

**Управление образования
Одесской областной государственной администрации**

Одесский институт усовершенствования учителей

Ришельевский лицей

Летняя физико-математическая школа

(28 июня – 11 июля 1998 года)

Материалы научной программы

(В помощь организаторам научного творчества школьников)

Одесса 1998

Печатается по решению Учёного Совета
Одесского института
усовершенствования учителей

(протокол № 6 от 13 июня 1998 года)

**Сборник материалов
областной летней
физико-математической школы**

(28 июня – 11 июля 1998 года, пансионат “Одесса”,
посёлок Каролино-Бугаз Овидиопольского района Одесской области)

Составители:

МИТЕЛЬМАН Игорь Михайлович, кандидат физ.-мат. наук
КОЛЕБОШИН Валерий Яковлевич, кандидат физ.-мат. наук
АЛЬТМАН Игорь Самойлович

В сборник включены материалы областной летней физико-математической школы 1998 года: задачи по математике и физике с ответами и указаниями к решениям, предлагавшиеся в командных и индивидуальных научных состязаниях, состоявшихся в рамках этой школы. В приложении приводится также и текст условий задач тренировочной олимпиады по информатике

Данный сборник представляет собой методическое пособие для организаторов научного творчества школьников.

© Одесский институт усовершенствования учителей, 1998
Ришельевский лицей, 1998

Предисловие

С момента воссоздания в 1989 году Ришельевского лицея при Одесском государственном университете его коллектив активно занят реализацией комплексной программы “Фестивали. Конкурсы. Турниры. Олимпиады”. Далеко за пределами Украины известны научные состязания самого высокого ранга, подготовленные и проведённые преподавателями Ришельевского лицея, среди которых, отметим, есть немало авторов заданий и многолетних членов жюри Всеукраинских предметных олимпиад и турниров, Соросовских олимпиад. Но при этом особое место в деятельности лицея занимают мероприятия регионального значения – источник будущих побед наших школьников в самых престижных соревнованиях юных почитателей дисциплин естественно-математического цикла. Городские и областные турниры юных физиков и юных химиков, открытые олимпиады, фестивали, конкурсы “Интеллектуальный марафон” – вот лишь краткий перечень, свидетельствующий о самом тесном творческом сотрудничестве Ришельевского лицея с педагогической общественностью нашей области и нашего города.

При этом нам всегда казалось, что потенциал такого сотрудничества используется недостаточно эффективно. И отчасти потому, что, как правило, взаимодействие с самыми талантливыми школьниками (как с представителями Ришельевского лицея, так и с учащимися других школ, лицеев и гимназий) было ограничено весьма “официальными” рамками протокола олимпиад, турниров, учебно-тренировочных сборов. С чувством “белой” зависти мы вспоминали времена традиционных областных летних и зимних лагерей Малой Академии Наук “Прометей” и взирали на опыт и, что немаловажно, на успехи регионов, сохранивших, несмотря на всем известные трудности, традиции научных лагерных смен для одарённых школьников. Как много можно успеть за время такой смены! Как здорово можно разобраться и в творческих, и в личностных качествах подающих надежды ребят, как о многом можно с ними поговорить и у костра, и даже после отчаянных спортивных баталий, в которых уже мы, носители учёных степеней и всяческих почётных титулов, должны бороться за шансы на успех...

Но в этом году и на нашу улицу пришёл долгожданный праздник! Управление образования Одесской областной государственной администрации, Одесский институт усовершенствования учителей получили возможность финансовой и организационной поддержки творческого проекта коллектива Ришельевского лицея – проведения областной летней физико-математической школы. К формированию состава участников такой школы подошли исключительно ответственно: приглашение получили в первую очередь многие призёры Всеукраинских и областных олимпиад и турниров по математике, физике, информатике, школьники, показавшие в этих состязаниях достаточно высокие результаты, а также – активные участники научных кружков из ряда школ, лицеев и гимназий города Одессы и Одесской области. Шестьдесят четыре школьника из двенадцати учебных заведений собрались в пансионате “Одесса” в посёлке Каролино-Бугаз Овидиопольского района для того, чтобы в течение двух недель прослушать лекции по любимым предметам, принять участие в тренировочных олимпиадах, физических и математических боях, ну и, конечно, хоть чуть-чуть (посмотрите расписание занятий, которое предусматривало пять-шесть уроков ежедневно!) отдохнуть. С нескрываемым

изумлением взирали работники пансионата на очень странных “отдыхающих”, которые в самое “пляжное” время с тетрадками направлялись в совершенно противоположную от морского побережья сторону. В последние же дни школы, отведённые для тренировочных олимпиад, природа своеобразным способом пощадила нас: погода не слишком располагала к приёму солнечных ванн...

Чем же было заполнено учебное время ребят, решивших посвятить две недели долгожданных каникул прекраснейшим из наук? С учетом возраста и научных интересов ребят были сформированы четыре учебные группы, причём в каждой из групп проводились занятия по всем трем дисциплинам: математике, физике и информатике. Еще в период разработки программы этой летней школы было решено избрать “вектором работы” в первую очередь подготовку школьников к участию в олимпиадах. И именно решению различных типов задач, наиболее часто сегодня встречающихся в материалах научных соревнований разного уровня, посвятили свои лекции известные учёные и преподаватели, имеющие значительный опыт работы с одарённой молодёжью, опыт проведения предметных олимпиад, а также студенты и аспиранты – недавние участники таких олимпиад. При этом учитывалось, что общепризнанных олимпиадных “звёзд” среди учащихся школы совсем немного, поэтому никакой погони за откровенной “экзотикой” в тематике лекций не было. Главенствовал принцип максимальной доступности и актуальности предлагаемого материала. Мы старались лишить “олимпиадную” тематику ореола таинственности и непостижимости. Конечно, это вовсе не означает, что такого рода знания приобретаются без всяких усилий! Но, кажется, чуть-чуть удалось сместить акценты с восприятия олимпиадной задачи как предмета исключительно высокого искусства (разумеется, многие олимпиадные задачи следует относить именно к таким, иначе терялся бы содержательный стержень этих увлекательных интеллектуальных ристалищ) в сторону постижения базовых технологий в этой сфере. Мы понимаем, что, возможно, сияющие вершины Международных и Всеукраинских олимпиад покорятся единицам из числа наших слушателей, но надеемся, что уж чистых листочков в их олимпиадных работах заметно поубавится, ибо каждый сможет найти в задании школьной, районной, областной олимпиады знакомые мотивы.

Из тех же соображений составлялись задания тренировочных олимпиад, математических и физических боёв. Пусть, решили мы, сверхновые идеи и методы немного подождут, а вот классические образцы лишний раз освежить в памяти весьма полезно. Постоянная “гонка вооружений”, заключающаяся в том, что на любую олимпиаду члены жюри стремятся неизменно предложить что-нибудь доселе невиданное, приводит к тому, что способные, но не располагающие возможностью заниматься в кружке соответствующего уровня, школьники не имеют на сегодняшних олимпиадах практически никаких шансов хотя бы на относительный успех. Кроме того, очень часто на занятиях кружка у самого высококвалифицированного преподавателя, владеющего современными “олимпиадными технологиями”, достаточно быстро выделяется обычно малочисленная группа учеников, моментально осваивающих классические приёмы и готовых идти дальше, а вот для остальных эта “банальная (!) классика” и остаётся наивысшим уровнем постижения методов решения нестандартных задач. Практика показывает, что нередко такие ребята быстро теряют интерес к участию в олимпиадном движении. И мы должны обязательно думать о том, как обеспечить нишу и для такого большинства. Олимпиадам

нужно стараться придавать не только соревновательный, но и учебный характер. Школьник должен иметь возможность на ученических олимпиадах демонстрировать помимо высокого класса эвристических способностей в решении уникальных задач и подготовку, соответствующую как углублённому уровню изучения соответствующей дисциплины, так и базовому уровню постижения олимпиадных “премудростей”. Да, ученикам, не развившим в достаточной степени свои эвристические качества, оснащённым лишь техническими навыками, вряд ли можно ожидать самых высоких мест на престижных олимпиадах, но узнаваемость сюжетов сделает для них процесс занятий в кружках более осмысленным и не прервёт его, а определённые “спортивные” достижения придут со временем. Кроме того, нужно поощрять в школьниках знание олимпиадных материалов предшествующих лет, поскольку эрудиция играет важную роль в формировании аппарата ассоциативного мышления участника научного состязания. Да и иногда старая “забытая”, но хорошая задача намного поучительнее и уместнее в олимпиадном комплекте, нежели формально новая задача сомнительного качества. Мы, многоуважаемые коллеги, не всегда учитываем, что школьники меняются в наших кружках со значительно большей частотой, чем их руководители. Нам всегда хочется сделать собственные занятия в первую очередь интересными для нас самих!

Вот учащимся летней школы, с учётом уровня подготовки и опыта большинства из них, в основном и предлагались задачи из материалов различных весьма популярных олимпиад, конкурсов, турниров минувших лет, из известных книг (основной критерий подбора задач – их методическая и эстетическая значимость, а солидный фактический возраст таких задач – поверьте – мало повлиял на свежесть их восприятия не такой уж и искушённой аудиторией). И это даже с учебной точки зрения себя вполне оправдало, так как позволило свести к минимуму психологический дискомфорт для школьников, не отягощённых олимпиадными регалиями: ведь кое-что аналогичное они уж точно видели и решали. А значит, в наших учениках укрепляется вера в познаваемость методов решения кажущихся такими нестандартными задач, в осмысленность и перспективность самого процесса подготовки.

Такова была содержательная концепция проведённых для учащихся летней школы научных соревнований: тестовых и “традиционных” олимпиад по математике и физике, олимпиады по информатике (первый тур которой был теоретическим, а на второй, машинный, были приглашены авторы лучших работ теоретического тура), увлекательнейших физических и математических командных боёв, при подготовке к которым школьники смогли прочувствовать многие особенности коллективного научного творчества. Особо подчеркнём, что каждый получил возможность испытать свои силы в состязаниях по всем трём дисциплинам, а такое многоборье удаётся организовать не слишком часто.

А какой же была тематика лекционных и практических занятий? Можете не сомневаться, что такое разнообразие и насыщенность не могли оставить равнодушными юных математиков, физиков и программистов! Занятия по теории графов и комбинаторике, математической логике, теории чисел, планиметрии, лекции о приёмах суммирования, о цепных дробях, о применении метода математической индукции, а также по комбинаторной геометрии, теории функциональных уравнений и рекуррентных соотношений, методам доказательства неравенств, методам решения задач, связанных с инвариантами и раскрасками, – вот, что предложили школьникам математики.

Огромный интерес вызвали и увлекательные занятия по физике, тематика которых тоже была обширнейшей. Учёные и преподаватели рассказывали о методах решения экспериментальных задач, о физике стереоскопического зрения, об оптических явлениях в атмосфере, о тонкостях геометрической оптики, об оптико-механических аналогиях, о физике космических полётов и о физических основах астрономических измерений, о тепловых явлениях. Ряд занятий был посвящен диаграммному методу решения задач об упругих столкновениях и основам физики неупругих столкновений, элементам теории электрических цепей, теореме Гаусса-Остроградского и её приложениям. Учебный процесс по основам информатики включал в себя как практические занятия на персональных ЭВМ (можете себе вообразить, с каким энтузиазмом директор Ришельевского лицея позволила привезти с собой недешёвые компьютеры...), так и лекции о машинной организации вычислений, об основах теории фракталов, о программировании “тьюрмитов”, о стековых и конечных автоматах и их применении для анализа строк.

Как видите, преподавательским составом летней школы была проделана огромная работа для того, чтобы сухие строки расписания, содержащего всего (!) три предмета, реализовались яркими событиями в познавательной карьере школьников, создали предпосылки для дальнейшей самостоятельной научной деятельности. Хочется поблагодарить всех без исключения преподавателей областной летней физико-математической школы за поистине самоотверженный творческий труд и в дни проведения этой школы, и в период её подготовки. Здесь же отметим, что составителям настоящего сборника в подготовке материалов олимпиад, боёв активно помогали В.П.Жуматий, П.А.Виктор, В.Л.Манакин, Р.Р.Степанян, С.М.Саприкин, К.И.Блохин.

Интересными и полезными оказались для школьников и преподавателей встречи с психологами, занимающимися проблемами интенсификации интеллектуальной деятельности.

А ещё... Ещё – были недолгие часы досуга, море, солнце, спортивные площадки и, конечно, прощальный костёр, гитара, рассвет.

Мы надеемся, что традиция таких школ будет непременно сохранена, и впереди у нас будет много именно такой – трудной, но столь прекрасной работы.

Преподаватели летней физико-математической школы

Палладий Ольга Николаевна	директор Ришельевского лицея
Заворотняя Павлина Львовна	начальник летней школы заместитель директора Ришельевского лицея
Ворохаева Вера Игоревна	заместитель начальника летней школы заместитель директора Ришельевского лицея
Колебошин Валерий Яковлевич	научный руководитель летней школы кандидат физико-математических наук
Мительман Игорь Михайлович	научный руководитель летней школы кандидат физико-математических наук
Виктор Павел Андреевич	кандидат физико-математических наук
Кулинский Владимир Леонидович	кандидат физико-математических наук
Петрушина Татьяна Ивановна	кандидат физико-математических наук
Манакин Вадим Леонидович	преподаватель Одесского университета
Альтман Игорь Самойлович	преподаватель Одесского университета
Жуматий Виктор Павлович	аспирант Одесского политехнического университета
Степанян Роман Робертович	преподаватель Ришельевского лицея
Колос Сергей Павлович	аспирант Питтсбургского университета (США)
Саприкин Сергей Михайлович	студент Одесского университета
Заславец Денис Александрович	студент Одесского университета
Блохин Константин Игоревич	студент Одесского университета

Учебно-вспомогательный персонал

Ворохаев Игорь Анатольевич	студент Одесского университета
Заворотний Григорий Юрьевич	студент Одесского университета
Терещенко Андрей Григорьевич	студент Одесского университета

Учащиеся летней физико-математической школы

Восьмой класс

1.	Бабич Алексей	Ришельевский лицей г. Одессы
2.	Балушка Кристина	Ришельевский лицей г. Одессы
3.	Бердников Андрей	Ришельевский лицей г. Одессы
4.	Богушевич Наталия	Ришельевский лицей г. Одессы
5.	Волкодав Владимир	Ришельевский лицей г. Одессы
6.	Задорожный Сергей	Ришельевский лицей г. Одессы
7.	Иванов Роман	Политехнический лицей г. Измаила
8.	Изотов Андрей	Ришельевский лицей г. Одессы
9.	Кац Геннадий	Мариинская гимназия г. Одессы
10.	Коваленко Александр	Политехнический лицей г. Измаила
11.	Кожевников Денис	Ришельевский лицей г. Одессы
12.	Коняев Игорь	СШ №3 г. Килии
13.	Короленко Дмитрий	Мариинская гимназия г. Одессы
14.	Кушнир Людмила	Ришельевский лицей г. Одессы
15.	Левдикова Анастасия	Ришельевский лицей г. Одессы
16.	Лещёв Владимир	Политехнический лицей г. Измаила
17.	Никитюк Светлана	Ришельевский лицей г. Одессы
18.	Обмок Андрей	Ришельевский лицей г. Одессы
19.	Павлов Александр	Гимназия г. Болграда
20.	Патраника Алексей	Староказачья СШ Б.-Днестровского района
21.	Руссев Андрей	Деленская СШ Арцизского района
22.	Рыжков Юрий	Ришельевский лицей г. Одессы
23.	Самойлик Виталий	Ришельевский лицей г. Одессы
24.	Семененко Вячеслав	Ришельевский лицей г. Одессы
25.	Семёнова Антонина	Ришельевский лицей г. Одессы
26.	Сидоренко Сергей	Ришельевский лицей г. Одессы
27.	Слободянюк Константин	Ришельевский лицей г. Одессы
28.	Стефурак Сергей	Ришельевский лицей г. Одессы
29.	Тягульский Александр	СШ №63 г. Одессы
30.	Шанин Александр	Лицей №53 г. Одессы
31.	Шлепаков Олег	Ришельевский лицей г. Одессы

Девятый класс

1.	Баранов Константин	Ришельевский лицей г. Одессы
2.	Белогубов Павел	Приморский лицей г. Одессы
3.	Главацкий Кирилл	Ришельевский лицей г. Одессы
4.	Драгомирецкий Дмитрий	Ришельевский лицей г. Одессы
5.	Квальярди Мария	Ришельевский лицей г. Одессы
6.	Копейка Анна	Ришельевский лицей г. Одессы
7.	Левченко Дмитрий	Ришельевский лицей г. Одессы
8.	Манило Андрей	Ришельевский лицей г. Одессы
9.	Млынський Вячеслав	Мариинская гимназия г. Одессы
10.	Никанёнок Юрий	Ришельевский лицей г. Одессы
11.	Обухов Пётр	Приморский лицей г. Одессы
12.	Терлецкий Дмитрий	Ришельевский лицей г. Одессы
13.	Устинов Александр	Ришельевский лицей г. Одессы
14.	Федяшов Андрей	Ришельевский лицей г. Одессы
15.	Шмычков Николай	Ришельевский лицей г. Одессы
16.	Щербаков Алексей	Ришельевский лицей г. Одессы

Десятый класс

1.	Андрианов Николай	Ришельевский лицей г. Одессы
2.	Беркович Евгений	Ришельевский лицей г. Одессы
3.	Богданов Валерий	Ришельевский лицей г. Одессы
4.	Возник Денис	Ришельевский лицей г. Одессы
5.	Гельфман Юрий	Ришельевский лицей г. Одессы
6.	Задачин Юрий	Политехнический лицей г. Измаила
7.	Ишмухаметов Ренат	Ришельевский лицей г. Одессы
8.	Каушанский Александр	Гимназия г. Болграда
9.	Костенко Олег	СШ №1 г. Белгорода-Днестровского
10.	Немерцалов Владимир	Ришельевский лицей г. Одессы
11.	Рабинович Яна	СШ №40 г. Одессы
12.	Разумов Алексей	Политехнический лицей г. Измаила
13.	Чепель Антонина	Ришельевский лицей г. Одессы
14.	Черногоров Дмитрий	СШ №1 г. Белгорода-Днестровского
15.	Шанахин Сергей	Ришельевский лицей г. Одессы
16.	Шановский Денис	Староказачья СШ Б.-Днестровского района
17.	Яковлев Андрей	Политехнический лицей г. Измаила

Программа работы летней физико-математической школы

28 июня – воскресенье

День заезда

- ☺ Завтрак
- ☺ Обед
- ☺ Ужин

29 июня – понедельник

- ☺ Завтрак
 - ☹ 9⁰⁰ – 11⁰⁰ Тестовая олимпиада по математике
 - ☹ 11¹⁰ – 13²⁵ Учебные занятия
- ☺ Обед
- ☺ Ужин

30 июня – вторник

- ☺ Завтрак
 - ☹ 9⁰⁰ – 11⁰⁰ Тестовая олимпиада по физике
 - ☹ 11¹⁰ – 13²⁵ Учебные занятия
- ☺ Обед
- ☺ Ужин

1 июля – среда

- ☺ Завтрак
 - ☹ 9⁰⁰ – 13⁴⁰ Учебные занятия
- ☺ Обед
 - ☹ 15³⁰ Выдача заданий математического боя
- ☺ Ужин

2 июля – четверг

- ☺ Завтрак
 - ☹ 9⁰⁰ – 12⁵⁵ Учебные занятия
- ☺ Обед
 - ☹ Подготовка команд к математическому бою
- ☺ Ужин

3 июля – пятница

- ☺ Завтрак
 - ☹ 9⁰⁰ – 13⁴⁰ Учебные занятия
- ☺ Обед
 - ☹ 15³⁰ Математический бой
- ☺ Ужин
 - ☹ 20⁰⁰ Выдача заданий физического боя

4 июля – суббота

- ☺ Завтрак
 - ☹ 9⁰⁰ – 12⁵⁵ Учебные занятия
- ☺ Обед
 - ☹ Подготовка команд к физическому бою
- ☺ Ужин

5 июля – воскресенье**День отдыха**

☺ Завтрак

☺ Обед

☺ Ужин

6 июля – понедельник

☺ Завтрак

☹ 9⁰⁰ – 13⁴⁰ Учебные занятия

☺ Обед

☹ 15³⁰ Физический бой

☺ Ужин

7 июля – вторник

☺ Завтрак

☹ 9⁰⁰ – 13⁰⁰ Олимпиада по информатике (теоретический тур)

☺ Обед

☹ 15³⁰ – 17³⁰ Лекции по выбору

☺ Ужин

8 июля – среда

☺ Завтрак

☹ 9⁰⁰ – 13⁰⁰ Олимпиада по математике

☺ Обед

☹ 15³⁰ – 17³⁰ Лекции по выбору

☺ Ужин

9 июля – четверг

☺ Завтрак

☹ 9⁰⁰ – 13⁰⁰ Олимпиада по физике

☺ Обед

☺ Ужин

10 июля – пятница

☺ Завтрак

☹ 9⁰⁰ – 12⁵⁵ Учебные занятия☹ 9⁰⁰ – 13⁰⁰ Финал олимпиады по информатике
(для победителей теоретического тура)

☺ Обед

☺ 16⁰⁰ Подведение итогов работы летней физико-математической школы.
Награждение победителей олимпиад

☺ Ужин

11 июля – суббота

☺ Завтрак

☺ Обед

☹ Разъезд участников летней физико-математической школы

Расписание занятий

Дата	Время	Группа №1 8 класс	Группа №2 8 класс	Группа №3 9-10 классы	Группа №4 9-10 классы
29 июня понедельник	9.00–11.00	Тестовая олимпиада по математике			
	11.10–11.50	Физика	Информатика	Математика	Математика
	11.55–12.35	Математика	Информатика	Физика	Физика
	12.45–13.25	Математика	Математика	Физика	Информатика
30 июня вторник	9.00–11.00	Тестовая олимпиада по физике			
	11.10–11.50	Математика	Математика	Физика	Информатика
	11.55–12.35	Информатика	Физика	Математика	Математика
	12.45–13.25	Физика	Математика	Информатика	Математика
1 июля среда	9.00–9.40	Физика	Информатика	Математика	Физика
	9.45–10.25	Физика	Информатика	Математика	Физика
	10.35–11.15	Математика	Физика	Математика	Информатика
	11.25–12.05	Математика	Физика	Физика	Информатика
	12.15–12.55	Информатика	Математика	Физика	Математика
	13.00–13.40	Информатика	Математика	Физика	Математика
2 июля четверг	9.00–9.40	Физика	Математика	Математика	Физика
	9.45–10.25	Физика	Информатика	Математика	Физика
	10.35–11.15	Математика	Информатика	Физика	Математика
	11.25–12.05	Математика	Физика	Информатика	Математика
	12.15–12.55	Математика	Математика	Информатика	Математика
3 июля пятница	9.00–9.40	Физика	Математика	Физика	Математика
	9.45–10.25	Физика	Математика	Физика	Математика
	10.35–11.15	Физика	Математика	Физика	Математика
	11.25–12.05	Математика	Математика	Математика	Математика
	12.15–12.55	Математика	Физика	Математика	Физика
	13.00–13.40	Математика	Физика	Математика	Физика
4 июля суббота	9.00–9.40	Информатика	Математика	Математика	Физика
	9.45–10.25	Информатика	Математика	Математика	Физика
	10.35–11.15	Физика	Информатика	Математика	Математика
	11.25–12.05	Физика	Информатика	Физика	Математика
	12.15–12.55	Математика	Физика	Физика	Информатика
6 июля понедельник	9.00–9.40	Математика	Физика	Информатика	Математика
	9.45–10.25	Математика	Физика	Информатика	Математика
	10.35–11.15	Информатика	Математика	Информатика	Физика
	11.25–12.05	Физика	Математика	Физика	Информатика
	12.15–12.55	Физика	Информатика	Математика	Информатика
	13.00–13.40	Математика	Информатика	Математика	Информатика
10 июля пятница	9.00–9.40	Физика	Математика	Физика	Физика
	9.45–10.25	Физика	Математика	Математика	Информатика
	10.35–11.15	Математика	Математика	Математика	Информатика
	11.25–12.05	Математика	Физика	Информатика	Математика
	12.15–12.55	Математика	Физика	Информатика	Математика

**Победители математической олимпиады
(по итогам тестового и “традиционного” туров)**

Восьмой класс

Фамилия, имя	Тест	Олимпиада	Рейтинг	Степень диплома
Руссев Андрей	12	35	2,80	I
Лещёв Владимир	8	33	2,42	II
Сидоренко Сергей	10	28	2,27	III
Богушевич Наталия	10	28	2,27	III
Шлепаков Олег	8	28	2,13	III

Девятый класс

Фамилия, имя	Тест	Олимпиада	Рейтинг	Степень диплома
Копейка Анна	14	29	2,59	I
Манило Андрей	6	22	1,66	II
Левченко Дмитрий	9	15	1,46	III
Федяшов Андрей	8	14	1,33	III
Главацкий Кирилл	7	15	1,32	III
Баранов Константин	5	17	1,30	III
Квальярди Мария	6	15	1,26	III

Десятый класс

Фамилия, имя	Тест	Олимпиада	Рейтинг	Степень диплома
Беркович Евгений	12	28	2,40	I
Яковлев Андрей	8	28	2,13	II
Рабинович Яна	12	22	2,06	II
Разумов Алексей	8	21	1,73	III
Чепель Антонина	8	20	1,68	III
Ишмухаметов Ренат	9	17	1,57	III

Примечание. На тестовом туре было предложено **пятнадцать** задач, правильный **ответ** на вопрос каждой из которых оценивался в **один** балл. На втором, “традиционном”, туре предлагалось **пять** задач, каждая из которых оценивалась в **семь** баллов. Рейтинг **R** вычислялся по формуле $R = 2 \cdot \Sigma_{\text{олимп}} / 35 + \Sigma_{\text{тест}} / 15$.

**Победители физической олимпиады
(по итогам тестового и “традиционного” туров)**

Восьмой класс

Фамилия, имя	Тест	Олимпиада	Рейтинг	Степень диплома
Руссев Андрей	10	92	2,47	I
Кушнир Людмила	5	99	2,29	II
Лещёв Владимир	9	80	2,16	II
Шанин Александр	10	72	2,07	II
Тягульский Александр	9	58	1,72	III
Шлепаков Олег	8	61	1,72	III
Левдикова Анастасия	5	67	1,65	III
Семененко Вячеслав	4	65	1,55	III
Задорожный Сергей	6	57	1,52	III
Иванов Роман	7	52	1,48	III
Волкодав Владимир	6	52	1,42	III

Девятый класс

Фамилия, имя	Тест	Олимпиада	Рейтинг	Степень диплома
Белогубов Павел	16	56	2,12	I
Главацкий Кирилл	11,5	64	2,00	II
Баранов Константин	10,5	47	1,60	III
Терлецкий Дмитрий	10,5	36	1,38	III
Щербаков Алексей	10	36	1,35	III
Копейка Анна	10,5	29	1,24	III

Десятый класс

Фамилия, имя	Тест	Олимпиада	Рейтинг	Степень диплома
Андрианов Николай	14,5	79	2,43	I
Яковлев Андрей	14,5	56	1,97	II
Рабинович Яна	12,5	59	1,92	II
Разумов Алексей	15,5	48	1,87	III
Ишмухаметов Ренат	16	45	1,84	III
Чепель Антонина	11,5	53	1,74	III
Задачин Юрий	15,5	36	1,63	III
Немерцалов Владимир	9	54	1,58	III
Гельфман Юрий	11,5	41	1,50	III

Примечание. На тестовом туре ученикам восьмого и девятого классов было предложено **шестнадцать** задач, а десятиклассникам – **семнадцать**. При этом правильный ответ на вопрос каждой из задач оценивался в **один** балл. Некоторые вопросы тестов для девяти- и десятиклассников предполагали в качестве полного ответа выбор двух вариантов, с чем и связано полуцелое количество баллов у ряда участников. На втором, “традиционном”, туре предлагалось **десять** задач, каждая из которых оценивалась в **десять** баллов. Рейтинг R для восьмиклассников и для девятиклассников вычислялся по формуле $R = 2 \cdot \Sigma_{\text{олимп}}/100 + \Sigma_{\text{тест}}/16$, а для десятиклассников – по формуле $R = 2 \cdot \Sigma_{\text{олимп}}/100 + \Sigma_{\text{тест}}/17$.

Победители олимпиады по информатике

Победители финального (компьютерного) тура

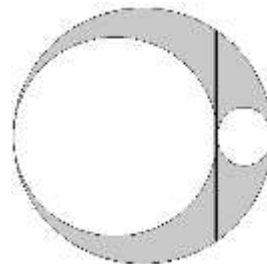
Фамилия, имя	Степень диплома
Руссев Андрей	I
Богданов Валерий	II
Возник Денис	III
Задорожный Сергей	III

Победители отборочного (теоретического) тура

Фамилия, имя	Степень диплома
Иванов Роман	I
Разумов Алексей	I
Задорожный Сергей	II
Руссев Андрей	II
Сидоренко Сергей	II
Богданов Валерий	III
Копейка Анна	III
Волкодав Владимир	III
Кушнир Людмила	III
Беркович Евгений	III
Возник Денис	III
Белогубов Павел	III
Обмок Андрей	III
Шанахин Сергей	III
Бердников Андрей	III

ТЕСТОВАЯ ОЛИМПИАДА ПО МАТЕМАТИКЕ*

1. Какое **наибольшее** количество чисел можно выбрать из набора $1, 2, \dots, 2001$ так, чтобы разность любых двух из выбранных чисел **не являлась** простым числом ?
 А) 401 число; Б) 501 число; В) 502 числа;
 Г) среди предыдущих ответов отсутствует правильный.
2. Каждую грань кубика разбили на четыре одинаковых квадрата, а затем раскрасили эти квадраты на поверхности кубика в несколько цветов так, что любые два квадрата, имеющие общую сторону, оказались окрашенными в различные цвета (стороны таких квадратов считаются вообще неокрашенными). Какое наибольшее количество одноцветных квадратов могло при этом получиться ?
 А) шесть квадратов; Б) восемь квадратов; В) десять квадратов;
 Г) среди предыдущих ответов отсутствует правильный.
3. Пусть множество M состоит из тех и только тех натуральных чисел, которые сами являются степенью двойки, и из которых можно получить другую степень двойки путём приписывания к их десятичной записи слева какой-нибудь ненулевой цифры. Сколько чисел входит во множество M ?
 А) два числа; Б) пять чисел;
 В) тринадцать чисел; Г) бесконечно много чисел.
4. К десятичной записи числа 5^{1998} справа приписали десятичную запись числа 2^{1998} . Сколько цифр содержит получившееся при этом число ?
 А) 1998 цифр; Б) 1999 цифр; В) 2000 цифр;
 Г) среди предыдущих ответов отсутствует правильный.
5. Длина хорды, касающейся двух окружностей (см. рисунок), равна 2. Найдите площадь закрашенной части большего из трёх изображённых кругов.
 (Напоминаем, что площадь S круга радиуса R вычисляется по формуле $S = \pi R^2$.)
 А) $\pi/2$; Б) $3\pi/4$; В) π ; Г) $3\pi/2$.
6. Какое наименьшее количество точек нужно отметить на плоскости, “снабжённой” единицей длины, чтобы среди попарных расстояний между ними встретились расстояния, выраженные числами 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 ?
 А) 13 точек; Б) 9 точек; В) 8 точек; Г) 7 точек.
7. На международный шахматный конгресс в Нью-Васюки согласились приехать 25 знаменитых гроссмейстеров. Все они играют в разную силу, а в каждой партии обязательно побеждает сильнееший из двух игроков. Каким наименьшим количеством партий всегда смогут обойтись организаторы конгресса, чтобы выявить двух сильнейших гроссмейстеров ?
 А) 31 партией; Б) 30 партиями; В) 29 партиями; Г) 28 партиями.



* На выполнение задания отводилось 2 часа. Правильный ответ на вопрос каждой из задач оценивался в 1 балл

8. Найдите количество способов, которыми можно расположить в ряд **10** белых и **8** чёрных фишек так, чтобы никакие две чёрные фишки при этом не стояли рядом ?

А) $\frac{9 \cdot 10 \cdot 11}{1 \cdot 2 \cdot 3} = 165$ способов; Б) $10^{10-8+1} = 1000$ способов; В) $8^{10-8+1} = 512$ способов;

Г) среди предыдущих ответов отсутствует правильный.

9. Сколькими способами можно представить число **1999** в виде разности квадратов двух натуральных чисел ?

А) бесконечным количеством способов; Б) одним способом;

В) двумя способами; Г) среди предыдущих ответов отсутствует правильный.

10. Внутри остроугольного треугольника ABC взята такая точка M , что $\angle ABM = \angle ACM$, $\angle BCM = \angle BAM$, $\angle CAM = \angle CBM$. Тогда такая точка M в треугольнике ABC обязательно является

А) точкой пересечения высот;

Б) точкой пересечения биссектрис; В) точкой пересечения медиан;

Г) среди предыдущих ответов отсутствует правильный.

11. Найдите сумму коэффициентов многочлена **стандартного вида**, тождественно равного произведению $(2 + 2x - 3x^2)^{1998} \cdot (3 - 3x + 2x^2)^{1999}$.

А) 0; Б) 1; В) 2^{1999} ; Г) среди предыдущих ответов отсутствует правильный.

12. Найдите **наибольшее** натуральное число, делящееся нацело на **13**, все цифры десятичной записи которого попарно различны. Запишите это число на **бланке ответов**.

13. На доске написаны **1997** нулей, **1998** единиц и **1999** двоек. За один шаг разрешается стереть любые две **различные** цифры и вместо них записать третью по следующему правилу: вместо **нуля** и **единицы** записывается **двойка**, вместо **нуля** и **двойки** – **единица** и, наконец, вместо **единицы** и **двойки** записывается **нуль**.

После многократного выполнения такой операции на доске осталась одна цифра. Какая именно ?

А) 0; Б) 1; В) 2; Г) определить однозначно нельзя.

14. Пусть x и y – действительные числа. Найдите наименьшее значение выражения

$$\sqrt{x^2 + (1-y)^2} + \sqrt{y^2 + (2-x)^2}.$$

А) $\sqrt{3}$; Б) 2; В) $\sqrt{5}$;

Г) среди предыдущих ответов отсутствует правильный.

15. Пусть положительные числа x, y, z удовлетворяют соотношению $xyz = 1$. Найдите значение выражения

$$\frac{1}{1+x+xy} + \frac{1}{1+y+yz} + \frac{1}{1+z+zx}.$$

А) 1/2; Б) 1; В) 3/2;

Г) при данном условии это выражение может принимать не только одно значение.

ТРЕНИРОВОЧНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА*

Задачи №№ 1–5 предназначены для учащихся, окончивших восьмой класс

Задачи №№ 5–9 предназначены для учащихся, окончивших девятый класс

Задачи №№ 9–13 предназначены для учащихся, окончивших десятый класс

1. Дан равнобедренный треугольник ABC , в котором $CA = CB$. Окружность ω с центром в точке O касается прямой BC в точке B , а также – касается продолжения стороны AC за точку C в точке D . Докажите, что точка H пересечения прямых AB и DO лежит на окружности ω .

2. Найдите значение выражения

$$\frac{a^4 + a^3 + a^2 + 9}{a^5 - a^2 - a + 6},$$

если известно, что $a^3 + a - 1 = 0$.

3. Отпечатали миллион трамвайных билетов с шестизначными номерами от 000000 до 999999. Билет с номером $\overline{abcdef}$ называется “прекрасным”, если $af + be + cd = 100$. Докажите, что сумма номеров всех отпечатанных “прекрасных” билетов делится нацело на 1001.

4. Докажите, что для любых чисел a и b выполняется неравенство

$$\frac{a^4 + a^2b^2 + b^4}{3} \geq \frac{a^3b + ab^3}{2}.$$

5. Каждая клетка таблицы размера 1998×1998 покрашена в один из 1997 цветов. За один шаг разрешается все клетки любой строки или столбца перекрасить в некоторый цвет, если в данной строке или в данном столбце есть хотя бы две клетки этого цвета. Можно ли с помощью таких шагов добиться того, чтобы все клетки таблицы оказались покрашенными в один цвет?

6. Найдите все функции f , определённые на всей числовой оси, для которых при любых x и y выполняется равенство

$$f(x^2 + y) = f(x) + f(y^2).$$

7. Пусть $ABCD$ – вписанный в окружность четырехугольник, диагонали которого взаимно перпендикулярны, а P – точка пересечения его диагоналей. Докажите, что прямая, проведенная через точку P перпендикулярно прямой BC , делит отрезок AD пополам.
8. Докажите, что для любых наперёд заданных различных натуральных чисел m и n можно указать такие попарно различные натуральные числа x , y и z , что $z^3 = mx + ny$.

* На выполнение задания отводилось 4 часа. Каждая задача оценивалась в 7 баллов. Использование калькуляторов не допускалось.

9. Докажите, что для любых чисел a и b выполняется неравенство

$$2a^4 + 2b^4 \geq ab(a + b)^2.$$

10. Найдите все функции f , определённые на всей числовой оси, для которых при любых x и y выполняется равенство

$$f(x - f(y)) = 1 - x - y.$$

11. Представьте многочлен

$$x^8 + x^6 + x^4 + x^2 + 1$$

в виде произведения двух отличных от констант многочленов с целыми коэффициентами.

12. На шахматной доске размера 1999×1999 расставили 1999 ладей так, что никакие две из них не бьют друг друга. Докажите, что в любом квадрате размера 1000×1000 находится хотя бы одна из этих ладей.
13. На сторонах **AB** , **BC** и **CA** остроугольного треугольника **ABC** отмечены точки **M** , **N** и **K** соответственно, причём $\angle AMK = \angle BMN = \angle ACB$. Обозначим точку пересечения отрезков **AN** и **BK** через **L** . Докажите, что точки **C** , **K** , **L** и **N** лежат на одной окружности.

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ БОЙ¹

Задание для учащихся восьмого класса

1. На обычной чёрно-белой шахматной доске, клетки которой имеют размер 1×1 , расположена окружность таким образом, что все её точки – чёрные. Какой наибольший радиус может иметь такая окружность? (Границы клеток считаются чёрными.)
2. Даны пять одинаковых квадратов. Можно ли, выполняя прямолинейные разрезы, разбить эти квадраты на части так, чтобы из всех получившихся частей складывался один квадрат?
3. Может ли степень двойки с натуральным показателем оканчиваться четырьмя одинаковыми цифрами?
4. Какое из чисел больше: $2^{100} + 3^{100}$ или 4^{100} ?
5. Пусть a, b, c – натуральные числа, причём число $3a + 4b + 5c$ делится нацело на 11. Докажите, что число $9a + b + 4c$ также делится нацело на 11.
6. Существует ли стозначное натуральное число, десятичная запись которого не содержит нулей, и которое делится нацело на сумму своих цифр?
7. Числовая последовательность $a_1, a_2, a_3, \dots$ определена следующим образом: $a_1 = 19, a_2 = 98, a_{n+2} = (a_{n+1} + 1)/a_n$ при всех натуральных n . Найдите a_{1998} .
8. В прямоугольной декартовой системе координат xOy построили графики линейных функций $y = ax + b$ и $y = bx + a$ ($a \neq b$). Точку их пересечения отметили красным цветом, а точки пересечения каждого из них с осью ординат – синим цветом. После этого систему координат и сами графики стёрли, оставив только три отмеченные точки (сами числа a и b также считаются неизвестными). Можно ли с помощью циркуля и линейки восстановить начало координат?
9. Пусть x и y – положительные числа, причём $xy > x + y$. Докажите, что выполняется такое неравенство: $x + y > 4$.
10. Найдите значение арифметического выражения

$$\frac{1}{2 + \frac{1}{3 + \frac{1}{4 + \dots \frac{1}{1998}}}} + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{3 + \frac{1}{4 + \dots \frac{1}{1998}}}}}.$$

11. Докажите, что если в выпуклый четырёхугольник $ABCD$ можно вписать окружность, то окружности, вписанные в треугольники ABC и ACD , – касаются друг друга.
12. В каждую клетку прямоугольной таблицы размера 10×19 записали одно из чисел: нуль или единицу. А после этого подсчитали сумму чисел в каждом столбце и в каждой строке. Какое наибольшее количество различных чисел могло получиться?

¹ Правила математических боёв подробно изложены в журнале “Математика в школе” (№4, 1990 год).

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ БОЙ

Задание для учащихся девятого и десятого класса

1. Квадрат произвольным образом разрезан на прямоугольники. Доказать, что при этом площадь круга, описанного около данного квадрата, не превосходит суммы площадей кругов, описанных около прямоугольников.
2. Обозначим через $d(n)$ сумму всех натуральных делителей натурального числа n . Доказать, что существует бесконечно много натуральных чисел n , для которых выполняется равенство $d(n) = 2n - 1$.
3. Существует ли выпуклый семнадцатиугольник, который можно разрезать на четырнадцать треугольников?
4. Можно ли шахматную доску размера 21×21 обойти ходом коня, побывав на каждом поле ровно по одному разу?
5. Доказать, что для любого числа $x \in (0; \frac{\pi}{2})$ выполняется неравенство

$$1 + \operatorname{tg} x < \frac{1}{1 - \sin x}.$$

6. Сколько цифр содержит десятичная запись числа 2^{100} ?
7. Пусть ABC – равнобедренный треугольник. На основании AC взята точка M . Найдите расстояние между точками, в которых окружности, вписанные в треугольники ABM и MBC касаются прямой BM , если известно, что $AM = x$, $MC = y$.
8. Можно ли найти такие натуральные числа a , b и c , чтобы числа $a^b + c$, $b^c + a$, $c^a + b$ были простыми и попарно различными?
9. Внутри квадрата со стороной 1 расположены несколько кругов, сумма радиусов которых равна 0,51. Доказать, что найдется прямая, параллельная одной из сторон квадрата и пересекающая по крайней мере два круга.
10. В новогоднем карнавале принимают участие $2n$ школьников ($n \geq 2$, $n \in \mathbb{N}$). Каждый из них знаком, по меньшей мере, с n присутствующими на этом празднике (в этой задаче знакомство считается “взаимным”: человек A знаком с человеком B тогда и только тогда, когда человек B знаком с человеком A). Докажите, что среди участников карнавала найдутся четыре человека, которых можно поставить вокруг ёлки так, чтобы в этой четвёрке любые два стоящих рядом школьника оказались знакомыми между собой.
11. В треугольнике ABC с острым углом при вершине A проведена биссектриса AE и высота BH . Известно, что $\angle BEA = 45^\circ$. Найдите величину угла $EHС$.
12. Найдите все такие функции f , для которых при любых действительных числах x и y выполняется равенство $f(x - y) = f(-x) + f(y) - 2xyf(1)$.

Ответы к заданиям тестовой олимпиады по математике

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15
Б	Б	А	Б	А	В	Г	А	Б	А	В	Б	В	Б

Ответ к задаче №12:

9	8	7	6	5	4	2	1	3	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Указания к решениям задач тренировочной математической олимпиады

1. Так как $DC = BC = CA$, то точка B лежит на окружности с диаметром AD и $\angle DBA = 90^\circ$. Из условия же следует, что $\angle DBH = 90^\circ$, откуда и вытекает утверждение задачи.
2. *Ответ: 2.*
Несложно заметить, что $a^4 + a^3 + a^2 + 9 = a(a^3 + a - 1) + (a^3 + a - 1) + 10 = 10$,
 $a^5 - a^2 - a + 6 = a^2(a^3 + a - 1) - (a^3 + a - 1) + 5 = 5$.
3. Если первая триада “прекрасного” номера совпадает со второй триадой, то такой номер делится нацело на 1001. Остальные “прекрасные” номера разбиваются на пары: наряду с “прекрасным” номером $\overline{abcdef}$ таким же свойством обладает и номер $\overline{defabc}$. Но сумма таких номеров равна $1001(\overline{abc} + \overline{def})$ и потому кратна 1001.
4. Разность левой и правой части неравенства записывается в следующем виде:
$$\frac{(a-b)^2}{6} \left(\frac{(a+b)^2}{2} + 1,5(a^2 + b^2) \right) \geq 0.$$
5. *Ответ: можно.*
В любой строке таблицы найдутся, согласно принципу Дирихле, по крайней мере две клетки одного цвета. Поэтому каждую из строк можно сделать одноцветной. После этого остаётся заметить, что хотя бы две строки окажутся окрашенными в один и тот же цвет. И именно в этот цвет, очевидно, можно перекрасить все столбцы данной таблицы.
6. *Ответ: $f(x) = 0$ при всех $x \in \mathbf{R}$.*
При $y = x = 0$ получим, что $f(0) = 0$. Пусть $y = -x^2$, тогда для всех $x \in \mathbf{R}$ $f(x) + f(x^4) = 0$. При $y = 0$ получаем, что $f(x) \equiv f(x^2)$ и, следовательно, $f(x^2) \equiv f(x^4)$. Из последних трёх тождеств следует, что $f(x) \equiv 0$. Обязательная проверка показывает, что данная функция удовлетворяет условию задачи.

7. Пусть указанная в условии задачи прямая пересекает отрезок AD в точке M . Тогда, как следует из свойств высоты прямоугольного треугольника CPB , из равенства вертикальных углов и из равенства вписанных углов, $\angle PAM = \angle MPA$, $\angle MPD = \angle MDP$. А поэтому $AM = MP = MD$.
8. Можно положить, например, $z = 2mn$, $x = 4m^2n^3$, $y = 4m^3n^2$.
9. Складывая очевидное неравенство $a^4 + b^4 \geq 2a^2b^2$ и неравенство $a^4 + b^4 \geq a^3b + b^3a$ (равносильное неравенству $(a-b)^2(a^2+ab+b^2) = (a-b)^2((a+0,5b)^2+0,75b^2) \geq 0$), получим требуемый факт.
10. Ответ: $f(x) = 0,5 - x$, $x \in \mathbf{R}$.
Пусть $f(0) = a$. Тогда $f(x-a) \equiv 1-x$, откуда $f(u) = 1 - a - u$ при всех $u \in \mathbf{R}$. Проверка показывает, что функция f такого вида удовлетворяет условию задачи **тогда и только тогда**, когда $a = 0,5$.
11. Ответ: $x^8 + x^6 + x^4 + x^2 + 1 = (x^4 + x^3 + x^2 + x + 1)(x^4 - x^3 + x^2 - x + 1)$.
Получить данное разложение позволяет справедливое при всех $x \in \mathbf{R} \setminus \{-1; 1\}$ представление
- $$x^8 + x^6 + x^4 + x^2 + 1 = \frac{x^{10} - 1}{x^2 - 1} = \frac{x^5 - 1}{x - 1} \cdot \frac{x^5 + 1}{x + 1}.$$
12. Из условия следует, что на каждой вертикали и на каждой горизонтали находится ровно по одной ладье. Если при этом оказывается, что утверждение задачи неверно и в каком-то квадрате размера 1000×1000 ладьи отсутствуют, то на оставшихся 999 горизонталях стоит ровно 999 ладей и на оставшихся 999 вертикалях также стоит ровно 999 ладей. А потому общее количество ладей на нашей доске не будет превосходить $2 \cdot 999 = 1998$, что противоречит условию.
13. Заметим сначала, что из условия задачи сразу следует, что около каждого из четырёхугольников $AMNC$ и $BMKC$ можно описать окружность. Достаточно доказать, что $\angle KCN = 180^\circ - \angle KLN$, то есть, что $\angle KCN = \angle NAM + \angle KBM$. Последнее же соотношение вытекает из того, что $\angle NAM = \angle NCM$, $\angle KBM = \angle KCM$.

**Список литературы,
использованной при составлении заданий
математических соревнований
для учащихся летней физико-математической школы**

1. Материалы III (областного) этапа Всеукраинской олимпиады юных математиков.
2. Материалы III (областного) этапа Всероссийской олимпиады юных математиков.
3. Материалы конкурсов журнала “Квант” “МАТЕМАТИКА 6–8”.
4. І.В.Федак Івано-Франківські математичні олімпіади (1988 – 1997 р.р.). – Івано-Франківськ: Плай, 1997. – 56 с.
5. А.А.Корзняков Лучшие задачи математических олимпиад. – Пермь: Книжный мир, 1996. – 110 с.
6. В.О.Бугаенко Турниры им. М.В.Ломоносова (конкурсы по математике). – М.: ТЕИС, 1995. – 110 с.
7. Д.В.Фомин Санкт-Петербургские математические олимпиады. – С.-П.: Политехника, 1994. – 309 с.
8. А.А.Леман Сборник задач московских математических олимпиад. – М.: Просвещение, 1965. – 384 с.
9. Г.А.Гальперин, А.К.Толпыго Московские математические олимпиады. – М.: Просвещение, 1986. – 303 с.
10. В.А.Вишенський, О.Г.Ганюшкін, М.В.Карташов та ін. Українські математичні олімпіади. – К.: Вища школа, 1993. – 415 с.
11. В.А.Вышенский, Н.В.Карташов, В.И.Михайловский, М.И.Ядренко Сборник задач киевских математических олимпиад. – К.: Вища школа, 1984. – 240 с.
12. С.А.Генкин, И.В.Итенберг, Д.В.Фомин Ленинградские математические кружки. – Киров: АСА, 1994. – 272 с.

ТЕСТОВАЯ ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ*

Задание для учащихся, окончивших восьмой класс

1. Эйфелева башня в Париже имеет высоту 300 м и массу 7200 т. Точная модель этой башни высотой 30 см., сделанная из вещества, плотность которого в 3 раза меньше плотности стали, имеет массу, равную:
 А) 7,2 кг; Б) 2,4 кг; В) 24 г; Г) 2,4 г; Д) 7,2 г.
2. Сплав золота и серебра массой 400 г имеет плотность $14 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Процентное содержание золота в сплаве составляет:
 А) 50%; Б) 55%; В) 60%; Г) 65%; Д) 70%.
3. Из одного пункта в другой мотоциклист двигался со скоростью 60 км/ч. Обратный путь им был проделан со скоростью 10 м/с. Средняя скорость мотоциклиста за время движения была равна:
 А) 10 м/с; Б) 12,5 м/с; В) 18 м/с; Г) 48 км/ч; Д) 40 км/ч.
4. Кусок металла массой 780 г в воде весит 6,8 Н, в жидкости “А” – 7 Н и в жидкости “Б” – 7,1 Н. Плотности жидкостей “А” и “Б” равны, соответственно:
 А) 900 кг/м^3 ; 600 кг/м^3 ; Б) 800 кг/м^3 ; 700 кг/м^3 ; В) 800 кг/м^3 ; 600 кг/м^3 ;
 Г) 900 кг/м^3 ; 700 кг/м^3 ; Д) 800 кг/м^3 ; 500 кг/м^3 .
5. Стальной шарик массой $m=50 \text{ г}$ поднят на высоту 2 м над стальной плитой и отпущен, после чего он многократно отскакивает от плиты. После двадцатого столкновения высота его подъема стала равной 1,5 м. В результате столкновений шарика с плитой и трения о воздух выделилось количество теплоты, равное:
 А) 0,245 Дж; Б) 0,98 Дж; В) 0,735 Дж; Г) 4,9 Дж; Д) 19,6 Дж.
6. При падении камня массой 500 г и объемом 200 см^3 на дно пруда глубиной 5 м выделяется количество теплоты, равное:
 А) 14,7 Дж; Б) 24,5 Дж; В) 9,8 Дж; Г) 4,9 Дж; Д) 19,6 Дж.
7. В термос с водой поместили лед с температурой -10°C . Масса воды 400 г, масса льда 100 г, начальная температура воды 20°C . Окончательная температура воды в термосе равна:
 А) 10°C ; Б) 0°C ; В) -2°C ; Г) $2,4^\circ \text{C}$; Д) $4,7^\circ \text{C}$.
8. В калориметр с водой объемом 1 л опустили мокрый снег. Масса снега 250 г, начальная температура воды 20°C . После плавления снега температура воды в калориметре стала равной 5°C . В снеге содержалась вода массой:
 А) 50 г; Б) 65 г; В) 75 г; Г) 80 г; Д) 120 г.
9. Две лампочки мощностью 40 Вт и 60 Вт, рассчитанные на одинаковое напряжение, включены в сеть с тем же напряжением последовательно. При этом мощности, потребляемые лампочками, равны соответственно:
 А) 40 Вт и 60 Вт; Б) 30 Вт и 20 Вт; В) 12,6 Вт и 8,4 Вт;
 Г) 7,5 Вт и 5 Вт; Д) 14,4 Вт и 9,6 Вт.

* На выполнение задания отводилось 2 часа. Правильный ответ на вопрос каждой из задач оценивался в 1 балл.

10. В электрическом самоваре мощностью 600 Вт и электрическом чайнике мощностью 300 Вт при включении в сеть напряжением 220 В, на которое они рассчитаны, вода закипает одновременно через 20 мин. Если их соединить **последовательно** и включить в сеть, то вода закипит в самоваре и чайнике, соответственно, через:
- А) 3 ч; 45 мин; Б) 2 ч; 1 ч; В) 1 ч; 2 ч; Г) 45 мин; 3 ч; Д) 40 мин; 40 мин.
11. Канат длиной 5 м и массой 8 кг лежит на земле. Канат за один конец подняли на высоту, равную его длине. При этом совершили механическую работу, равную:
- А) 392 Дж; Б) 196 Дж; В) 98 Дж; Г) 49 Дж; Д) 784 Дж.
12. Какой груз можно поднять при помощи подвижного блока весом 20 Н, прилагая к свободному концу веревки силу 210 Н, если не учитывать трение? Какую работу при этом совершает человек, если груз поднялся на высоту 8 м?
- А) 400 Н, 3360 Дж; Б) 400 Н, 6330 Дж; В) 200 Н, 3360 Дж;
Г) 200 Н, 6630 Дж; Д) среди предыдущих ответов отсутствует правильный.
13. Давление воздуха в магдебургских полушариях равно 10 мм рт. ст. Радиус полушария составляет 25 см. Какую силу нужно приложить, чтобы оторвать полушария друг от друга при нормальном атмосферном давлении?
- А) $1,96 \cdot 10^4$ Н; Б) $2,69 \cdot 10^4$ Н; В) $1,96 \cdot 10^3$ Н; Г) $6,91 \cdot 10^3$ Н; Д) $1,96 \cdot 10^{-8}$ Н.
14. Плоская льдина площадью поперечного сечения $S=1$ м² и толщиной $h=0,4$ м плавает в воде. Какую работу надо совершить, чтобы льдину полностью погрузить в воду?
- А) 20 Дж; Б) 200 Дж; В) 300 Дж; Г) 2,1 Дж; Д) это невозможно.
15. Сосуд в форме куба с ребром $a=36$ см заполнен водой и керосином. Масса воды **равна** массе керосина. Определите давление жидкостей на дно сосуда. (толщиной стенок сосуда пренебречь).
- А) 2,16 кПа; Б) 16 Па; В) 1,6 кПа; Г) 0,16 МПа; Д) 10 гПа.
16. На весах уравновешен закрытый сосуд, на дне которого находится кусочек твёрдой углекислоты. Нарушится ли равновесие весов после того, как углекислота в сосуде превратится в газ? Ответ обоснуйте.
- А) да; Б) нет; В) не знаю.

Справочные данные:

плотность золота $19,3 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; плотность серебра $10,5 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

плотность воды $10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; плотность льда $900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; плотность керосина $800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

теплоёмкость воды $4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$; теплоёмкость льда $2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$;

удельная теплота плавления льда $330 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$.

ТЕСТОВАЯ ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ

Задачи №№1-16 предназначены для учащихся, окончивших девятый класс

Задачи №№9-25 предназначены для учащихся, окончивших десятый класс

1. Два автомобиля приближаются с одинаковыми по модулю скоростями к перекрестку по взаимно перпендикулярным дорогам. В некоторый момент времени расстояние от автомобилей до перекрестка составляет 300 м и 400 м. **Минимальное** расстояние между автомобилями при дальнейшем движении будет равным:

А) 100 м; Б) 50 м; В) 36,6 м; Г) 70,7 м; Д) 42 м.

2. Эскалатор метро поднимает неподвижно стоящего на нём пассажира за 2 мин. По неподвижному эскалатору пассажир поднимается за 6 мин. Пассажир, **идущий вверх** по движущемуся эскалатору, будет подниматься:

А) 4 мин; Б) 2 мин; В) 1,5 мин; Г) 1 мин; Д) 3 мин.

3. Минутная стрелка часов в 3 раза длиннее секундной. Отношение угловой скорости секундной стрелки к угловой скорости минутной стрелки равно:

А) 20; Б) 60; В) 30; Г) 180; Д) 120.

4. Тело под действием некоторой силы приобрело ускорение, равное 2 м/с^2 . Под действием втрое большей силы тело вдвое меньшей массы приобретёт ускорение, равное:

А) 3 м/с^2 ; Б) 6 м/с^2 ; В) 24 м/с^2 ; Г) 8 м/с^2 ; Д) 12 м/с^2 .

5. Свободный конец подвешенной пружины в ненагруженном состоянии находится на сотом сантиметре метровой линейки (линейка с сантиметровыми делениями расположена вертикально, и деления начинаются снизу вверх). Когда подвесили к свободному концу гирию массой 1 кг, то указатель пружины остановился на отметке 70 см. На каком делении остановится стрелка, если **дополнительно** подвесить ещё и гирию массой 0,5 кг ?

А) 65 см; Б) 60 см; В) 55 см; Г) 50 см; Д) 45 см.

6. Пружину растянули из недеформированного состояния на 1 см, совершив работу, равную 1 Дж. Для того, чтобы растянуть пружину **ещё на 1 см** необходимо совершить работу:

А) 1 Дж; Б) 2 Дж; В) 4 Дж; Г) 6 Дж; Д) 3 Дж.

7. Равнодействующая сил 10 Н и 14 Н, приложенных в одной точке, **не может** равняться:

А) 10 Н; Б) 14 Н; В) 2 Н; Г) 4 Н; Д) 24 Н.

8. Прямолинейное движение тела описывается уравнением $X(t) = 10 - 8t + t^2$. При этом скорость его движения изменяется по закону:

А) $V(t) = 8 + 2t$; Б) $V(t) = -8 + t$; В) $V(t) = -8 + 2t$; Г) $V(t) = 8 + t$;

Д) $V(t) = 8 - t$; Е) среди предыдущих ответов отсутствует правильный.

9. Космический аппарат движется по круговой орбите вокруг некоторой планеты со скоростью 10 км/с. **Минимальное** увеличение скорости аппарата, необходимое для преодоления гравитационного поля планеты, составляет:

А) 5 км/с; Б) 10 км/с; В) 14,1 км/с; Г) 4,1 км/с; Д) 7,1 км/с.

10. Тело бросают под углом к горизонту два раза с одинаковыми по модулю начальными скоростями. Во втором случае угол бросания в два раза больше, чем в первом. В обоих случаях дальность полета тела одинакова. Угол бросания тела в первом случае составляет:

А) 15°; Б) 30°; В) 45°; Г) 60°; Д) 75°.

11. Максимально возможная скорость автомобиля на повороте горизонтальной дороги радиусом 20 м равна 10 м/с. Коэффициент трения колёс о дорогу равен:

А) 0,1; Б) 0,2; В) 0,3; Г) 0,4; Д) 0,5.

12. При выстреле из автомата вылетает пуля массой m со скоростью v . Какой импульс приобретает автомат в результате выстрела, если его масса в 500 раз больше массы пули ?

А) mv ; Б) $500 mv$; В) 0; Г) $1/500 mv$;

Д) среди предыдущих ответов отсутствует правильный.

13. Тонкий обруч массой 1 кг и радиусом 50 см вращается с частотой 10 оборотов в секунду вокруг своей неподвижной оси. Чему равен импульс этого кольца ?

А) нулю; Б) $0,5 \text{ кг} \cdot \frac{m}{c}$; В) $1 \text{ кг} \cdot \frac{m}{c}$; Г) $2 \text{ кг} \cdot \frac{m}{c}$;

Д) среди предыдущих ответов отсутствует правильный.

14. В калориметр с водой объемом 1 л опустили мокрый снег. Масса снега 250 г, начальная температура воды 20° С. После плавления снега температура воды в калориметре стала равной 5° С. В снегу содержалась вода массой:

А) 50 г; Б) 65 г; В) 75 г; Г) 80 г; Д) 120 г.

15. Две лампочки мощностью 40 Вт и 60 Вт, рассчитанные на одинаковое напряжение, включены в сеть с тем же напряжением **последовательно**. При этом мощности, потребляемые лампочками, соответственно:

А) 40 Вт и 60 Вт; Б) 30 Вт и 20 Вт; В) 12,6 Вт и 8,4 Вт; Г) 7,5 Вт и 5 Вт;

Д) 14,4 Вт и 9,6 Вт.

16. В электрическом самоваре мощностью 600 Вт и электрическом чайнике мощностью 300 Вт при включении в сеть напряжением 220 В, на которое они рассчитаны, вода закипает одновременно через 20 мин. Если их соединить **последовательно** и включить в сеть, то вода закипит в самоваре и чайнике, соответственно, через:

А) 3 ч; 45 мин; Б) 2 ч; 1 ч; В) 1 ч; 2 ч; Г) 45 мин; 3 ч; Д) 40 мин; 40 мин.

17. При уменьшении объема одноатомного газа в 4,8 раза его давление увеличилось на 60%. При этом внутренняя энергия этого газа:

А) уменьшилась в 7,68 раза; Б) уменьшилась в 3 раза; В) уменьшилась на 40%; Г) увеличилась в 3 раза; Д) увеличилась на 60%.

18. Деформация стержня называется **упругой**, если

А) его относительное удлинение линейно зависит от механического напряжения;

Б) после снятия механического напряжения он возобновляет свою длину;

В) его относительное удлинение не зависит от механического напряжения.

19. Тепловая машина получила от нагревателя количество теплоты, равное 500 кДж, и передала холодильнику количество теплоты, равное 300 кДж. Каков КПД данной тепловой машины ?

А) 40%; Б) 67%; В) 25%; Г) 60%;

Д) среди предыдущих ответов отсутствует правильный.

20. Относительная влажность воздуха в комнате равна 78%. Какое соотношение из приведенных ниже выполняется для показаний сухого термометра T_1 и влажного термометра T_2 ?

А) $T_1 > T_2$; Б) $T_1 < T_2$; В) $T_1 = T_2$; Г) возможны все случаи;

Д) среди предыдущих ответов отсутствует правильный.

21. Внутри пустой проводящей незаряженной сферы находится положительно заряженная частица. При этом электрическое поле равно нулю:

А) внутри сферы; Б) внутри проводника; В) за пределами сферы;

Г) такие точки отсутствуют; Д) всюду.

22. Плоский воздушный конденсатор заряжен до некоторой разности потенциалов. Конденсатор заполнили диэлектриком. После этого для восстановления прежней разности потенциалов пришлось увеличить заряд конденсатора в 3 раза. Относительная диэлектрическая проницаемость вещества, исходя из этих результатов, равна:

А) 3; Б) 1/3; В) 2; Г) 6; Д) 9.

23. Какова индуктивность катушки, если при прохождении через нее тока величиной 2 мА создается магнитный поток, равный 3 мкВб ?

А) 0,67 мГн ; Б) 1,5 мГн ; В) 3 мГн; Г) 1,5 мкГн ; Д) 0,67 мкГн.

24. При каких условиях два заряженных кольца с радиусами R_1 и R_2 взаимодействуют по закону Кулона ? (Расстояние между центрами колец равно r .)

А) $r \gg R_1, R_2$; Б) $r < R_1, R_2$; В) $r = R_1 = R_2$.

25. Какая из ниже приведённых формул выражает модуль **силы Лоренца** ?

А) $F = |I| \cdot |B| \cdot |\Delta l|$; Б) $|F| = |I \cdot B \cdot \Delta l|$; В) $|F| = |q| \cdot |B| \cdot |V| \cdot \sin \alpha$.

ТРЕНИРОВОЧНАЯ ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ*

Задание для учащихся, окончивших восьмой класс

1. В куске кварца содержится небольшой самородок золота. Масса куска 100 г, его плотность 8 г/см^3 . Определите массу золота, содержащегося в кварце. Принять, что плотности кварца и золота соответственно равны $2,65 \text{ г/см}^3$ и $19,36 \text{ г/см}^3$.
2. По дороге, расположенной параллельно железнодорожному пути, движется велосипедист со скоростью 8 км/ч . В некоторый момент его догоняет поезд длиной 120 м и обгоняет за 6 с . Какова скорость поезда?
3. В сосуде с водой плавает железный коробок. В центре дна коробка имеет небольшое отверстие, закрытое растворимой в воде пробкой. При этом уровень воды в сосуде равен H . Через некоторое время пробка растворилась в воде, и коробок утонул. Изменился ли уровень воды в сосуде?
4. В доску толщиной 5 см забили гвоздь длиной 10 см так, что половина гвоздя прошла насквозь. Чтобы вытащить его из доски, необходимо приложить силу $1,8 \text{ кН}$. Гвоздь вытащили из доски. Какую же при этом совершили механическую работу?
5. В ущелье с высоты 250 м падает камень. Вследствие трения о воздух и удара о землю камень нагревается на $1,5^\circ \text{ С}$. Определите удельную теплоемкость камня, считая, что 50% энергии камня расходуется на его нагревание.
6. Для опытного определения удельной теплоты парообразования воды сухой пар, температура которого 100° С , пропустили через воду, налитую в медный калориметр. Масса воды равна 400 г , масса калориметра – 200 г . После этого масса воды в калориметре возросла до 421 г , а температура воды повысилась от 10 до 40° С . Какое значение удельной теплоты парообразования было получено?
7. Если на вход электрической цепи (см. рис. 1) подать напряжение 100 В , то напряжение на выходе оказывается равным 30 В . Амперметр с очень малым внутренним сопротивлением, присоединенный к выходу цепи, показывает 1 А . Если напряжение 100 В подать на выход цепи, то напряжение на входе будет равно 15 В . Определите сопротивления резисторов R_1 , R_2 , R_3 .
8. Три электрические лампы, из которых одна мощностью 50 Вт и две другие по 25 Вт , рассчитанные на напряжение 110 В , надо включить в сеть напряжением 220 В так, чтобы каждая из них потребляла установленную мощность. Начертите схему включения и определите силу тока в каждой лампе.
9. Относительно главной оптической оси MN тонкой собирающей линзы точечный источник света S и его изображение S' расположены так, как показано на рисунке (см. рис. 2). Построением покажите, где находятся оптический центр O линзы и её главные фокусы F .
10. Имеются две одинаковые стальные спицы, из которых одна намагничена. Как узнать, какая из спиц намагничена, не пользуясь ничем, кроме самих спиц?

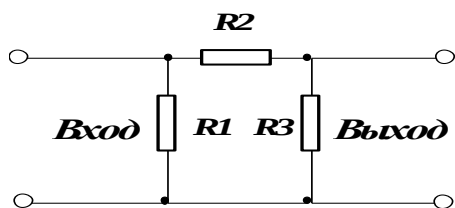


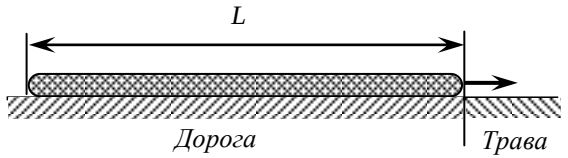
Рис.1



Рис.2

* На выполнение задания отводилось 4 часа. Каждая задача оценивалась в 10 баллов.

Задание для учащихся, окончивших девятый класс

1. Атомное ядро летит со скоростью v и распадается на два одинаковых осколка. Определите максимально возможный угол α между скоростью ядра и скоростью осколка, если известно, что при распаде покоящегося ядра каждый из осколков приобретает скорость u .
2. Лифт начинает подниматься с ускорением $a = 2,2 \text{ м/с}^2$. Когда его скорость достигла $v = 2,4 \text{ м/с}$, с потолка кабины начинает падать болт. Чему равны время падения болта и перемещение болта при падении относительно Земли? Высота кабины $H = 5 \text{ м}$.
3. Чугунное ядро массой m падает в воде с постоянной скоростью v . С какой силой F надо тянуть его вверх, чтобы оно поднималось со скоростью $2v$? Сила сопротивления прямо пропорциональна величине скорости. Плотности воды и чугуна считать известными.
4. Если наклонить доску под углом α к горизонту, кирпич движется по ней практически равномерно. За какое время t кирпич проедет всю доску, если наклонить ее под углом $\beta > \alpha$? Длина доски равна l .
5. Мяч массой $m = 300 \text{ г}$ упал с высоты $H = 1,23 \text{ м}$ на асфальт и подскочил на ту же высоту. Продолжительность удара об асфальт $t = 0,1 \text{ с}$. Определите среднюю силу удара $F_{\text{ср}}$. Как изменится сила удара, если мяч ударится о твёрдую поверхность, наклонённую под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту? Какой будет $F_{\text{ср}}$, если в обоих случаях мяч заменить пластилиновым шаром той же массы? Продолжительность удара – та же.
6. Барон Мюнхгаузен рассказывает: “Убив гигантскую змею, я вытянул её поперек дороги (см. рисунок), измерил и взвесил. Длина её оказалась L , масса M . Чтобы освободить дорогу, мне пришлось перетащить змею на траву. Какую работу я при этом совершил? Коэффициент трения змеи о дорогу равен μ_1 , о траву – μ_2 .”

7. Барон Мюнхгаузен рассказывает: “Однажды в открытом космосе на моей ракете закончились запасы топлива, и мне пришлось разгонять её, выплёвывая назад через люк вишневые косточки массой m со скоростью v относительно ракеты. Определите скорость ракеты u_n после выплевывания n -й косточки. Первоначальная масса всей ракеты равна M , начальная скорость – нулевая.”
8. Обезьяна раскачивалась на длинной тонкой лиане так, что максимальный угол отклонения лианы от вертикали составлял α . Когда обезьяна находилась в нижней точке траектории, середина лианы зацепилась за ветку дерева. Каким стал максимальный угол β отклонения лианы от вертикали, если $\alpha \leq 60^\circ$? Что изменится, если $60^\circ < \alpha < 90^\circ$?

9. Барон Мюнхгаузен рассказывал: “Обычно я стараюсь одной пулей убивать хотя бы несколько куропаток: жду, когда они в полете выстроятся по прямой линии, и стреляю вдоль неё. Однажды в линию выстроились 20 куропаток. Я выстрелил и обратил внимание на то, что пуля, прострелив первую куропатку, потеряла 5% начальной скорости. Тут же я предсказал, какова будет моя добыча в этот раз. Попробуйте и вы это сделать.”
10. Три рассчитанные на напряжение 110 В электрические лампы, из которых одна мощностью 50 Вт и две другие – мощностью 25 Вт, нужно включить в сеть напряжением 220 В так, чтобы каждая из них потребляла установленную мощность. Начертите схему такого включения и определите силу тока в каждой лампе.

Задание для учащихся, окончивших десятый класс

Задачи №№ 1–4 совпадают с задачами №№ 6–9 из варианта, предназначенного для учащихся, окончивших девятый класс.

Задача № 5 совпадает с задачей № 3 из варианта, предназначенного для учащихся, окончивших девятый класс.

6. Давление воздуха в шинах автомобиля составляет $P_1 = 500$ кПа при температуре $t_1 = 14^\circ\text{C}$. Во сколько раз уменьшится площадь соприкосновения колёс с дорогой, если после поездки температура в шинах повысилась до $t_2 = 57^\circ\text{C}$? Атмосферное давление $P_a = 100$ кПа. Изменением объема шины можно пренебречь.
7. Герметически закрытый бак высотой $h = 5,0$ м заполнен водой сверху. На дне его находятся два одинаковых пузырька воздуха. Давление на дно бака $P_0 = 0,15$ МПа. Каким станет это давление, если всплывет один пузырёк ? Оба пузырька ? Стенки бака считаются абсолютно жёсткими, а вода – несжимаемой.
8. Калориметр содержит лёд массой $m = 100$ г при температуре $t_l = 0^\circ\text{C}$. В калориметр впускают пар с температурой $t_n = 100^\circ\text{C}$. Сколько воды оказалось в калориметре, когда весь лёд растаял ? Температура образовавшейся воды равна 0°C .
9. Три маленьких одинаково заряженных шарика массой $m = 4,0$ г каждый подвешены на шёлковых нитях длиной $L = 1,0$ м. Верхние концы нитей закреплены в одной точке. Расстояние a от каждого из шариков до двух других одинаково и составляет 5,0 см. Каков заряд q каждого шарика ?
10. Определите ёмкость C_0 показанной на рисунке батареи конденсаторов.

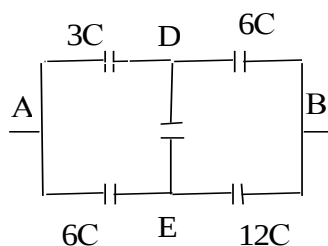


Рис.1

ФИЗИЧЕСКИЙ БОЙ

Задачи для учащихся, окончивших восьмой класс

1. При рассматривании монеты через лупу диаметр монеты увеличивается в n раз. Во сколько раз увеличивается её толщина ?
2. При попытке определить удельную теплоёмкость вещества, из которого сделан исследуемый образец, обнаружилось, что вода в калориметре при погружении нагретого образца нагревается очень слабо. Вследствие этого термометр показывает ничтожно малое изменение температуры, и точность измерения получается очень малой. Как нужно поставить опыт, чтобы повысить точность измерения ?
3. Изучите на сыром песке различные следы и объясните, почему они намокают.
4. Корабль массой 10000 т нагрузили массой 1000 т. Во сколько раз изменится скорость его движения ?
5. Две одинаковые по весу оболочки воздушного шара, сделанные одна из тонкой резины, а другая из практически нерастяжимой прорезиненной ткани, наполнены одинаковым количеством водорода (водород из шаров выходить не может). Какой шар поднимется выше ? Оцените, насколько выше.
6. Как изменился бы уровень воды в океане, если бы растаяли все айсберги ?
7. Какие фабричные трубы лучше: железные или кирпичные ?
8. Придумайте устройство, позволяющее определять силу тока с помощью термометра.
9. Почему чайник “шумит” при закипании воды в нём?
10. Герметически закрытый бак залит водой полностью, только на дне его имеется пузырёк воздуха. Высота воды в баке равна H . Каким станет давление на дно, когда пузырёк всплывёт?

Задачи для учащихся, окончивших девятый и десятый класс

1. На каком расстоянии от Солнца расплавится железный космический корабль, если плотность потока солнечного излучения на орбите Земли составляет 1400 Вт/м^2 ? Температура плавления равна 1535 К.
2. Почему пуля пробивает в пустом тонкостенном стакане лишь два маленьких отверстия, в то время, как стакан, наполненный водой разлетается вдребезги ?
3. Определите зависимости коэффициента сухого трения от скорости.
4. Изучите на сыром песке различные следы и объясните, почему они часто намокают.
5. При попытке определить удельную теплоёмкость вещества, из которого сделан исследуемый образец, обнаружилось, что вода в калориметре при погружении нагретого образца нагревается очень слабо. Вследствие этого термометр показывает ничтожно малое изменение температуры, и точность измерения получается очень малой. Как нужно поставить опыт, чтобы повысить точность измерения?
6. Может ли теплоёмкость газа быть отрицательной?

7. Иногда из-за отсутствия штопора бутылку открывают путём удара о стенку. Исследуйте, как данный эффект зависит от количества воды в бутылке.
8. Какое количество теплоты выделится в водоёме при всплывании в нём воздушного пузыря радиуса R с глубины H ?
9. При рассматривании монеты через лупу диаметр монеты увеличивается в n раз. Во сколько раз увеличивается её толщина? (Плоскость монеты параллельна плоскости лупы.)
10. За какое время разряжается электроскоп?

ЗАДАЧИ ФИНАЛЬНОГО ФИЗИЧЕСКОГО БОЯ

1. Есть две линзы одинакового диаметра и одинаковой оптической силы. Одна изготовлена из “лёгкого” стекла ($n = 1,4$), другая – из “тяжёлого” ($n = 1,7$). Какая из линз будет давать изображение более высокого качества?
2. Известно, что если сложить вплотную две тонкие линзы, то их оптические силы складываются. Как будет меняться оптическая сила системы двух сложенных вместе собирающих линз, если их раздвигать?
3. Имеется тонкостенная сферическая колба, заполненная прозрачной жидкостью. Предложите способ определения показателя преломления жидкости.
4. Можно ли, поместив перед глазом смотрящего на звезду человека спичку, заслонить эту звезду?
5. Физики Васечкин и Петечкин купили одинаковые чайники с двумя спиралями. Первый уехал в Васюки, второй – в Петербург. У Васечкина при включении одной спирали полный чайник закипает за 20 минут, при включении двух – за 11 минут. У Петечкина при включении одной спирали полный чайник закипает за 20 минут, а при включении двух – за 9 минут. Объясните причины различия времени вскипания чайников.
6. За счёт какой энергии поднимается воздушный шар?
7. Расчёт показывает, что стальной трос, опущенный с корабля в океан на глубину более 7 км, обрывается под действием собственного веса. Можно ли на стальном тросе опустить какой-либо груз на дно Марианской впадины (её глубина – около 11 км)?
8. На чашках равноплечих весов стоят два одинаковых стакана, до краёв наполненные водой. В одном стакане плавает деревянный брусок. В каком положении находятся весы?
9. Почему, когда, купаясь в жаркий день вы входите в воду, вода кажется холоднее воздуха, а когда выходите, то наоборот?
10. Почему во время осенних перелётов на юг птицы для полёта выбирают холодные ненастные дни, а в спокойную солнечную погоду предпочитают отсиживаться на земле?

Ответы к заданиям тестовой олимпиады по физике

Восьмой класс

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Г	Б	Б	Б	А	А	Б	В	Д	А	Б	А	А	Б	В	Б

Девятый класс

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Г	В	Б	Д	В	Д	Б	Б	Г	Б,Г	Д	А	А	В	Д	А

Десятый класс

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Г	Б,Г	Д	А	А	В	Д	А	Б	Б	А	А	Б	А	Б	А	В

Указания к решениям задач тренировочной физической олимпиады

Восьмой класс

1. Пусть массы золота и кварца равны, соответственно, m_1 и m_2 . Из соотношений

$$m_1 + m_2 = m,$$

$$\frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}} = \rho$$

находим искомую массу:

$$m_1 = m \cdot \frac{\rho_1(\rho - \rho_2)}{\rho(\rho_1 - \rho_2)} = 77,84 \text{ г.}$$

2. Скорость поезда больше скорости велосипедиста на $\Delta v = \frac{l}{t} = \frac{120m}{6c} = 20 \text{ м/с} = 72 \text{ км/ч}$. Тогда скорость поезда равна $v = v_1 + \Delta v = 80 \text{ км/ч}$.
3. Когда коробок плавал, на дно сосуда действовала сила давления воды. После того, как коробок утонул, на дно сосуда действует уже сила давления воды и сила давления коробка. Поскольку вес содержимого в сосуде не изменился, то сила давления воды уменьшилась. Значит, и уровень воды в сосуде уменьшился.
4. Чтобы вытащить гвоздь на толщину доски h , необходимо совершить работу $A_1 = Fh$. При дальнейшем вытаскивании гвоздя сила убывает от F до 0, её работа составит $A_2 = \frac{1}{2}F(l - h)$. Полная работа при этом равна $A = A_1 + A_2 = \frac{1}{2}F(l + h) = 135 \text{ кДж}$.
5. Количество теплоты, полученное камнем, равно $Q = cm\Delta t = \eta mgh$. Отсюда получаем, что искомая теплоёмкость $c = \frac{\eta gh}{\Delta t} \approx 816 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{град)}$.
6. Из уравнения теплового баланса $(mc + m_K c_K) \cdot (t - t_0) - L \cdot (m' - m) = 0$ находим, что $L = \frac{(mc + m_K c_K) \cdot (t - t_0)}{m' - m} \approx 2.3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$.
7. Если напряжение на выходе равно 30 В, то напряжение на резисторе R_2 равно $100 - 30 = 70 \text{ В}$. Поскольку через резисторы R_2 и R_3 течёт один и тот же ток, то $\frac{R_2}{R_3} = \frac{70}{30} = \frac{7}{3}$. Аналогично, если напряжение подано на выход, а напряжение на входе 15 В, то $\frac{R_2}{R_1} = \frac{100 - 15}{15} = \frac{17}{3}$. Подключённый к выходу амперметр показывает силу тока, текущего через резистор R_2 , когда к нему приложено входное напряжение. Получаем: $R_2 = \frac{100}{1} = 100 \text{ Ом}$; $R_1 = \frac{3}{17} R_2 = 17,65 \text{ Ом}$; $R_3 = \frac{3}{7} R_2 = 42,86 \text{ Ом}$.
8. Лампа мощностью 50 Вт последовательно соединена с двумя соединёнными параллельно лампами мощностью 25 Вт. Сила тока в лампе мощностью 50 Вт равна $I_1 = \frac{P_1}{U_0} = \frac{50}{110} = 0,454 \text{ А}$; а в лампах мощностью 25 Вт $I_2 = I_2' = \frac{P_2}{U_0} = 0,272 \text{ А}$.
9. Оптический центр O линзы – это пересечение прямых MN и SS' . Плоскость линзы проходит через точку O перпендикулярно главной оптической оси MN . Опустим перпендикуляры SK и $S'K'$ на плоскость линзы. Передний и задний фокусы

найдем как пересечение с главной оптической осью прямых SK' и $S'K$ соответственно.

10. Прикоснёмся концом первой спицы к середине второй. Если спицы притянутся, то намагничена первая спица. В противном случае намагниченной является вторая спица.

Девятый класс

1. *Ответ:* $\alpha = 180^\circ$ при $v \leq u$; $\alpha = \arcsin \frac{u}{v}$ при $v > u$. В неподвижной системе

отсчета начало вектора скорости осколка совпадает с началом вектора $\vec{V}$, конец лежит на окружности, центр которой совпадает с концом вектора $\vec{V}$, а радиус равен величине скорости осколка u . При $v > u$ максимальный угол соответствует касательной, проведённой к этой окружности из начала вектора скорости $\vec{V}$.

2. Относительно лифта болт движется с нулевой начальной скоростью и ускорением

$g + a$. Время его падения определяется уравнением $H = \frac{g + a}{2} \cdot t^2$ и составляет

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g + a}} = 0,645 \text{ с.}$$

Относительно Земли болт движется с начальной скоростью v , направленной вверх, и ускорением g , направленным вниз. За время падения болт переместится относительно Земли на $s = vt - \frac{g}{2} \cdot t^2 = -0,49 \text{ м}$. Знак “–” означает, что перемещение направлено вниз.

3. Уравнение движения в проекции на вертикальную ось при движении вниз имеет вид $F_A + kv - mg = 0$, а при движении вверх – $F_A - 2kv - mg + F = 0$.

С учетом выражения для выталкивающей силы $F_A = \rho V g = \rho' \frac{m}{\rho} g$ найдём

$$\text{искомую силу } F = 3mg \left(1 - \frac{\rho'}{\rho} \right).$$

4. Равномерность движения кирпича в первом случае означает, что коэффициент трения $\mu = \tan \alpha$. Ускорение кирпича во втором случае легко найдём,

воспользовавшись уравнением движения: $a = g(\sin \beta - \mu \cos \beta) = g \frac{\sin(\beta - \alpha)}{\cos \alpha}$.

Время движения кирпича определяется уравнением $l = \frac{a}{2}t^2$ и составляет

$$t = \sqrt{\frac{2l \cos \alpha}{g \sin(\beta - \alpha)}}.$$

5. Судя по высоте подскока, удар мяча об асфальт можно считать абсолютно упругим. Тогда для скоростей мяча до и после удара имеем: $\vec{v} = -\vec{v}_0$. Эти скорости равны по величине $v = v_0 = \sqrt{2gH}$. Из второго закона Ньютона следует, что

$$(F_{cp} + mg)t = mv - mv_0. \quad \text{Отсюда} \quad F_{cp} = \frac{2m\sqrt{2gH}}{t} + mg = 32 \text{ Н.}$$

Удар пластилинового шара неупругий, и $v = 0$. Поэтому

$$F_{cp} = \frac{m\sqrt{2gH}}{t} + mg = 18 \text{ Н.}$$

Таким же будет ответ и при ударе пластилинового шара о наклонную плоскость. При ударе же мяча о наклонную плоскость, используя второй закон Ньютона, получим, что $F = m \cos \alpha \left(\frac{2\sqrt{2gH}}{t} + g \right) = 28 \text{ Н.}$

6. Поскольку сила трения изменяется линейно от значения $\mu_1 Mg$ до значения $\mu_2 Mg$, то искомая работа может быть рассчитана как работа средней силы:

$$A = \frac{MgL}{2}(\mu_1 + \mu_2).$$

7. Используя закон сохранения импульса, найдем увеличение скорости ракеты после

выплёвывания k -й косточки: $\Delta u_k = \frac{mv}{M - (k-1)m}$. Скорость ракеты после

выплёвывания n -й косточки:

$$u_n = \sum_{k=1}^n \Delta u_k = mv \left(\frac{1}{M} + \frac{1}{M-m} + \dots + \frac{1}{M-(n-1)m} \right).$$

8. При максимальном угле отклонения лианы обезьяна находится на одной и той же

высоте. Имеем: $l - l \cos \alpha = \frac{l}{2} - \frac{l}{2} \cos \beta$. Отсюда $\beta = \arccos(2 \cos \alpha - 1)$.

При $\alpha \leq 60^\circ$ $\beta \leq 90^\circ$. Если же $\alpha > 60^\circ$, то в какой-то момент натяжение лианы упадёт до нуля и обезьяна начнет двигаться по параболе.

9. Изменение кинетической энергии пули при пролёте через куропатку одинаково и составляет $\Delta W = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{m(0.95v_0)^2}{2} = 0,0975 \frac{mv_0^2}{2}$. Начальная кинетическая энергия пули превосходит потери энергии в одной куропатке в 10,3 раза. Значит, десять куропаток будут пробиты насквозь, а в одиннадцатой пуля застрянет. Добыча составляет, таким образом, одиннадцать куропаток.
10. См. задачу №8 для восьмого класса.

Десятый класс

- См. задачу №7 для девятого класса.
- См. задачу №6 для девятого класса.
- См. задачу №9 для девятого класса.
- См. задачу №8 для девятого класса.
- См. задачу №3 для девятого класса.
- Сила избыточного давления шин на дорогу в обоих случаях одинакова и равна весу автомобиля: $(P_1 - P_a)S_1 = (P_2 - P_a)S_2$. Воздух в шинах подчиняется закону Шарля, то есть $\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}$. Отсюда получаем искомое отношение площадей:

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{P_1 T_2 - P_a T_1}{T_1 (P_1 - P_a)} = 1,2.$$
- При всплытии двух пузырьков в несжимаемой жидкости их объём не изменится. Поэтому давление в пузырьках не изменится и останется равным P_0 . При этом давление на дно станет равным $P = P_0 + \rho gh = 0,2$ мПа. Если после всплытия одного из пузырьков давление на дно станет равным P , то давление воздуха в верхнем пузырьке составит $P - \rho gh$, а в нижнем – P . Согласно закону Бойля-Мариотта, запишем для объёмов воздуха в пузырьках: $P_0 V_0 = P V_1 = (P - \rho gh) V_2$. С учётом сохранения суммарного объёма пузырьков ($V_1 + V_2 = 2V_0$) найдём $P = \frac{\rho gh + P_0 + \sqrt{P_0^2 + (\rho gh)^2}}{2} = 0,18$ мПа.
- Уравнение теплового баланса имеет вид: $m\lambda - (m' - m)(L + c\Delta t) = 0$. Отсюда получим, что искомая масса составит $m' = m \cdot \left(1 + \frac{\lambda}{L + c\Delta t}\right) = 112$ г.
- Каждый из шариков отклонён от центра треугольника на расстояние $\frac{a}{\sqrt{3}}$. Используя, что $a \ll L$, найдём что горизонтальная отклоняющая сила $F = mgtg\alpha \approx mg \frac{a}{\sqrt{3}}$. Эта сила является равнодействующей двух одинаковых по

модулю кулоновских сил $F_K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{a^2}$, действующих на шарик со стороны двух других шариков. Угол между направлениями этих сил равен 60° и их равнодействующая есть $F = F_K \sqrt{3} = \frac{\sqrt{3}}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{a^2}$. Отсюда находим искомый заряд:

$$q = a \frac{\sqrt{4\pi\epsilon_0 \cdot mg}}{3l} = 13,5 \text{ нКл.}$$

10. Ёмкости конденсаторов верхней ветви вдвое меньше ёмкостей соответствующих конденсаторов нижней ветви, поэтому ёмкость батареи не изменится при изъятии конденсатора, подключённого между точками D и E . После этого расчёт ёмкости батареи не вызывает затруднений:

$$C_{ADB} = \frac{3C \cdot 6C}{3C + 6C} = 2C, \quad C_{AEB} = \frac{6C \cdot 12C}{6C + 12C} = 4C \text{ и } C_0 = C_{ADB} + C_{AEB} = 6C.$$

Список литературы, использованной при составлении заданий физических соревнований для учащихся летней физико-математической школы

1. И.М.Гельфгат, Л.Э.Генденштейн, Л.А.Кирик 1001 задача по физике с решениями. – Харьков: ИМП “Рубикон”, 1997.–592 с.
2. В.И.Лукашик. Физическая олимпиада.–М.: Просвещение, 1976.–144 с.
3. И.Ш.Слободецкий, Л.Г.Асламазов Задачи по физике.–М.: Наука, 1980.–176 с.
4. Материалы IV Международного Фестиваля юных математиков и физиков.–Одесса: Ришельевский лицей – ОдИУУ, 1995.–140 с.

Условия задач *
отборочного (теоретического) тура
тренировочной олимпиады по информатике

Задача 1. “Web-игра”

Программист Вася решил поиграть с Интернетом. Он начинает своё путешествие на какой-то произвольной Web-страничке, а затем переходит со странички на страничку – каждый раз внимательно читая страничку сверху вниз и уходя с неё на первую же гиперссылку. Цель игры: заиклиться, то есть вернуться на начальную страницу.

Вся проблема в том, что Вася не в состоянии упомянуть все адреса, по которым он ходил. Да и браузер у него плохонький: помнит только два адреса (хотя может обращаться к любому из этих адресов)...

Как Васе определить, заикливается ли его путешествие?

Помогите ему найти “честное” решение, то есть – без использования как дополнительных возможностей операционной системы (типа *clipboard'a*), так и без обыкновенных ручки и блокнота.

(21 балл)

Задача 2. “Выбор камней”

“Выбор камней” – это игра, в которой двое игроков по очереди берут камни из двух кучек камней. На каждом шаге игрок может взять или одинаковое количество камней из каждой кучки, или же – некоторое количество камней из одной из кучек. Взявший последний камень считается выигравшим.

Вам необходимо, исходя из начальной конфигурации, ответить: есть у первого игрока выигрышная стратегия, или нет. Если такая стратегия есть, вам нужно указать для первого игрока первый ход, обеспечивающий ему выигрыш при дальнейшей правильной игре.

Входные данные:

С клавиатуры вводятся два числа: n и m , где n – количество камней в первой кучке, m – количество камней во второй кучке.

Выход программы:

Выход содержит следующее сообщение:

Игрок 1 – в проигрышной позиции,

* Материалы олимпиады по информатике для учащихся летней физико-математической школы подготовил В.П.Жуматий.

Продолжительность каждого из туров олимпиады по информатике – 4 часа.

или:

$x; y,$

где x – число камней, которое нужно взять из первой кучки, y – количество камней, которое нужно взять из второй кучки.

Пример:

Вход:

1 2

Выход:

Игрок 1 – в проигрышной позиции.

(27 баллов)

Задача 3. “Инкремент”

Пусть на экране синим цветом (цвет 1) написано число N в двоичной системе. Вам необходимо написать программу для Тьюрмита, увеличивающую это число на единицу.

Входные данные:

Каждая цифра занимает квадрат 3×3 , причем **нули** изображаются синим кружком 3×3 , **единицы** – вертикальной палочкой высотой 3 в середине квадрата. Между квадратами оставляется пустое пространство шириной в клетку. Изначально Тьюрмит находится в нижней левой клетке первого пустого квадрата (первого, в котором нет цифры) за самым младшим разрядом числа и смотрит в сторону цифр.

Результат:

На экране в том же формате синим цветом написано число $N+1$, причем Тьюрмит при этом завершил свою работу и не пытается дальше менять содержимое экрана.

Пример:

Вход:

```

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 0
0 0 0 0 1 0 0 1 0 1 0 0 1 0 0 0
0 0 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 0 T
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

```

(**T** – положение Тьюрмита).

Выход:

```

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0
0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 1 0 1 0 0
0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

```

(20 баллов)

Условия задач *
финального (компьютерного) тура
тренировочной олимпиады по информатике

Задача 1. “Перегибы”

Рассмотрим полоску бумаги, на которой в две строчки написаны цифры. Вам необходимо найти такой перегиб этой полоски, чтобы числа, написанные на ней, были расположены в порядке возрастания.

Пример:

	---	---	---
x	2	5	4
	---	---	---
y	1	6	3
	---	---	---
	a	b	c

Для того, чтобы объяснить, как происходит перегибание, обозначим столбцы буквами **a**, **b**, **c**, а строки – буквами **x** и **y**. Тогда необходимая последовательность перегибов будет следующей:

x под **y**
c под **b**
b под **a**

Входные данные:

Входные данные вводятся с клавиатуры в следующем формате:

n	число столбцов n ≤ 10
i1 i2 ... in	числа в первой строке
j1 j2 ... jn	числа во второй строке

Выходные данные:

Вывод осуществляется на экран последовательностью строк, каждая из которых имеет следующую структуру:

буква под/над **буква**,

где **буква** является буквой, соответствующей столбцу или строке.

(30 баллов)

* К участию в компьютерном туре были допущены победители теоретического тура олимпиады.

Задача 2. “Тьюрминатор-2”

Для заданной картинке необходимо написать программу для тьюрмита, которая будет эту картинку рисовать.

Входные данные:

Входные данные вводятся с клавиатуры в следующем формате:

m	n		числа строк m и столбцов n , $m * n \leq 128$
i11	i12	...	i1n номера цветов в первой строке
j21	j22	...	j2n номера цветов во второй строке
jm1	jm2	...	jmn номера цветов в m -ой строке

Выходные данные:

Вывод осуществляется на экран, последовательностью строк, каждая из которых имеет структуру, известную вам по тьюрмитам.

Внимание!! *Uses Crt* использовать в обеих программах запрещается.

(21 балл)

Сборник материалов областной летней физико-математической школы

(28 июня – 11 июля 1998 года, пансионат “Одесса”,
посёлок Каролино-Бугаз Овидиопольского района Одесской области)

Составители:

преподаватели Ришельевского лицея

МИТЕЛЬМАН Игорь Михайлович, кандидат физ.-мат. наук
КОЛЕБОШИН Валерий Яковлевич, кандидат физ.-мат. наук
АЛЬТМАН Игорь Самойлович

Рецензент: Гринчук В.В., методист Одесского ИУУ

Редактор: Заворотняя П.Л., заместитель директора Ришельевского лицея

Ответственные за выпуск: Демченко Д.М., канд. пед. наук, директор Одесского ИУУ
Палладий О.Н., директор Ришельевского лицея

Компьютерная вёрстка – составителей

Подписано к печати	28.08.98
Тираж	200 экземпляров
Формат	60×90/16
Объём	3,0 п.л.

Отпечатано с оригинал-макета
на полиграфической базе Ришельевского лицея
270026, г. Одесса, ул. Щепкина, 5
тел. (0482) 238006

Для заметок