зеркало.	5	Основные понятия без формул.
14	Преломление света. Линзы. Построения в линзах. Оптическая сила линзы. Изображение, даваемое линзой. Фотоаппарат. Глаз и зрение. Близорукость и дальнозоркость. Очки.	5	Основные понятия без формул.

### 9 класс

В 9-м классе самая сложная ситуация с программами. Часть школ работает по новой программе, и в ущерб механике большую часть времени уделяет быстрому поверхностному прохождению (не изучению) на описательном уровне всех тем школьной физики. В более выигрышном положении оказываются физико-математические лицеи и специализированные школы, в которых за счёт предпрофильных часов и элективных курсов удается дать курс механики на нормальном уровне и выкроить часть времени, в угоду стандартам образования, на всё остальное. В этом случае обучение может вестись по первому тому Мякишев Г.Я. Физика (т. 1 - 5) "Дрофа".

В большинстве собранных нами на Заключительном этапе Всероссийских олимпиад анкет школьных учителей выяснилось, что обучение идёт согласно приведенной ниже программе. Это и не удивительно. Другие просто «не выживают» к Заключительному этапу.

№	Тема	Сроки	Примечания
1	Кинематика. Материальная точка. Системы отсчёта. Равномерное прямолинейное движение. Мгно-	10	

	венная скорость. Средняя скорость. Равнопеременное движение. Ускорение. Свободное падение. Графики движения (пути, перемещения, координат от времени; скорости, ускорения и их проекций от времени и координат).		
2	Движение по окружности. Угловое перемещение и угловая скорость. Центробежное (нормальное) и тангенциальное (касательное) ускорение.	10	
3	Относительность движения. Закон сложения скоростей.	11	
<b>1 (школьный) этап олимпиады</b>		10	
4	Кинематические связи. Плоское движение твердого тела.	11	
<b>2 (муниципальный) этап олимпиады</b>		11-12	
5	Динамика. Силы. Векторное сложение сил. Масса. Центр масс. Законы Ньютона.	12	динамометр
6	Динамика систем с кинематическими связями. Блоки, скольжение наклонных плоскостей.	12-1	
<b>3 (региональный) этап олимпиады</b>		1	Для экспериментального тура: Измерительные приборы: омметр амперметр, вольтметр, мультиметр Учет погрешности обязателен!
7	Закон Всемирного тяготения. Гравитация. Искусственные спутники. Первая космическая скорость. Перегрузки и невесомость.	1	
8	Силы трения. Силы сопротивления при движении в жидкости и газе.	1-2	
9	Силы упругости. Закон Гука.	2	
10	Импульс. Закон сохранения импульса. Движение центра масс. Реактивное движение.	2-3	

11	Работа. Мощность. Энергия (гравитационная, деформированной пружины). Закон сохранения энергии. Упругие и неупругие взаимодействия. Диссипация энергии. Выделившееся количество теплоты.	3-4	
12	Статика	4	
	<b>4 (заключительный) этап олимпиады</b>	4	<b>Для экспериментального тура:</b> Учет погрешности обязателен!
13	Механические колебания. Маятник. Гармонические колебания. Волны.	4-5	
14	Основы атомной и ядерной физики.	5	

### 10 класс

Наиболее распространенные учебники и программы.

4. Мякишев Г.Я. Физика (т. 1 - 5) "Дрофа";
5. Физика-10 под ред. А.А. Пинского. "Просвещение";
6. Физика-10 под ред. В.А. Касьянова. "Дрофа".

В 10-м классе существует два типа программ. По одному из них первые месяцы углубленно повторяется механика. И лишь к концу первого полугодия начинается изучение газовых законов. Заканчивается год электростатикой и конденсаторами. Весь остальной материал – постоянный ток, магнитные явления, переменный ток, оптика, атомная и ядерная физика изучается в 11-м классе.

В тех же школах, где в 9-м классе велась предпрофильная подготовка, высвобождается дополнительное время (за счёт существенного сокращения часов на повторение механики) и практически сразу начинается изучение молекулярной физики на углубленном уровне. Во втором полугодии полностью изучается электростатика и законы постоянного тока. Заканчивается год магнитными явлениями без изучения самоиндукции и катушек индуктивности.

Собственно, тут возникает главный вопрос - когда на олимпиадах начинать давать задачи на газовые законы, термодинамику и электростатику?

Предлагаемое распределение часов ориентируется на второй тип программ. За счет выделения цветом «сомнительных» тем, которые могут изучаться позднее в непрофильных классах, учитываются интересы последних.

Ситуация несколько смягчается тем, что уравнение состояния идеального газа уже изучено в курсе химии и, по крайней мере, на 2-м этапе олимпиады использование 1-й темы допустимо.

№	Тема	Сроки	Примечания
1	Газовые законы. Изопроцессы. Законы Дальтона и Авогадро.	9	
2.1	МКТ. Температура.	10	
2.2	Потенциальная энергия взаимодействия молекул.	10	Основные понятия без формул.
	<b>1 (школьный) этап олимпиады.</b> (Механика, Законы постоянного тока и оптика по программе 8 класса.)	10	
3	Термодинамика. Внутренняя энергия газов. Количество теплоты. 1-й закон термодинамики. Теплоемкость. Адиабатные процессы. Цикл Карно.	11	
4	Насыщенные пары, влажность.	11	
	<b>2 (муниципальный) этап олимпиады</b> (Механика. Газовые законы. Изопроцессы)	11-12	
5	Поверхностное натяжение. Капилляры.	12	
6	Электростатика. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность. Потенциал.	12-1	
	<b>3 (региональный) этап олимпиады.</b> (Механика, МКТ и термодинамика. Законы постоянного тока и оптика по программе 8 класса.)	1	<b>Для экспериментального тура:</b> Измерительные приборы: Манометр Учет погрешности обязателен!
7	Проводники и диэлектрики в электростатических полях.	1	
8	Конденсаторы.	1	
9	ЭДС. Цепи постоянного тока. Законы Кирхгофа. Нелинейные элементы.	2	
10	Работа и мощность электрического тока.	3	

11	Электрический ток в средах.	4	
	<b>4 (заключительный) этап олимпиады</b>	4	<b>Для экспериментального тура:</b> Измерительные приборы психрометр Учет погрешности обязательен!
12	Магнитное поле постоянного тока. Силы Лоренца и Ампера.	5	

### 11 класс

4. Мякишев Г.Я. Физика (т. 1 - 5) "Дрофа";
5. Физика-11 под ред. А.А. Пинского. "Просвещение";
6. Физика-11 под ред. В.А. Касьянова. "Дрофа".

К январю все программы выходят более или менее на одинаковый уровень. Поэтому составлять задания становится проще.

№	Тема	Сроки	Примечания
1	Закон индукции Фарадея. Вихревое поле. Индуктивность, катушки, RLC-цепи.	10	
	<b>1 (школьный) этап олимпиады</b>	10	
2	Колебания механические и электрические.	11	
	<b>2 (муниципальный) этап олимпиады</b>	11	
3	Переменный ток. Трансформатор.	11	
4	Электромагнитные волны.	12	
5	Геометрическая оптика.	12-1	
	<b>3 (региональный) этап олимпиады</b>	1	<b>Для экспериментального тура:</b> Учет погрешности обязательен!
6	Волновая оптика? Может снять выделение цветом?	1	
7	Теория относительности.	2	
8	Основы атомной и квантовой физики.	3	

9	Ядерная физика.	4-5	
	<b>4 (заключительный) этап олимпиады</b>	4	<b>Для экспериментального тура:</b> Измерительные приборы осциллограф Учет погрешности обязателен!
10	Резерв.	5	

Во время олимпиады допускается использование участниками олимпиады простого инженерного калькулятора. И напротив, недопустимо использование справочников, учебников и т.п. При необходимости, учащиеся должны быть обеспечены таблицами Менделеева.

**Ведомость оценивания работ участников муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников по физике**

**7 класс**

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Количество баллов за задачу №				Итоговый балл	Рейтинг (место)
		1	2	3	4		
1							
2							

Дата,  
Подпись председателя жюри.

Аналогичным образом оформляются ведомости оценивания работ участников из 8 и 9 классов

**Ведомость оценивания работ участников муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников по физике**

**10 класс**

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Количество баллов за задачу №					Ито- вый балл	Рейтинг (место)
		1	2	3	4	5		
1								
2								

Дата,  
Подпись председателя жюри.

Аналогичным образом оформляются ведомости оценивания работ участников из 11-го класса.

**Внимание!!! Недопустимо использовать приведённые ниже примеры задач в качестве задания муниципального этапа в 2014-2015 учебном году.**

## Муниципальный этап

### 7 класс

#### Задача 1. Среднее сближение

Две машины едут по прямому участку дороги навстречу друг другу. Графики зависимости

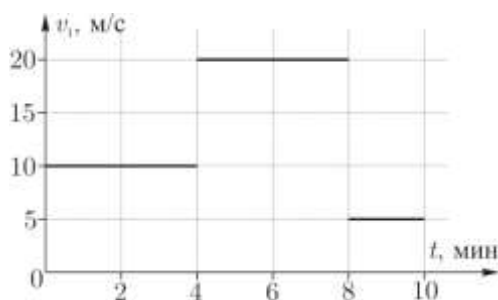


Рис. 1

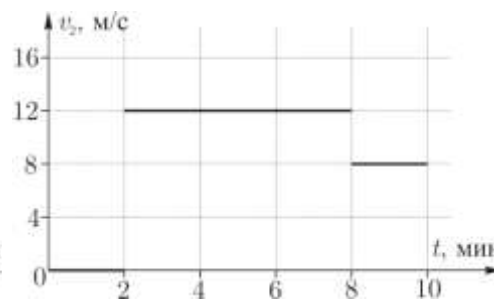


Рис. 2

скоростей машин от времени приведены на рис. 1 и рис. 2.

Чему равна средняя скорость сближения машин за первые 10 минут? Считайте, что вначале машины были на большом расстоянии и не успели встретиться.

Указание: скорость сближения – это отношение изменения расстояния между телами ко времени, за которое расстояние изменялось.

#### Решение

Можно искать скорости сближения машин на отдельных интервалах движения и их усреднять. Но проще найти общее изменение расстояния между машинами и разделить его на время движения. Пройденное расстояние равно площади под графиком скорости от времени. Для первой машины  $S = (40+80+10)(\text{м} \cdot \text{мин})60 (\text{с}/\text{мин}) = 7800 \text{ м}$ . Для второй  $(72+16)(\text{м} \cdot \text{мин})60 (\text{с}/\text{мин}) = 5280 \text{ м}$ . Таким образом, средняя скорость сближения  $\frac{13080 \text{ м}}{600 \text{ с}} = 21,8 \text{ м}/\text{с}$ .

#### Критерии оценивания

Найдено расстояние, пройденное первой машиной.....	4
Найдено расстояние, пройденное второй машиной.....	4
Определено суммарное сближение.....	1



### Задача 2. . Разные пятна

В двух крупных лабораториях в Кембридже (рис. 3) и в Дубне (рис. 4) проводили похожие эксперименты по изучению пятен. Сравните, в какой лаборатории получилось пятно боль-

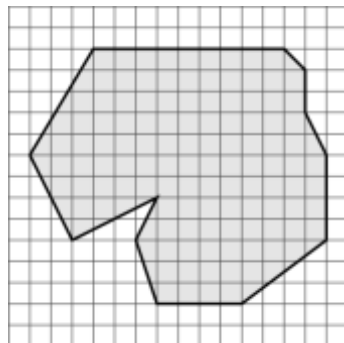


Рис. 3

Кембридж

(1 клетка = 0,5 дюйма)

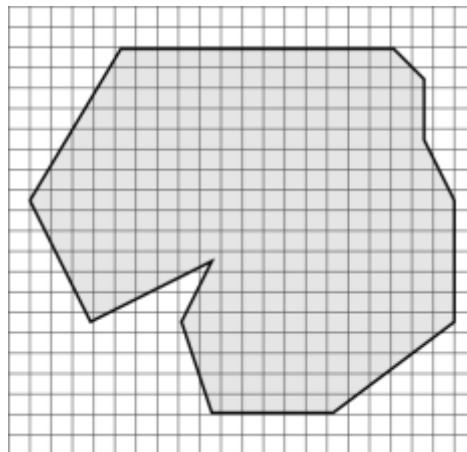


Рис. 4

Дубна

(1 клетка = 10 мм)

шей площади? 1 дюйм = 25,4 мм.

#### Решение

Можно по-честному посчитать клетки и умножить полученное число на площадь одной английской клетки (161,3 мм<sup>2</sup>) и российской (100 мм<sup>2</sup>), соответственно.

Но, нетрудно заметить, что пятна подобны, поэтому достаточно подсчитать отношение клеток в одном ряду (примерно 14/20), возвести его в квадрат (умножить на себя), получится 0,49. Это будет отношение числа клеток. Далее это число надо умножить на отношение площадей одной клетки 1,61. Английское пятно имеет площадь всего лишь 0,8 от отечественного.

#### Критерии оценивания

Определение каким-либо способом отношения числа клеток.....	4
Нахождение площадей одной клетки в одной размерности .....	3
Сравнение площадей пятен .....	3

### Задача 3. Поездка

В кубический бак, доверху заполненный жидкостью, имеющей плотность  $\rho$ , опустили четыре меньших кубика плотностью  $10\rho$  и с стороной в три раз меньшей, чем у бака. Излишки

жидкости вылились (рис. 5). Какой стала средняя плотность бака с кубиками и жидкостью? Массой стенок бака пренебречь.

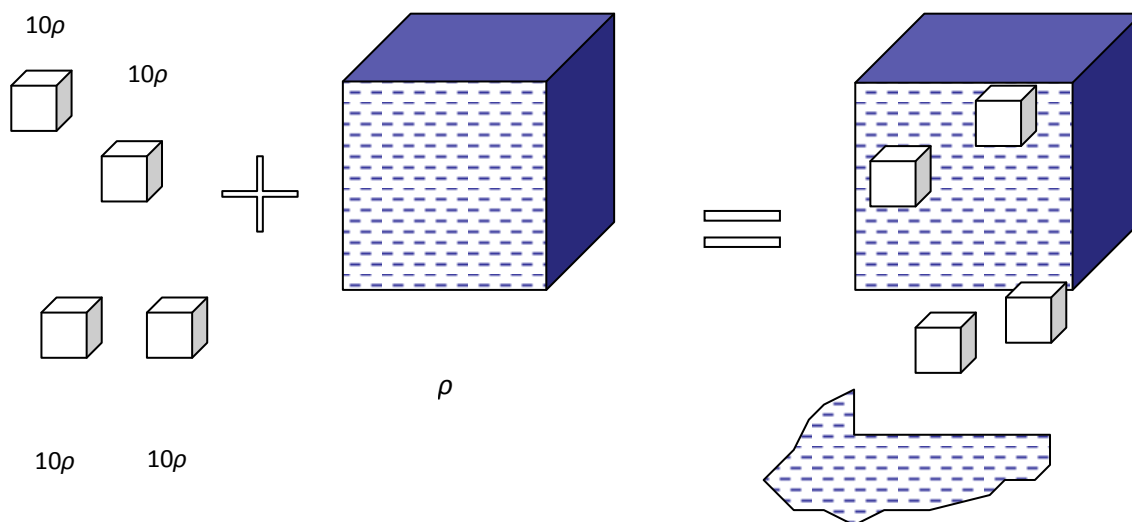


Рис. 5

*Решение*

Средняя плотность – это отношение всей массы ко всему объему. Пусть начальная масса куба с жидкостью  $m = a \cdot a \cdot a \cdot \rho$ , тогда масса маленького кубика заполненного жидкостью  $m/27$ , а масса одного кубика из более плотного вещества  $m/2,7$ . Тогда средняя плотность равна

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{m - 4 \cdot \frac{m}{27} + 4 \cdot \frac{m}{2,7}}{a^3} = \rho \left( 1 - \frac{4}{27} + \frac{4}{2,7} \right) = \frac{7}{3} \rho.$$

*Критерии оценивания*

- Определена масса маленького кубика ..... 4
- Определена масса вытесненной жидкости ..... 3
- Рассчитана средняя плотность ..... 3

**Задача 4. Плотность камня**

Мензурка была частично заполнена водой (рис. 6) В неё полностью погрузили камушек на ниточке, не касаясь им дна. Часть воды при этом вылилась. Камушек вынули. В мензурке остался новый объем воды (рис. 7). Чему равна плотность камня, если его масса 56 г?

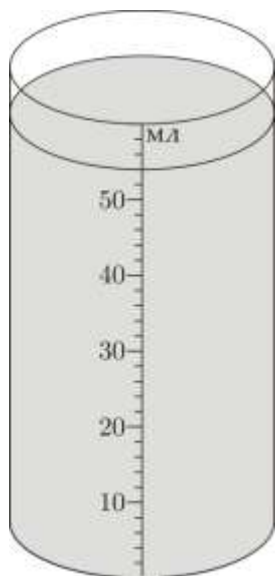


Рис. 6

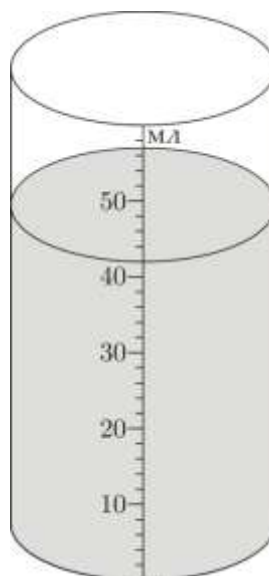


Рис. 7

*Решение*

Объем камня равен объему незаполненной части мензурки после опускания. Это  $V=18$  мл ( $\text{см}^3$ ).  
 Плотность камушка  $\rho=m/V=3,1\text{г}/\text{см}^3$ . Первый рисунок для решения задачи не нужен.

*Критерии оценивания*

Представлена идея определения объема камня.....	3
Найден объем.....	4
Рассчитана плотность.....	3

**8 класс**

**Задача 1. Речная переправа 1**

Мальчик смог переплыть реку за минимальное время. Ширина реки 100 м. Скорость мальчика относительно воды постоянна и равна 1 м/с. Зависимость скорости течения  $v$  от расстояния до берега  $x$  приведена на графике (рис. 1). На какое расстояние  $L$  вниз по реке его снесло течением? Считайте, что в любом месте реки скорость течения направлена вдоль берегов.

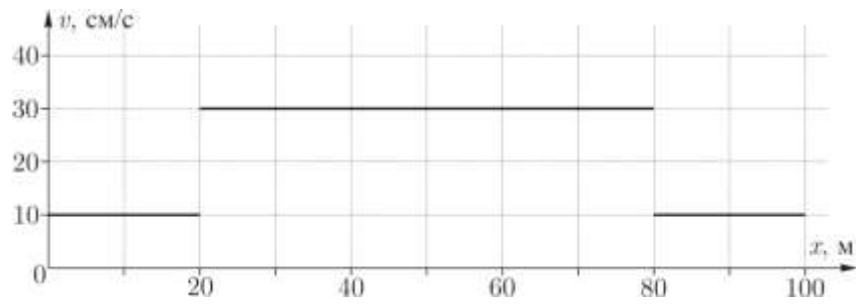


Рис. 1

*Решение*

Так как время переправы – минимальное, мальчик направлял свою скорость прямо на противоположный берег и проплывал равные участки ширины реки за равные интервалы времени. Следовательно, график зависимости скорости реки можно перерисовать в осях  $v(\dot{t})$ , где  $\dot{t}$  – время движения мальчика (рис. 2).

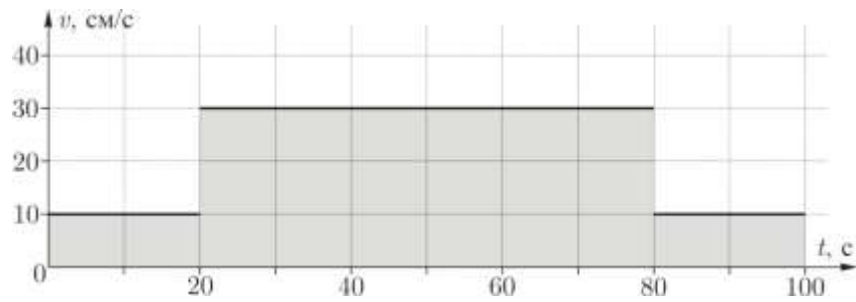


Рис. 2

Смещение вниз по реке создавалось только скоростью течения. Поэтому общий снос равен площади под графиком  $v(\dot{t})$ .

$$L = \left(2 \cdot 10 \left(\frac{\text{CM}}{\text{C}}\right) \cdot 20\text{C} + 30 \left(\frac{\text{CM}}{\text{C}}\right) \cdot 60\text{C}\right) = 2200 \text{ CM} = 22 \text{ M}.$$

*Критерии оценивания*

- Связь минимальности времени и стратегии движения..... 2
- Поэтапный расчет сноса или подсчет площади под графиком в осях  $v(\dot{t})$  ..... 6
- Численный результат ..... 2

**Задача 2. И-образная трубка**

Два открытых сверху цилиндрических сосуда соединены наискось тонкой трубкой с крапом как показано на рис. 3. В сосудах находится жидкость плотностью  $\rho$ , налитая до высот  $4h$  и  $2h$  соответственно. В

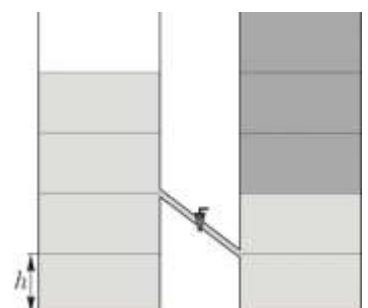


Рис. 3

правый сосуд добавили столб жидкости плотностью  $0,8\rho$  высотой  $3h$ . На сколько сместится уровень жидкости с плотностью  $\rho$  в левом сосуде после того как кран откроют? Жидкости не смешиваются, объемом соединительной трубки можно пренебречь.  $h = 8$  см.

*Решение*

Предположим, что граница раздела жидкостей не опустится до уровня трубки в правом сосуде (рис. 4). Тогда при снижении в нем уровня на  $x$ , настолько же повысится уровень в левом сосуде (так как жидкость несжимаема). Можно записать условие равенства давлений в одинаковой жидкости на одинаковой глубине. Напри-

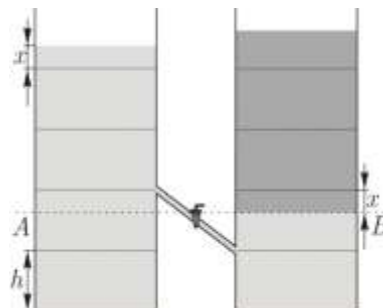


Рис. 4

мер, на уровне АВ:

$$\rho g(3h + x) + p_0 = 0,8\rho g \cdot 3h + \rho g(h - x) + p_0,$$

упрощая, получим:

$$3h + x = 2,4h + h - x,$$

откуда,  $x=0,2h$ . Так как  $x < h$ , наше предположение верно.  $x=1,6$  см.

*Критерии оценивания*

Учет несжимаемости жидкости .....	2
Условие равенства давлений в точках А и Б или аналогичных .....	4
Решение уравнения.....	2
Проверка положения границы раздела по отношению к трубке .....	1
Численный ответ.....	1

**Задача 3. Сложный рычаг**

На легком жестком двухъярусном рычаге сложной конструкции уравновешены 4 груза (рис. 5). Найдите массу груза  $m_x$ , если массы трех остальных грузов известны? Длины частей рычага заданы на рисунке.  $M = 6$  кг.

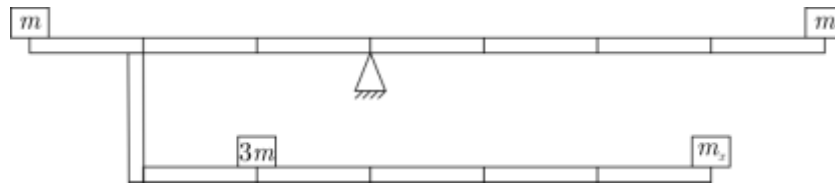


Рис. 5

*Решение*

Несмотря на сложную конструкцию нижней «полки» рычага, для системы (рычаг + грузы) можно воспользоваться правилом моментов. Будем вычислять моменты сил относительно точки подвеса.

$$mg \cdot 3L + 3mgL = m \cdot 4L + m_x g \cdot 3L, \quad (1)$$

Откуда  $m_x = 2m/3 = 4 \text{ кг.}$

*Критерии оценивания*

Расстановка внешних сил, действующих на систему .....	2
Запись правила моментов (1) .....	5
Решение уравнения (1) .....	2
Численный ответ .....	1

**Задача 4. Теплообмен**

В лаборатории в четырех стаканах находилась разное количество одинаковой жидкости при разных температурах (рис. 6). После проведения эксперимента связанного с переливанием и смешиванием, в трех стаканах оказалось другое количество жидкости при новых температурах (рис. 7). Сколько и при какой температуре осталось жидкости в четвертом стакане? Теплоемкостью стаканов, потерями жидкости и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

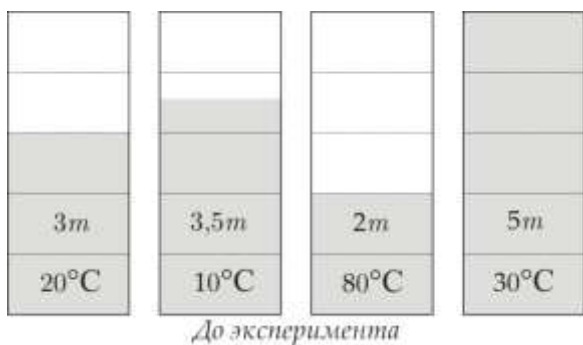


Рис. 6

*Решение*  
Масса жид-

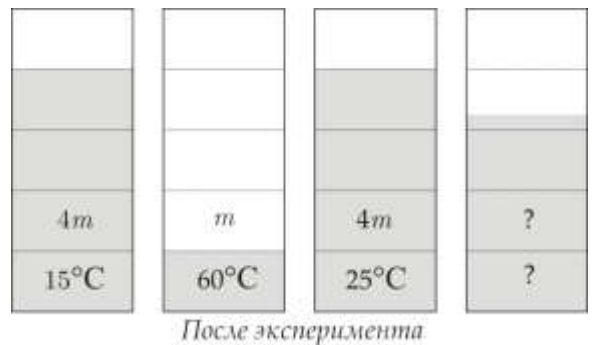


Рис. 7

кости должна оставаться неизменной:

$$3m + 3,5m + 2m + 5m = 4m + m + 4m + m_x.$$

Откуда  $m_x = 4,5m$ .

### Вариант 1.

Для нахождения температуры содержимого четвертого стакана удобно рассмотреть эксперимент эквивалентный данному и состоящий из трех этапов:

- 1) Все жидкости охлаждают до некоторой одинаковой температуры, при этом запасая выделившуюся теплоту  $Q$  в тепловом резервуаре;
- 2) Жидкости при этой температуре переливают;
- 3) Теплоту  $Q$  возвращают сосудам, причём каждый из них нагревается до конечной температуры.

Отсюда понятно, что сумма величин  $c_i m_i t_i$  остаётся постоянной в этом эксперименте.

$$3mc \cdot 20^\circ\text{C} + 3,5mc \cdot 10^\circ\text{C} + 2mc \cdot 80^\circ\text{C} + 5mc \cdot 30^\circ\text{C} = Q = \\ = 4mc \cdot 15^\circ\text{C} + mc \cdot 60^\circ\text{C} + 4mc \cdot 25^\circ\text{C} + m_x c t_x.$$

С учетом  $m_x = 4,5m$ , получим  $t_x = 41,1^\circ\text{C}$ .

### Вариант 2.

Для нахождения температуры содержимого четвертого стакана воспользуемся методом «виртуального банка тепла». Предположим, что изначальное содержимое стаканов остыло до некоторой нулевой температуры. При этом выделилось тепло, которое мы запасаем в некотором «банке». Затем это тепло пустим на нагревание содержимого трех стаканов в конце. Остатки тепла пойдут на нагрев содержимого четвертого стакана. По сути этот метод - отражение закона сохранения энергии для тепловых процессов. Уравнение теплового баланса примет вид:

$$3mc \cdot 20^\circ\text{C} + 3,5mc \cdot 10^\circ\text{C} + 2mc \cdot 80^\circ\text{C} + 5mc \cdot 30^\circ\text{C} = Q = \\ = 4mc \cdot 15^\circ\text{C} + mc \cdot 60^\circ\text{C} + 4mc \cdot 25^\circ\text{C} + m_x c t_x.$$

С учетом  $m_x = 4,5m$ , получим  $t_x = 41,1^\circ\text{C}$ .

### Критерии оценивания

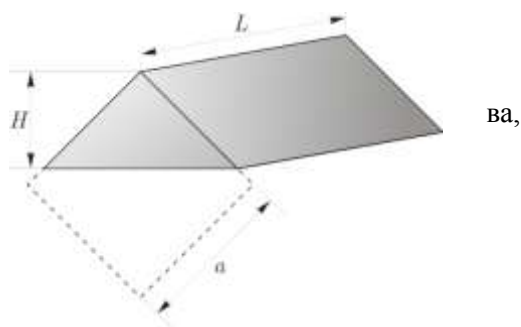
Нахождение массы содержимого четвертого сосуда.....	1
Использование закона сохранения энергии.....	5
Нахождение температуры содержимого четвертого стакана .....	4



## 9 класс

### Задача 1. Скрытый брусок

Брусок квадратного сечения опустили в воду, и он погрузился так, что из воды выступала его часть высотой  $H=0,6a$  (рис. 1), где  $a$  – сторона квадрата. Какова плотность  $\rho$  дерева из которого изготовлен брусок? Плотность воды  $\rho_0=1,00$  г/см<sup>3</sup>.



#### Решение

Найдём массу всего бруска:

$$m=La^2\rho.$$

Объём погруженной части равен

$$V_n=La^2 - 0,5(H \cdot 2H)L=L(a^2-H^2).$$

Приравняем силу тяжести силе Архимеда:

$$La^2\rho g= L(a^2-H^2)\rho_0g,$$

$$\rho = \rho_0(1-(H/a)^2)=0,64 \text{ г/см}^3.$$

#### Критерии оценивания

Нахождение массы всего бруска.....	2
Нахождение объёма погруженной части .....	4
Запись равенство сил.....	3
Численный ответ.....	1

### Задача 2. Среднее сближение 2

Две машины едут по прямому участку дороги навстречу друг другу. Графики зависимости скоростей машин от пройденного расстояния приведены на рис. 3 и рис. 4. Вначале расстояние между машинами было равно 20 км.

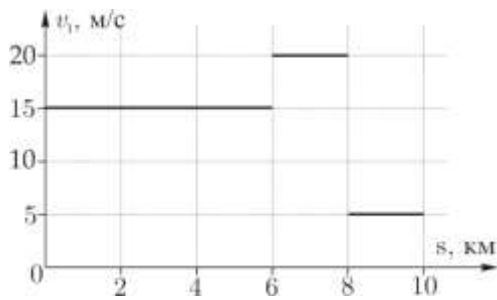


Рис. 3

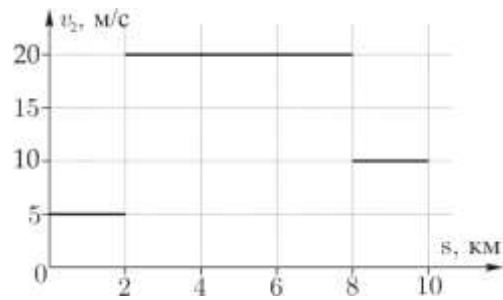


Рис. 4

Чему равна средняя скорость сближения машин до их встречи? С какой максимальной скоростью сближались машины? Сколько времени длилось сближение с максимальной скоростью?

**Указание:** скорость сближения равна отношению изменения расстояния между телами ко времени, за которое расстояние изменялось.

*Решение*

Заметим, что время прохождения 10 км одинаково у первой (400 с + 100 с + 400 с) и второй (400 с + 300 с + 200 с) машины. Времена для отдельных участков находятся из графиков. Следовательно встреча произойдет через 900 с. Средняя скорость сближения  $\frac{20000 \text{ м}}{900 \text{ с}} = 22,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Для ответа на остальные вопросы задачи удобно перерисовать графики в координатах  $v(t)$  для каждой из машин и сложить их, так как машины двигались навстречу (рис. 5).

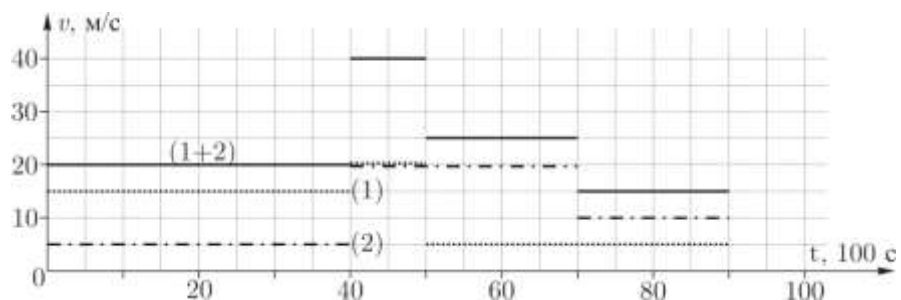


Рис. 6

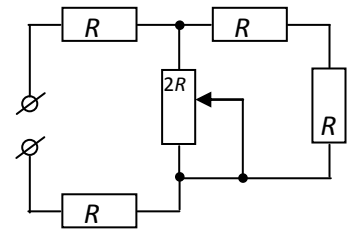
*Из графика видно, что максимальная скорость сближения 40 м/с и длилось такое движение 100 с. Критерии оценивания*

- Определение времен для участков, пройденных первой машиной..... 2
- Определение времен для участков, пройденных второй машиной..... 2

Определение средней скорости сближения .....	1
Графики $v(t)$ .....	1
Нахождение максимальной скорости сближения .....	2
Нахождение времени движения с максимальной скоростью .....	2

### Задача 3. Переменное сопротивление

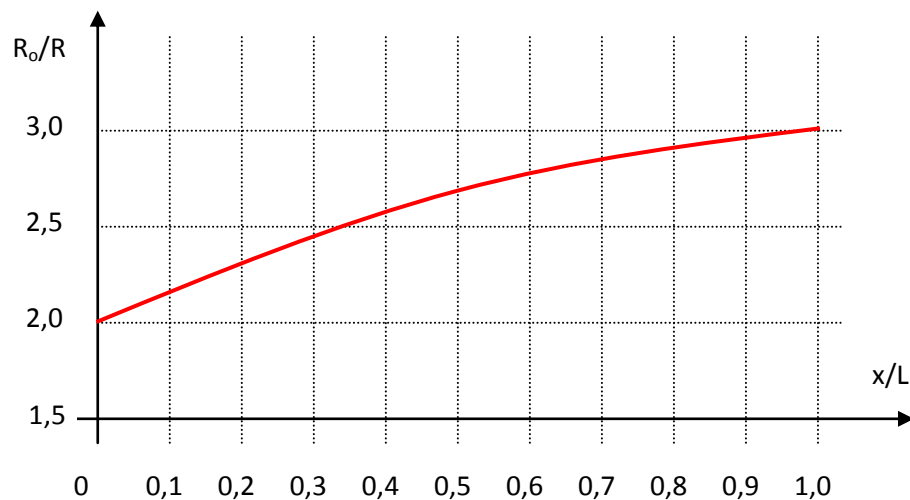
Постройте график зависимости общего сопротивления цепи от положения ползунка потенциометра. Сопротивление потенциометра между неподвижными контактами  $2R$ .



#### Решение

Потенциометр можно представить в виде двух резисторов, один из которых «закорочен» ползунком. Сопротивление другого резистора изменяется от 0 до  $2R$  в зависимости от положения ползунка.  $r=2Rx/L$ , где  $L$  — максимальное перемещение ползунка. Сопротивление цепи

$R_0 = 2R + \frac{r2R}{r + 2R} = 2R \left( \frac{2x + L}{x + L} \right)$ . График строим по нескольким точкам.



*Критерии оценивания*

Указано на линейность зависимости сопротивления реостата от положения ползунка ..... 2  
Рассчитано общее сопротивление цепи ..... 4  
Представлен график зависимости сопротивления от положения ползунка ..... 4

**Задача 4. Разгон**

Гоночный болид движется по прямолинейному участку трассы равноускорено. Скорость болида в конце участка  $v_2 = 98$  м/с, скорость в начале участка  $v_1 = 40$  м/с. Какой была скорость болида  $v_x$  на 1/4 пути от начала разгона?

*Решение*

Весь путь пройденный автомобилем:

$$s = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a}$$

Начальная часть пути, в  $n$  раз меньшая всего пути:

$$\frac{s}{n} = \frac{v_x^2 - v_1^2}{2a} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2an}$$

отсюда получаем выражение для скорости  $v_x$ :

$$v_x = \sqrt{\frac{v_2^2 + (n - 1)v_1^2}{n}}$$

Подставляя  $n = 4$  и  $v_2 = 2,45v_1$  получаем ответ:

$$v_x \approx 1,5v_1 = 60 \text{ м/с.}$$

*Критерии оценивания*

Найдена длина всего пути, пройденного автомобилем ..... 2  
Найдена длина  $n$ -той части пути, пройденной автомобилем ..... 1  
Записано выражение, связывающее скорости  $v_1, v_2, v_x$  ..... 4  
Получен ответ для  $v_x$  ..... 3

## Задача 5. Теплообмен

В лаборатории в четырех стаканах находилась разное количество одинаковой жидкости при разных температурах (рис. 6). После проведения эксперимента связанного с переливанием и смешиванием, в трех стаканах оказалось другое количество жидкости при новых температурах (рис. 7). Сколько и при какой температуре осталось жидкости в четвертом стакане? Теплоемкостью стаканов, потерями жидкости и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

### Решение

Масса жидкости должна оставаться неизменной:

$$3m + 3,5m + 2m + 5m = 4m + m + 4m + m_x.$$

Откуда  $m_x = 4,5m$ .

### Вариант 1.

Для нахождения температуры содержимого четвертого стакана удобно рассмотреть эксперимент эквивалентный данному и состоящий из трех этапов:

- 1) Все жидкости охлаждают до некоторой одинаковой температуры, при этом запасая выделившуюся теплоту  $Q$  в тепловом резервуаре;
- 2) Жидкости при этой температуре переливают;
- 3) Теплоту  $Q$  возвращают сосудам, причём каждый из них нагревается до конечной температуры.

Отсюда понятно, что сумма величин  $c_i m_i t_i$  остаётся постоянной в этом эксперименте.

$$3mc \cdot 20^\circ\text{C} + 3,5mc \cdot 10^\circ\text{C} + 2mc \cdot 80^\circ\text{C} + 5mc \cdot 30^\circ\text{C} = Q = \\ = 4mc \cdot 15^\circ\text{C} + mc \cdot 60^\circ\text{C} + 4mc \cdot 25^\circ\text{C} + m_x c t_x.$$

С учетом  $m_x = 4,5m$ , получим  $t_x = 41,1^\circ\text{C}$ .

### Вариант 2.

Для нахождения температуры содержимого четвертого стакана воспользуемся методом «виртуального банка тепла». Предположим, что изначальное содержимое стаканов остыло до некоторой нулевой температуры. При этом выделилось тепло, которое мы запасаем в некотором «банке». Затем это тепло пустим на нагревание содержимого трех стаканов в конце. Остатки тепла пойдут на нагрев содержимого четвертого стакана. По сути этот метод - отражение закона сохранения энергии для тепловых процессов. Уравнение теплового баланса примет вид:

$$3mc \cdot 20^\circ\text{C} + 3,5mc \cdot 10^\circ\text{C} + 2mc \cdot 80^\circ\text{C} + 5mc \cdot 30^\circ\text{C} = Q = \\ = 4mc \cdot 15^\circ\text{C} + mc \cdot 60^\circ\text{C} + 4mc \cdot 25^\circ\text{C} + m_x c t_x.$$

С учетом  $m_x = 4,5m$ , получим  $t_x = 41,1^\circ\text{C}$ .

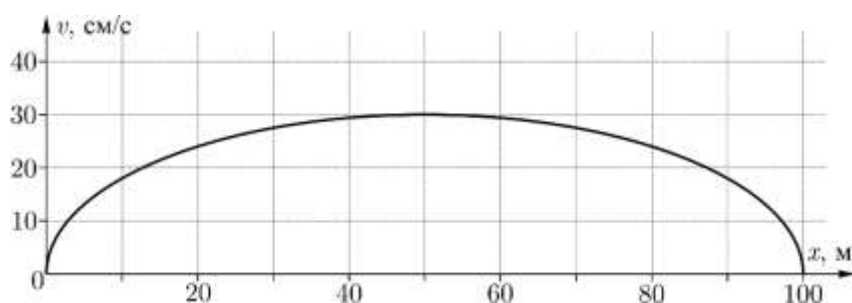
### Критерии оценивания

Нахождение массы содержимого четвертого сосуда.....	1
Использование закона сохранения энергии.....	5
Нахождение температуры содержимого четвертого стакана .....	4

## 10 класс

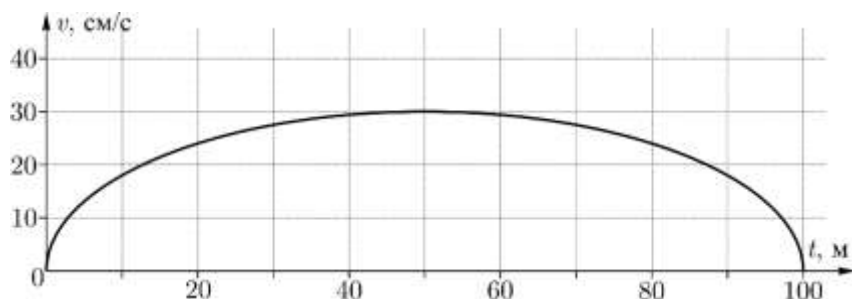
### Задача 1. Речная переправа

Мальчик смог переплыть реку шириной  $L = 100$  м за минимальное время. Скорость мальчика относительно воды постоянна и равна  $v = 1$  м/с. Зависимость скорости течения от расстояния от берега приведена на графике. При удачном выборе масштаба график представляет собой полуокружность. На какое расстояние вниз по реке снесло мальчика течением? Считайте, что в любом месте реки скорость течения направлена вдоль берегов.



### Решение

Так как время переправы – минимальное, мальчик направлял свою скорость прямо на противоположный берег и проплыл равные участки ширины реки за равные интервалы времени. Следовательно, график зависимости скорости реки можно перерисовать в осях  $v(t)$ , где  $t = L/v$  – время движения мальчика.



Смещение вниз по реке создавалось только скоростью течения. Поэтому общий снос равен площади под графиком  $v(t)$ . Для подсчета площади под графиком скорости воспользуемся её подобием с площадью половины круга:

$$S: v_{\max} t_{\max} = \frac{\pi R^2}{2} : 2R \cdot R .$$

Откуда следует

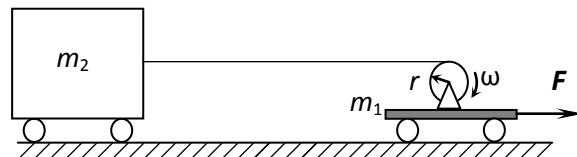
$$S = \frac{\pi}{4} v_{\max} t_{\max} = 23,6 \text{ м.}$$

### Критерии оценивания

Связь минимальности времени и стратегии движения.....	2
Поэтапный расчет сноса или подсчет площади под графиком в осях $v(t)$ .....	2
Расчет площади под графиком с использованием идеи подобия .....	4
Дан численный ответ.....	2

### Задача 2. Две тележки

Найдите силу натяжения нити, соединяющей две тележки массами  $m_1 = 1$  кг и  $m_2 = 3$  кг, которые катятся по горизонтальной плоскости, если передний конец нити наматывается на лёгкую катушку радиусом  $r = 0,1$  м, установленную на передней тележке. Катушка вращается с постоянной угловой скоростью  $\omega$ . Переднюю тележку тянут горизонтальной силой  $F = 12$  Н.



### Решение

Поскольку катушка вращается равномерно, нить укорачивается с постоянной скоростью и связь между ускорениями тел такая же, как и без катушки (т. е. когда второй конец нити прикреплен просто к тележке  $m_1$ ). Стало быть, тела движутся с одинаковыми ускорениями и для системы можно применить второй закон Ньютона:

$$a = \frac{F}{m_1 + m_2} = \frac{T}{m_2}, \text{ откуда } T = \frac{m_2}{m_1 + m_2} F = 9 \text{ Н.}$$

### Критерии оценивания

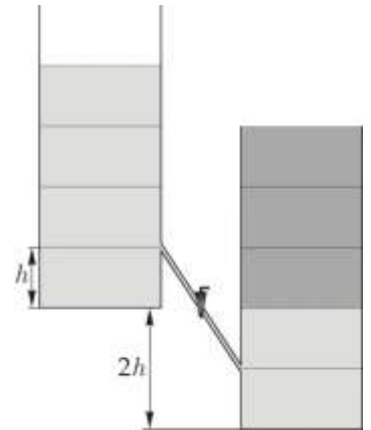
Обоснование равенства ускорений тележек .....	2
---	---

Записаны уравнения второго закона Ньютона для системы тележек и для каждой из них отдельно .....	4
Решена система уравнений.....	2
Дан численный ответ.....	2



### Задача 3. Два сосуда

Два сообщающиеся сосуда, частично заполненные жидкостью с плотностью  $\rho$  до высот  $4h$  и  $2h$ , соответственно, смещены по вертикали на высоту  $2h$ . Кран в трубке изначально закрыт. В правый сосуд добавляют жидкости плотностью  $0,8\rho$  столько, что она занимает объем высотой  $3h$ . Какой по высоте столб жидкости с плотностью  $0,8\rho$  останется в правом сосуде после того как кран откроют и установится равновесие? Сверху все сосуды открыты. Объемом соединительных трубок можно пренебречь.



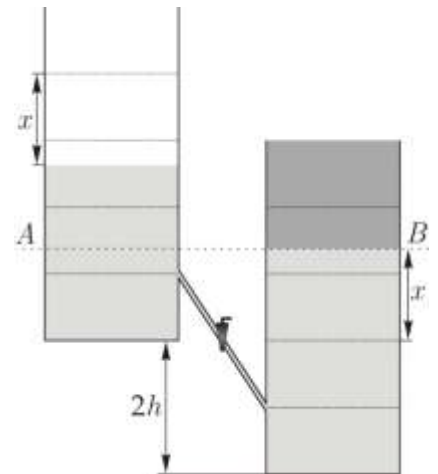
### Решение

Так как жидкость несжимаема, после того как будет открыт кран, в левом сосуде столб понизится на  $x$ , а в правом поднимется на  $x$ .

Запишем условие равновесия, приравняв давления в точках 1 и 2.

$$\rho g(4h-2x) = 0,8\rho g(3h-x),$$

откуда  $x=4h/3$ . Следовательно, жидкости с плотностью  $0,8\rho$  останется  $5h/3$ .

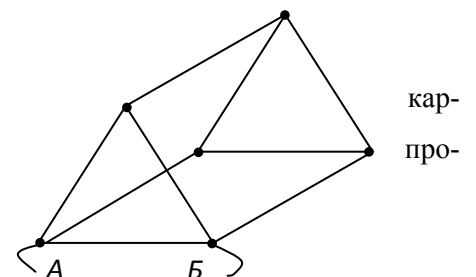


### Критерии оценивания

Учет несжимаемости жидкости .....	3
Условие равенства давлений .....	4
Ответ для уровня легкой жидкости .....	3

### Задача 4. Сопротивление каркаса

Определите сопротивление между точками  $A$  и  $B$  проволочного каркаса (рис. 6). Сопротивление каждого прямолинейного участка волокна равно  $R$ .



Решение

Рис. 6

Для определенности пусть к точке  $B$  подключен плюс источника, а к точке  $A$  – минус. Тогда токи будут направлены от  $B$  к  $A$  (рис. 7). Расставим токи в ветвях цепи с учетом симметрии схемы и закона Ома: силы токов обратно пропорциональны сопротивлениям параллельных ветвей (см. рис.).

Начнем с дальнего конца схемы, так как там сила тока меньше по величине. Пусть сила тока, текущего от узла 3 к узлу 4 равна  $I$ . Тогда, в силу симметрии, от узла 4 к узлу 2 идет ток такой же силы  $I$ . Следовательно, по перемычке 41 ток не идет. В ветви 32 сила тока равна  $2I$ , так как её сопротивление в 2 раза меньше, чем ветви 342. Из закона сохранения заряда, следует, что сила тока, идущего от точки  $B$  к узлу

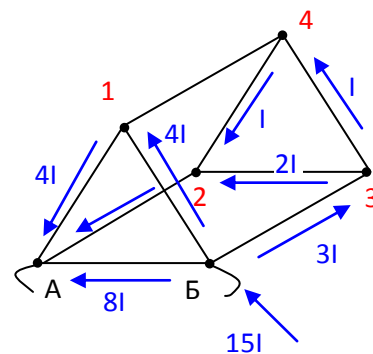


Рис. 7

3 равна  $3I$ . Такой же ток идет от точки 2 к узлу  $A$ . Напряжение между  $B$  и  $A$  по контуру  $B32A$  равно:

$$3IR + 2IR + 3IR = 8IR.$$

Следовательно, в ветви  $BA$  сила тока равна  $8I$ , а в ветви  $B1A$   $4I$ . Общая сила тока, входящего в узел  $B$ , равна  $15I$ . Общее сопротивление цепи равно отношению напряжения между  $A$  и  $B$  к общей силе тока.

$$R_0 = \frac{8IR}{15I} = \frac{8}{15}R.$$

Критерии оценивания

Обоснование отсутствия тока в перемычке 41 .....	2
Расстановка токов в ветвях или последовательность эквивалентных преобразований, упрощающих схему .....	6
Определение общего сопротивления .....	2

### Задача 5. Наименьшее давление

Определите наименьшее возможное давление идеального газа в процессе, происходящем по закону  $T = T_0 + \alpha V^2$ , где  $T_0$  и  $\alpha$  — положительные постоянные,  $V$  — объём одного моля газа.

*Решение*

Запишем уравнение состояния для идеального газа, взятого в количестве 1 моль.

$$pV = RT,$$

где  $V$  — молярный объём газа. С учётом уравнения процесса (данного в условии), получим:

$$pV = R T_0 + \alpha V^2.$$

Это квадратное уравнение (относительно  $V$ ) корни которого:

$$V_{1,2} = \frac{p}{2\alpha V} \pm \sqrt{\left(\frac{p}{2\alpha V}\right)^2 - \frac{T_0}{\alpha}}.$$

В случае, когда давление достигает минимума, дискриминант обращается в ноль:

$$\left(\frac{p}{2\alpha V}\right)^2 - \frac{T_0}{\alpha} = 0.$$

Отсюда получаем:

$$p_{\min} = 2R\sqrt{\alpha T_0}.$$

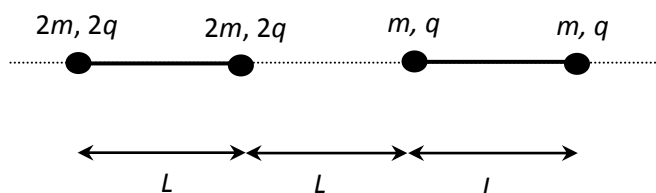
*Критерии оценивания*

Записано уравнение состояния с учетом уравнения процесса.....	2
Записано выражения для объема газа, как функции давления .....	3
Указан способ поиска минимального давления .....	3
Дан ответ .....	2

## 11 класс

### Задача 1. Равновесие рычага IV

Вдоль одной прямой расположены две пары скрепленных зарядов. Величины зарядов и их массы указаны на рисунке. С какими ускорениями начнут разлетаться эти пары? Какие скорости они приобретут после разлета на большое расстояние? Считайте движение пар зарядов поступательным. Расстояние  $L$ , заряд  $q$  и масса  $m$  заданы.



#### Решение

Для правой пары зарядов запишем второй закон Ньютона:

$$2kq^2 \left( \frac{1}{L^2} + \frac{2}{(2L)^2} + \frac{1}{(3L)^2} \right) = 2ma_1,$$

где  $a_1$  — ускорение этой пары. Из записанного уравнения находим ускорение:

$$a_1 = \frac{29kq^2}{18L^2}.$$

По третьему закону Ньютона, на левую пару зарядов со стороны правой действует такая же по величине сила. Однако масса левой пары в два раза больше, поэтому её ускорение

$$a_2 = \frac{a_1}{2} = \frac{29kq^2}{36L^2}.$$

Так как система замкнута, мы можем воспользоваться законами сохранения импульса и энергии, причем, энергию взаимодействия зарядов внутри пары не будем учитывать, так как она не изменяется.

$$\frac{kq2q}{L} + \frac{kq2q}{2L} + \frac{kq2q}{2L} + \frac{kq2q}{3L} = \frac{2mu_1^2}{2} + \frac{2 \cdot 2mu_2^2}{2}$$

$$\text{и} \quad 0 = 2mu_1 - 2 \cdot 2mu_2,$$

где  $u_1$  — скорость правой пары,  $u_2$  — скорость левой пары.

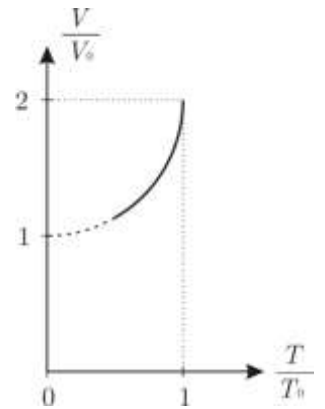
$$\text{Откуда } u_1 = \frac{2q}{3} \sqrt{\frac{7k}{Lm}} \text{ и } u_2 = \frac{q}{3} \sqrt{\frac{7k}{Lm}}.$$

*Критерии оценивания*

Получено выражение для силы взаимодействия двух пар зарядов.....	1
Найдены ускорения $a_1, a_2$ .....	2
Записан закон сохранения энергии.....	2
Записан закон сохранения импульса .....	2
Решение системы.....	3

**Задача 2. Необычный процесс**

На рисунке представлена (в относительных единицах) зависимость объёма порции воздуха массой  $m = 10$  г от его температуры (примерно шестая часть окружности единичного радиуса). Найдите максимальное давление  $p_{\max}$ , которого достигал воздух в процессе нагревания, если  $V_0 = 1$  л, а  $T_0 = 300$  К. В этой задаче воздух можно считать идеальным газом.



*Решение*

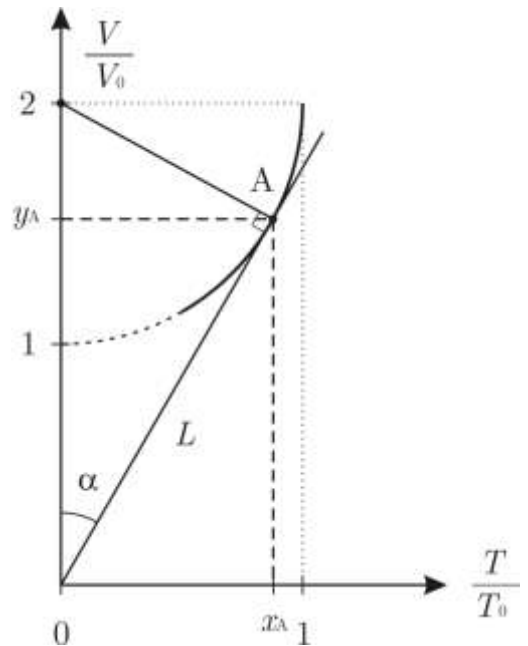
Запишем уравнение состояния идеального газа:

$$pV = \nu RT \Leftrightarrow \frac{V}{V_0} = \left( \frac{\nu RT_0}{pV_0} \right) \frac{T}{T_0}$$

Видно, что процесс с постоянным давлением (изобара) в используемых координатах представляет из себя прямую, проходящую через начало координат. Причем чем больше давление, тем больше угол  $\alpha$  (см. рис.). Таким образом, точку, в которой давление было максимально, можно найти проведя касательную из начала координат к графику процесса (т. А на рисунке). Поскольку радиус окружности единичный,  $\sin \alpha = 1/2$ , значит,  $\alpha = 30^\circ$  и

$$L = 2 \cos \alpha = \sqrt{3},$$

$$x_A = L \sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}, \quad y_A = L \cos \alpha = \frac{3}{2}.$$



Зная координаты точки на графике, найдём максимальное давление:

$$p_{max} = \frac{m}{\mu} R \frac{x_A T_0}{y_A V_0} \approx 5 \times 10^5 \text{ Па,}$$

где  $\mu = 29 \text{ г/моль}$  — молярная масса воздуха.

### Критерии оценивания

Связь максимального давления с углом наклона вспомогательной изобары .....	2
Максимальное давление в данном процессе в точке касания самой «пологой» изобары .....	2
Определение координат точки касания .....	4
Определение максимального давления .....	2

### Задача 3. Акустический резонанс

Если над трубой, открытой с одного конца, протекает воздух, в ней может возникнуть акустический резонанс – труба «поёт». Звук возникает тогда, когда на длине  $L$  воздушного столба в трубе укладывается нечетное число четвертей длины волны звука  $\lambda$ . Основной резонанс возникает при  $L = \lambda/4$ . На рис. 1 представлен спектр акустических резонансов, возникающих в пробирке при продувании через нее воздуха (рис. 2). По вертикальной оси отложена амплитуда колебаний, а по горизонтальной – частота. Частота  $\nu_1 = 431 \text{ Гц}$  соответствует основному резонансу.

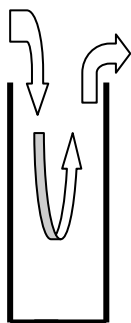


Рис. 2

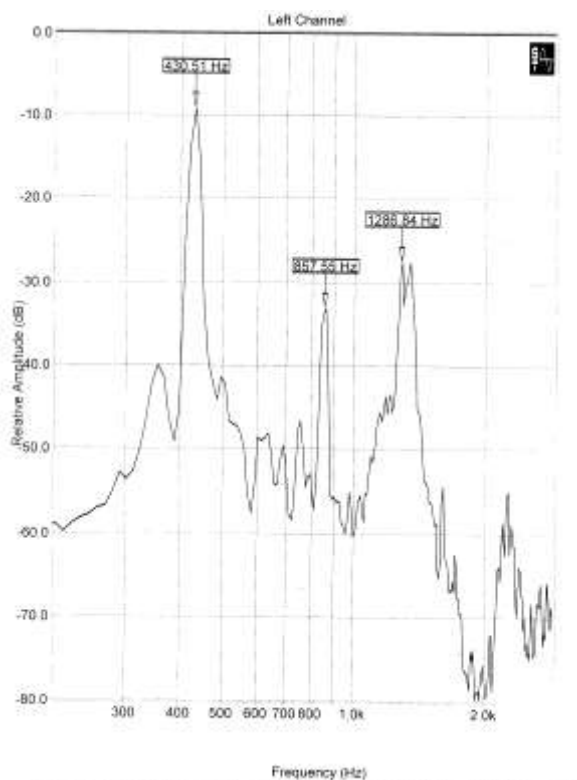


Рис. 1

Экспериментально исследовалась зависимость частоты  $\nu$  основного акустического резонанса в пробирке от объема  $V$  налитой в нее воды. Вода в пробирку наливалась для того, чтобы изменять в ней длину воздушного столба.

Погрешностью измерения резонансной частоты можно пренебречь.

В таблице представлены результаты измерений:

$V$ , мл	0	10	20	30	40
$\nu$ , Гц	431	495	569	677	829

Путем графической обработки экспериментальных результатов определите длину  $L$  и внутренний диаметр  $d$  пробирки. Скорость звука в воздухе  $u_{зв} = 340$  м/с.

*Решение*

$$l = L - \frac{V}{S},$$

где  $S$  — площадь сечения внутренней части пробирки.

Условие основного акустического резонанса имеет вид:

$$\frac{1}{4} \lambda = L - \frac{V}{S}.$$

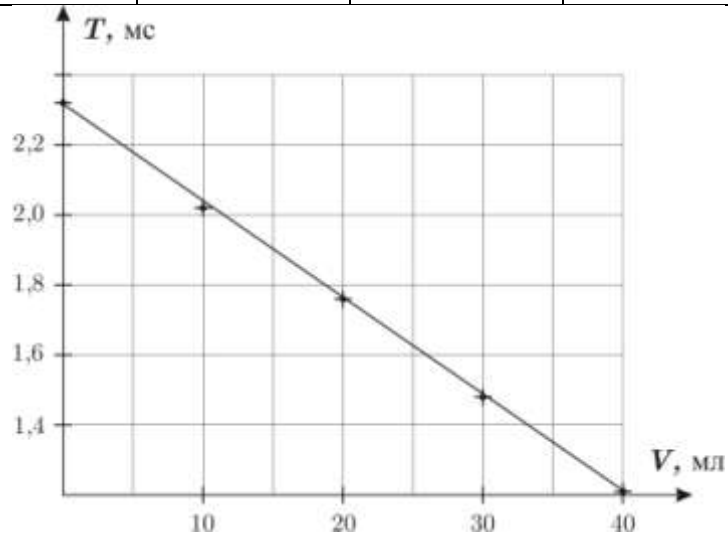
Поскольку  $\nu \lambda = v_{зв}$  ( $\nu$  — частота), получаем:

$$\frac{1}{4} \frac{v_{зв}}{\nu} = L - \frac{V}{S}, \quad \text{или} \quad T = \frac{1}{\nu} = \frac{4}{v_{зв}} L - \frac{4}{v_{зв}} \frac{V}{S} \quad (1)$$

Зависимость (1) является линейной функцией обратной частоты (периода колебаний  $T$ ) от объема налитой воды. Значение  $1/\nu$  при  $V = 0$  позволяет определить длину пробирки  $L$ , а наклон графика функции  $T(V)$  — диаметр  $d$ . Для каждого значения  $V$  посчитаем  $T$  и построим график:

$V$ , мл	0	10	20	30	40
$T$ , мс	2,32	2,02	1,76	1,48	1,21

$\nu$ , Гц	431	495	569	677	829
------------	-----	-----	-----	-----	-----



Из графика:

$$T(0) = 2,32 \text{ мс} = \frac{4L}{v_{\text{зв}}}, \quad \text{откуда } L = 19,7 \text{ см.}$$

Наклон графика:

$$\frac{\Delta T}{\Delta V} = -\frac{1,10 \text{ мс}}{40 \text{ мл}} = -27,5 \frac{\text{с}}{\text{м}^3} = -\frac{4}{v_{\text{зв}} S}, \quad \text{откуда } S = 4,28 \text{ см}^2.$$

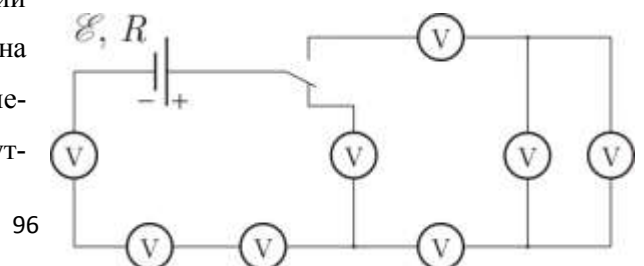
$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = 23 \text{ мм.}$$

### Критерии оценивания

Условие основного акустического резонанса.....	2
Получена линейная зависимость $T$ от $V$ .....	2
Таблица и график.....	3
Найдено значение $L$ с точностью 5% .....	2
Найдено значение $d$ с точностью 5% .....	1

### Задача 4. Много вольтметров

На сколько процентов изменится сумма показаний всех вольтметров в цепи, схема которой приведена на рис. 1, если перевести переключатель из нижнего положения (1) в верхнее положение (2)? Внут-





реннее сопротивление  $R$  источника равно сопротивлению вольтметра. Все вольтметры одинаковые.

*Решение*

В положении 1 ключа сила тока, проходящего через источник равна  $I_1 = \frac{\varepsilon}{5R}$ . Суммарные показания

всех 4-х вольтметров  $U_1 = 4 \cdot I_1 R = \frac{4}{5} \varepsilon$ .

В положении 2 сила тока, текущего через источник равна  $I_2 = \frac{\varepsilon}{6,5R}$ . Причем два параллельных

вольтметра показывают напряжение вдвое меньше остальных, так как через них течет вдвое меньший ток. Новые суммарные показания  $U_2 = 5 \cdot I_2 R + 2 \frac{I_2}{2} R = \frac{12}{13} \varepsilon$ . Отношение суммарных показаний

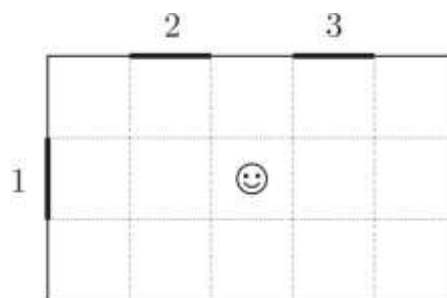
$\frac{U_2}{U_1} = \frac{15}{13} = 1,15$ . Следовательно, суммарные показания увеличились на 15 процентов.

*Критерии оценивания*

Нахождение тока в первом случае .....	1
Нахождение тока во втором случае .....	2
Выражение для суммарных показаний в первом случае .....	2
Выражение для суммарных показаний во втором случае .....	3
Нахождение процентного изменения .....	2

**Задача 5. Тренажерный зал**

На двух стенах тренажерного зала висят 3 одинаковых плоских зеркала. Какое максимальное количество своих изображений видит спортсмен, стоящий в центре зала? Какое максимальное количество изображений спортсмена одновременно может видеть сторонний наблюдатель? Изобразите план зала и выделите на нём области, из которых он может видеть изображение спортсмена. Для каждой области сделайте отдельный рисунок. На отдельном рисунке изобразите область из которой наблюдатель может видеть максимальное число изображений. План тренажерного зала с зеркалами (вид сверху) приведен на схеме. Считайте спортсмена не слишком крупным (почти точечным)



### Решение

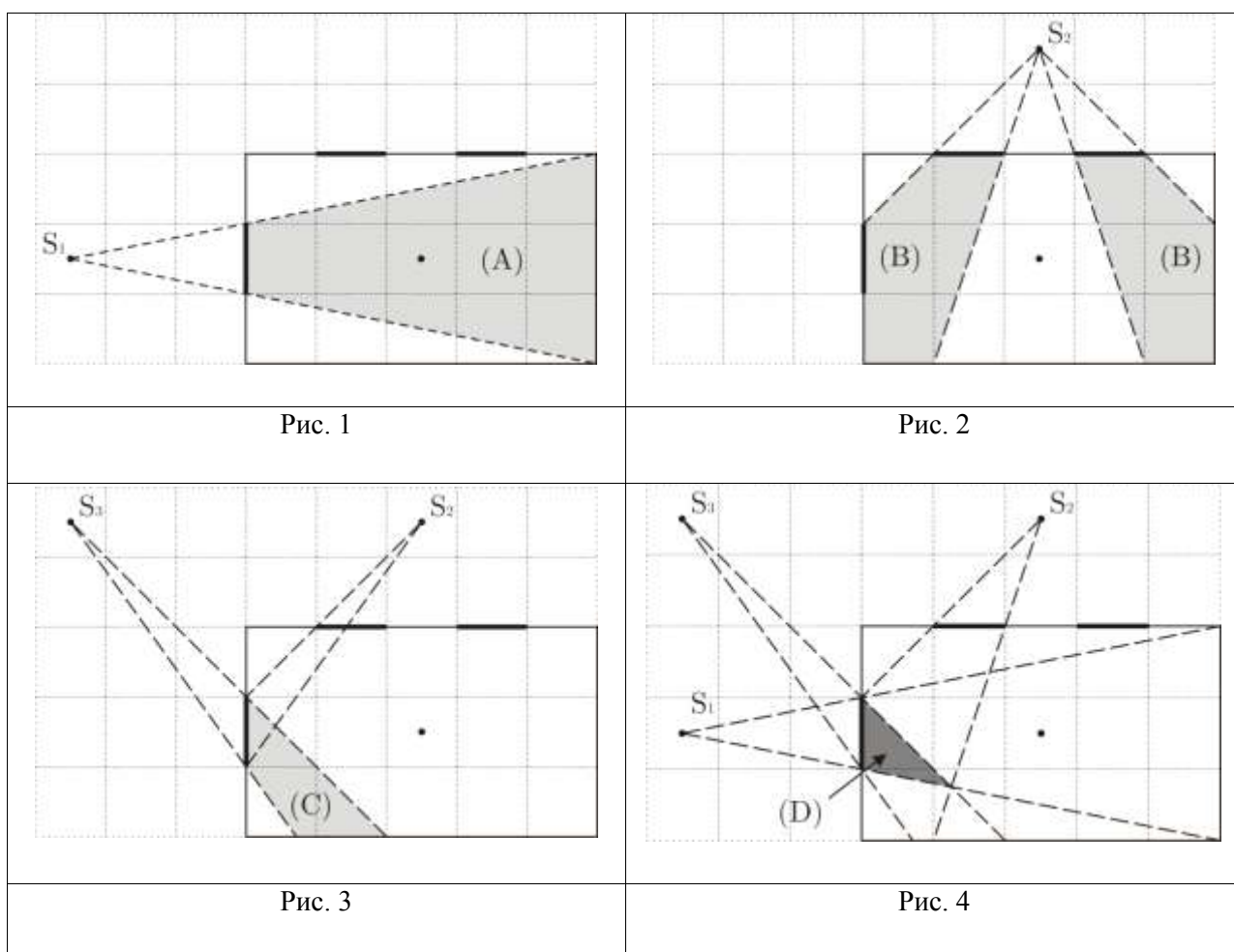
Точечный предмет и его изображение в плоском зеркале равноудалены от плоскости зеркала. Оба они лежат на перпендикуляре, проведенном к плоскости этого зеркала.

На рисунке 1 показана область (А), из которой видно изображение  $S_1$ .

На рисунке 2 показаны две области (В), из которой видно изображение  $S_2$ .

На рисунке 3 показана область (С), из которой в зеркале 1 видно изображение  $S_3$ .

Все три изображения будут видны из той части комнаты (область (D)), в которой перекрываются области (А), (В), (С). На рисунке 4 она выделена тёмным цветом.



Итак, из построений видно, что спортсмен может видеть только одно свое изображение  $S_1$  в зеркале 1.

Сторонний наблюдатель может видеть все 3 изображения из области (D), выделенной темным цветом.

*Критерии оценивания*

Построена область (А) .....	1
Построена область (В).....	2
Построена область (С).....	3
Какое максимальное число изображений можно наблюдать.....	1
Построена область (D) .....	2
Сколько своих изображений видит спортсмен.....	1

Если построены «дополнительные» области видимости S3, то за п.3 баллов не давать!