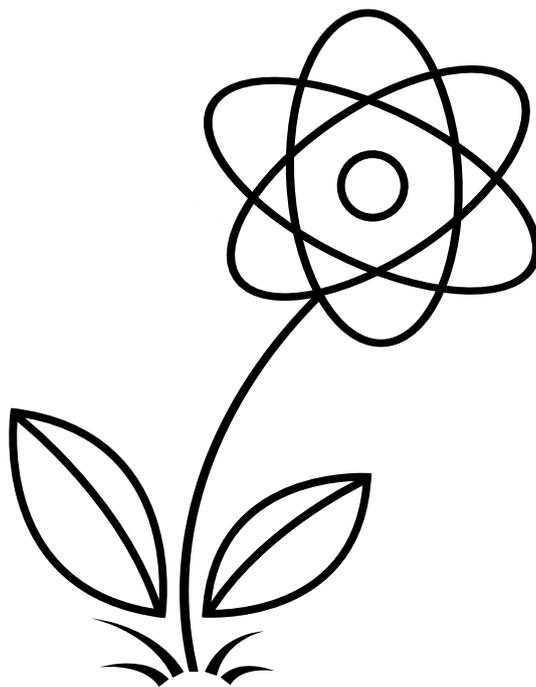


ХІХ Летняя Физическая Школа  
17 июля – 6 августа 2013

*Сборник материалов*



Санкт-Петербург  
2013

# Содержание

<b>1</b>	<b>Участники ЛФШ.</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Ежедневные занятия.</b>	<b>5</b>
2.1	8 класс. . . . .	5
2.1.1	Теория. . . . .	5
2.1.2	Задачи. . . . .	6
2.1.3	Эксперимент. . . . .	6
2.2	9 класс. . . . .	6
2.2.1	Теория. . . . .	6
2.2.2	Задачи. . . . .	7
2.2.3	Эксперимент. . . . .	7
2.3	10 класс. . . . .	7
2.3.1	Теория. . . . .	7
2.3.2	Задачи. . . . .	8
2.3.3	Эксперимент. . . . .	8
2.4	11 класс. . . . .	8
2.4.1	Теория. . . . .	8
2.4.2	Задачи. . . . .	9
2.4.3	Эксперимент. . . . .	9
<b>3</b>	<b>Факультативы.</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Материалы физических боёв.</b>	<b>11</b>
4.1	8 класс, полуфинал. . . . .	11
4.2	8 класс, финал. . . . .	12
4.3	9 класс, полуфинал. . . . .	13
4.4	9 класс, финал. . . . .	14
4.5	10 класс, полуфинал. . . . .	15
4.6	Специальный физбой, 10 класс против 11 класса. . . . .	16
4.7	11 класс, полуфинал. . . . .	17
4.8	11 класс, финал. . . . .	18
<b>5</b>	<b>Физический хоккей.</b>	<b>19</b>
5.1	8 класс. . . . .	19
5.2	9 класс. . . . .	19
<b>6</b>	<b>Экспериментальный бой.</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>Заключительные контрольные.</b>	<b>21</b>
7.1	8 класс. . . . .	21
7.2	9 класс. . . . .	22
<b>8</b>	<b>Специальные награды.</b>	<b>23</b>
<b>9</b>	<b>Благодарности.</b>	<b>23</b>

## 1. Участники ЛФШ.

В работе Летней Физической Школы приняли участие 139 школьников 7–11 классов и 18 преподавателей. В школу принимались победители городской олимпиады по физике, завоевавшие дипломы, либо успешно написавшие вступительную работу школьники, либо школьники, получившие рекомендацию руководителя параллели в предыдущей ЛФШ.

8 класс

№	Фамилия, имя	Шк.	Д/б
1	Амбросовская Анастасия	30	41
2	Андреев Яков	239	Д1
3	Андросик Светлана	30	29
4	Афанасьев Иван	30	Д3
5	Бородулина Дарья	239	Д1
6	Булашевич Григорий	95	35
7	Вайнштейн Михаил	OIS	68
8	Егоров Артём	239	—
9	Ждан Егор	239	Д1
10	Иванов Вячеслав	534	22
11	Ильина Елена	239	58
12	Казаков Никита	64	49
13	Караван Иван	533	47
14	Ланской Ростислав	470	Д2
15	Лисоветин Никита	239	Д1
16	Люблинская Анастасия	150	60
17	Малиновский Владимир	239	Д3
18	Мотыльков Антон	344	—
19	Новикова Лилиана	63	Д3
20	Рейтер Михаил	110	34
21	Решетова Софья	533	Д1
22	Сахно Денис	239	Д1
23	Селин Виктор	239	25
24	Селин Никита	239	33
25	Семёнов Никита	582	53
26	Сергеева Анна	175	24
27	Серебреников Игорь	62	38
28	Смирнов Олег	295	Д1
29	Толстой Александр	533	Д2
30	Трилис Алексей	470	Д1
31	Фесенко Егор	239	37
32	Филиппов Павел	292	67
33	Филонов Егор	277	40
34	Чугунов Илья	277	Д1
35	Шагова Анастасия	92	42
36	Щеглов Александр	30	52

9 класс

№	Фамилия, имя	Шк.	Д/б
1	Антонюк Валерий	533	Д2
2	Арутюнян Дмитрий	ФТШ	67
3	Беличенко Дмитрий	239	Д3
4	Богомолв Михаил	610	Д1
5	Болотовский Владислав	ФТШ	Д1
6	Бочко Михаил	ФТШ	Д2
7	Гаваза Константин	239	Д3
8	Галицкий Кирилл	533	Д3
9	Громов Василий	239	43
10	Грудинин Дмитрий	239	Д1
11	Дроздов Дмитрий	ФТШ	Д1
12	Елфимова Олеся	ФТШ	Д1
13	Жмудь Богдан	ФТШ	Д1
14	Закалдаев Алексей	239	49
15	Затепакин Михаил	533	Д1
16	Захаров Алексей	366	Д1
17	Коган Анна	610	ПО
18	Кожекин-Кербиц Александр	239	44
19	Курсанин Денис	533	Д3
20	Кучук Борис	ФТШ	41
21	Люлина Елена	ФТШ	Д2
22	Макаров Андрей	3	71
23	Марченко Максим	239	Д2
24	Нагавкина София	ФТШ	—
25	Осколков Денис	470	—
26	Переходнюк Алёна	30	57
27	Репетун Лада	278	Д3
28	Родионов Иван	ФТШ	Д2
29	Россомахина Арина	239	Д2
30	Румянцева Ольга	ФТШ	Д2
31	Свирин Евгений	239	57
32	Сергеев Георгий	470	66
33	Смирдин Андрей	239	Д1
34	Смирных Дмитрий	239	Д1
35	Усачёва Мария	239	Д3
36	Чекулаев Сергей	144	45
37	Чижикова Виктория	610	Д1
38	Яковлев Егор	470	Д1

## 10 класс

№	Фамилия, имя	Шк.	Д/б
1	Амчиславский Юрий	239	Рос
2	Антонов Кирилл	ФТШ	—
3	Артамонов Николай	239	54
4	Багиров Фарид	533	Рос
5	Баркарь Алиса	ФТШ	Д3
6	Богомоллов Егор	ФТШ	Д1
7	Гера Станислава	ФТШ	—
8	Горбенко Илья	419	Д3
9	Давиденко Артём	ФТШ	45
10	Жибарев Георгий	533	Д2
11	Зиминова Ольга	ФТШ	—
12	Козелецкая Маргарита	ФТШ	—
13	Кокурошников Тимофей	239	Д1
14	Конюх Дмитрий	30	40
15	Кощенко Екатерина	ФТШ	—
16	Крымский Станислав	Плюс	Рег
17	Курилов Фёдор	239	Д1
18	Кутимский Максим	ФТШ	—
19	Маляров Владимир	150	42
20	Мастеров Роман	239	59
21	Миронов Владимир	30	Д3
22	Мороз Алексей	30	Д1
23	Морозов Дмитрий	ФТШ	Рос
24	Охотников Артём	ФТШ	Д1
25	Павлова Нина	239	—
26	Панкин Евгений	150	41
27	Пашкевич Иван	ФТШ	54
28	Петров Степан	30	Рос
29	Родионова Анна	239	49
30	Рутковский Илья	ФТШ	—
31	Савин Александр	580	—
32	Сокольский Станислав	ФТШ	—
33	Сторожилова Вероника	ФТШ	Д3
34	Супрун Екатерина	ФТШ	—
35	Тен Максим	446	—
36	Трофимов Даниил	ФТШ	Рос
37	Уланова Арина	239	Д3
38	Ушакова Анастасия	ФТШ	Д3
39	Хаиров Алексей	ФТШ	—
40	Ходунов Павел	239	Д1
41	Яковлева Варвара	642	51

## 11 класс

№	Фамилия, имя	Шк.	Д/б
1	Андреев Константин	ФТШ	Д2
2	Беляков Михаил	239	Рег
3	Блехштейн Максим	239	Д3
4	Буренёв Иван	ФТШ	Д1
5	Вахренёв Роман	239	—
6	Гордеева Людмила	ФТШ	—
7	Гуцол Ксения	ФТШ	Д3
8	Давыдова Алёна	ФТШ	Д1
9	Затылкин Павел	239	—
10	Затылкин Кирилл	239	—
11	Иванов Владислав	ФТШ	Д1
12	Капустин Александр	239	Д1
13	Киселёв Егор	239	—
14	Коско Софья	239	—
15	Лихачёв Иван	30	—
16	Муретова Мария	239	—
17	Новицкая Ольга	239	Рег
18	Портянкин Егор	ФТШ	Д3
19	Сапова Мария	ФТШ	—
20	Семёнов Александр	ФТШ	—
21	Сычёв Станислав	ФТШ	Д1
22	Тихоновская Татьяна	239	Рег
23	Цейтина Алёна	ФТШ	—
24	Чернышёва Анна	239	—

**В 8 классе работали:** И.А. Барыгин (к.ф.–м.н., учитель физики лицея ФТШ), А.В. Налитов (аспирант Universite Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, Франция), М.В. Евтихийев (студент Weizmann Institute of Science, Израиль), Р.А. Конаныхин (студент 1 курса ФФН СПбГПУ), А.С. Люлина (студентка 1 курса ФФ СПбГУ), М.В. Максакова (студентка 1 курса ФИТиП НИУ ИТМО).

**В 9 классе работали:** И.Е. Шендерович (PhD, научный сотрудник Seoul National University, Южная Корея), Д.О. Соколов (преподаватель СПб АУ РАН), Д.С. Смирнов (студент 2 курса магистратуры СПб АУ РАН), А.Ю. Терехов (студент 2 курса ММ СПбГУ), А.А. Свирина (студентка 2 курса ФФН СПбГПУ), Н.И. Борздун (студентка 2 курса ФФ СПбГУ).

**В 10 классе работали:** Н.В. Тараканов (преподаватель СПб АУ РАН), И.А. Ходунов (студент 3 курса ФФН СПбГПУ), Д.С. Максимишин (студент 2 курса ФФН СПбГПУ), В.В. Коваленко (студент 1 курса магистратуры СПб АУ РАН).

**В 11 классе работали:** О.В. Шустова (преподаватель ФФН СПбГПУ), Ф.А. Затылкин (студент 4 курса ФМФ СПбГПУ), В.С. Иванов (студент 4 курса ФОПФ МФТИ).

**Также** в работе ЛФШ принимали участие Д.М. Максимова (студентка 3 курса ФФН СПбГПУ) и М.И. Петров (к.ф.–м.н., научный сотрудник СПб АУ РАН). Отдельные лекции для школьников прочитали З.А. Лашкевич (студентка 1 курса ФМФ СПбГПУ), М.А. Тынтарев (преподаватель лицея ФТШ) и А.А. Катанин (д.ф.–м.н., ведущий научный сотрудник ИФМ УрО РАН).

## 2. Ежедневные занятия.

Ежедневные занятия во всех классах состояли из теоретических лекций, решения задач и выполнения экспериментов.

Кроме этого, каждый день участникам предлагалось по две задачи для самостоятельного решения в свободное время. По итогам решения этих задач, школьники, решившие наибольшее их число, награждались значком «**Лучший теоретик**».

**В 8 классе:** Яков Андреев, Дарья Бородулина, Григорий Булашевич, Елена Ильина, Никита Лисоветин, Анастасия Люблинская, Владимир Малиновский, Лилиана Новикова, Михаил Рейтер, Софья Решетова, Никита Семёнов, Игорь Серебренников, Олег Смирнов, Алексей Трилис, Павел Филиппов, Анастасия Шагова.

**В 9 классе:** Владислав Болотовский, Дмитрий Грудинин, Олеся Елфимова, Андрей Смирдин.

**В 11 классе:** Александр Капустин, Людмила Гордеева, Татьяна Тихоновская.

### 2.1. 8 класс.

Отряд 8 класса изначально был разбит на три группы. После недели обучения была сформирована группа усиленной подготовки, состоящая из 12 человек.

#### 2.1.1. Теория.

*Преподаватель: А.В. Налитов.*

1. Введение. Физические величины — расстояние, время, масса. Измерение.
2. Материальная точка. Системы отсчёта. Виды движения. Мгновенная скорость. Ускорение.
3. Векторы. Сложение векторов. Проекция. Радиус-вектор, векторы скорости, ускорения.
4. Движение по окружности. Угловая скорость. Центростремительное ускорение. Мгновенная ось вращения.
5. Сила. Различные виды сил. Первый закон Ньютона.
6. Второй закон Ньютона.
7. Третий закон Ньютона. Импульс. Закон сохранения импульса.
8. Давление. Жидкости и газы. Давление столба жидкости.

9. Работа. Простые механизмы и «золотое правило» механики.
10. Энергия. Кинетическая и потенциальная энергии. Закон сохранения механической энергии.

### 2.1.2. Задачи.

*Преподаватели: И.А. Барыгин, Р.А. Конаныхин.*

По итогам занятий по решению задач специальными призами были награждены Елена Ильина, Никита Казаков, Ростислав Ланской, Анастасия Люблинская, Владимир Малиновский и Олег Смирнов.

### 2.1.3. Эксперимент.

*Преподаватели: М.В. Евтихиев, М.В. Максакова, А.С. Люлина.*

1. Введение. Общие понятия об эксперименте.
2. Измерение толщины листа бумаги.  
*Оборудование:* лист бумаги, линейка.
3. Исследование математического маятника.  
*Оборудование:* нитка, груз, секундомер, транспортир.
4. Проверка закона Гука для пружины.  
*Оборудование:* пружина, набор грузов, линейка.
5. Измерение диаметра теннисного мячика.  
*Оборудование:* мяч, линейка.
6. Измерение времени реакции экспериментатора.  
*Оборудование:* линейка.
7. Измерение плотности пластилина.  
*Оборудование:* линейка, нитки, пластилин, вода, груз.
8. Измерение ускорения свободного падения.  
*Оборудование:* груз, линейка, секундомер.
9. Измерение жёсткости каучукового шарика.  
*Оборудование:* шарик, гуашь, линейка.

По итогам экспериментальных занятий были награждены Григорий Булашевич, Елена Ильина, Анастасия Люблинская и Анастасия Шагова.

## 2.2. 9 класс.

В отряде 9 класса была выделена усиленная группа школьников, получивших на городской олимпиаде по физике диплом первой степени. Остальные две группы занимались по обычной программе.

### 2.2.1. Теория.

*Преподаватель: И.Е. Шендерович.*

1. Статика. Равновесие материальной точки. Равнодействующая. Равнодействующая для случая абсолютно твёрдого тела. Сложение сил. Перенос сил вдоль линии их действия.
2. Теорема о трёх силах.

3. Сложение параллельных сил. Правило моментов. Центр масс.
4. Сила трения: покой и скольжение. Коэффициент трения. Закон Амонтона–Кулона.
5. Кинематика. Мгновенная скорость и ускорение. Скорость и ускорение в случае движения по кривой.
6. Движение по окружности. Центробежное ускорение.
7. Динамика. Законы Ньютона. Инерциальная система отсчёта. Примеры неинерциальных систем отсчёта.
8. Примеры применения: движение тела под углом к горизонту, машина Атвуда.
9. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Закон движения центра масс.

### 2.2.2. Задачи.

*Преподаватели: Д.О. Соколов, А.А. Свирина.*

По итогам занятий по решению задач были награждены памятными кружками Алексей Захаров, Арина Россомахина и Елена Люлина.

### 2.2.3. Эксперимент.

*Преподаватели: А.Ю. Терехов, Н.И. Борздун.*

1. Измерение массы слинки.  
*Оборудование:* слинки, монетка, скотч, миллиметровка.
2. Исследование теплопотерь.  
*Оборудование:* горячая вода, секундомер, термометр, стакан.
3. Исследование вращательного движения шарика по наклонной плоскости.  
*Оборудование:* шарик, наклонная плоскость, линейка, секундомер, миллиметровка.
4. Градуировка пружины.  
*Оборудование:* нитка, пружина, миллиметровка, груз известной массы.
5. Измерение максимальной скорости пальца.  
*Оборудование:* бусинка, рулетка.
6. Измерение коэффициента трения бумаги о дерево.  
*Оборудование:* палочки, линейка, миллиметровка.
7. Проверка закона Ома и формул сложения сопротивлений.  
*Оборудование:* вольтметр, амперметр, два резистора, реостат, батарейка.

Специальные значки за лучшее выполнение экспериментов получили Дмитрий Дроздов, Владислав Болотовский, Лада Репетун, Алёна Переходнюк, Олеся Елфимова, Виктория Чижикова, Михаил Богомоллов, Ольга Румянцева и Арина Россомахина.

## 2.3. 10 класс.

### 2.3.1. Теория.

*Преподаватели: Д.С. Максимышин, Н.В. Тараканов.*

1. Общие сведения о газах. Уравнение Клапейрона–Менделеева.
2. Первое начало термодинамики.

3. Понятие адиабаты. Уравнение Пуассона (уравнение адиабаты).
4. Понятие теплоёмкостей в газе. Экспериментальные методы определения.
5. Отступление от законов идеальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
6. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа.
7. Фазы и фазовые превращения. Перенасыщенный пар и перегретая жидкость.
8. Причины поверхностного натяжения. Краевые углы.
9. Смачивание и не смачивание жидкости. Формула Лапласа.

### 2.3.2. Задачи.

*Преподаватели: И.А. Ходунов, Д.С. Смирнов.*

### 2.3.3. Эксперимент.

*Преподаватели: В.В. Коваленко, Н.В. Тараканов.*

1. Определить теплоту плавления, температуру плавления и теплоёмкость сплава Вуда.  
*Оборудование:* сплав Вуда, горячая и холодная вода, стакан, термометр, секундомер, миллиметровка.
2. Определить массу и плотность пластилинового груза.  
*Оборудование:* пластилин, стаканчик, вода, миллиметровка, нитка.
3. Найти массу одного витка слinky.  
*Оборудование:* слinky (часть витков заклеена скотчем), масса слinky, секундомер.
4. Исследовать ВАХ диода.  
*Оборудование:* диод, батарейка, вольтметр, резистор, реостат, провода, миллиметровка.

## 2.4. 11 класс.

### 2.4.1. Теория.

*Преподаватель: О.В. Шустова.*

#### Гидродинамика

1. Модель сплошной среды, поле скоростей (векторное поле), линии тока, поток жидкости.
2. Вихрь. Циркуляция вектора скорости.
3. Давление. Закон Паскаля, закон Архимеда.
4. Параметры жидкости. Распределение давления в движущейся жидкости в горизонтальной трубе. Уравнение Бернулли. Трубка Пито — Прандтля. Плотность энергии движущейся жидкости.
5. Вытекание идеальной жидкости из вертикально стоящего сосуда через отверстие площадью  $S$ .
6. Вязкость. Движение вязкой жидкости по горизонтальной трубе, по замкнутому контуру.
7. Число Рейнольдса. Понятия ламинарного и турбулентного течения.
8. Подъёмная сила.

## Электродинамика

1. Основные законы электростатики и магнитостатики.
2. Система уравнений Максвелла. Электромагнитное поле.
3. Скорость распространения электромагнитных возмущений.

### 2.4.2. Задачи.

*Преподаватель: В.С. Иванов.*

### 2.4.3. Эксперимент.

*Преподаватель: Ф.А. Затылкин.*

1. Измерение толщины масляного пятна.  
*Оборудование:* масло, вода, шприц, линейка.
2. Нахождение ёмкости конденсатора.  
*Оборудование:* резистор, мультиметр, секундомер, батарейка.
3. Измерение зависимости силы взаимодействия двух магнитов от расстояния между ними.  
*Оборудование:* магниты, линейка, весы.
4. Измерение плотности грузика.  
*Оборудование:* динамометр, секундомер, грузик.
5. Определение всех параметров элементов цепи.  
*Оборудование:* два мультиметра, резистор, батарейка.
6. Чёрный ящик (резисторы + конденсаторы + диод).  
*Оборудование:* мультиметр, батарейка.
7. Нахождение теплоты плавления, температуры плавления и теплоёмкости сплава Вуда.  
*Оборудование:* сплав Вуда, горячая и холодная вода, стакан, термометр, секундомер, миллиметровка.

## 3. Факультативы.

Каждый день время с 14:00 до 16:30 отводилось под спецкурсы по выбору по различным областям знания.

1. Метод размерностей.

*Преподаватель: И.Е. Шендерович.*

Размерности. Основные и производные величины. Как устроена правильная физическая формула? Пример: оценка ускорения свободного падения на Луне. П-теорема о размерностях. Безразмерные параметры. Примеры. Сила сопротивления в жидкости и газе. Вязкость. Число Рейнольдса. Формула Стокса. Определение вязкости из соображений размерности. Теплопередача. Коэффициент тепловой диффузии. Проблема остывания Луны. Метод размерностей в применении к живым существам: оценка грузоподъёмности животных, частоты дыхания, скорости бега и т.д.

2. 10-я и 13-я проблемы Гильберта.

*Преподаватель: Д.О. Соколов.*

Для любой ли задачи можно придумать алгоритм (решить ее при помощи компьютера)? Оказывается, что нет, и понять это можно довольно простыми методами. Однако до второй половины XX века люди даже не задумывались о том, что для какой-то практической задачи можно получить ответ о невозможности создания алгоритма. Один из основных подобных результатов — 10 проблема Гильберта (решение уравнений в целых числах).

Пусть мы хотим решить некоторую задачу, ответ на которую «да» или «нет». И мы стоим в магазине с устройствами, которые умеют решать задачи попроще. Сколько устройств нам необходимо купить, чтобы скомбинировав ответы мы могли получить результат? А если мы захотим закупить устройств впрок?

3. Симметрия в физике.

*Преподаватель: Д.С. Смирнов.*

4. Психология.

*Преподаватель: Н.В. Тараканов.*

5. Полупроводники.

*Преподаватель: А.В. Налитов.*

Диэлектрики, полупроводники, металлы. Электроны, дырки. Генерация, рекомбинация. Зависимость концентрации от температуры. Собственная, примесная проводимость,  $n$  и  $p$ -тип. Глубокие примеси. Проводимость и подвижность. Дрейф, диффузия. Механизмы рассеяния. Зависимость проводимости от температуры.  $p$ - $n$  переход.

6. Астрономия.

*Преподаватель: З.А. Лашкевич.*

7. Устройство автомобиля.

*Преподаватель: А.А. Свирина.*

8. Введение в теоретическую физику.

*Преподаватель: М.А. Тынтарев.*

9. Физика магнетизма.

*Преподаватель: А.А. Катанин.*

10. Основы биоорганической химии.

*Преподаватель: Ф.А. Затыйкин.*

11. История импрессионизма.

*Преподаватель: А.С. Люлина.*

12. История Великой Отечественной Войны.

*Преподаватель: Н.В. Тараканов.*

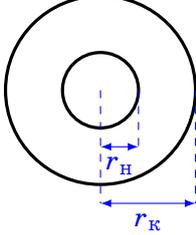
13. Случайные блуждания и электрические цепи.

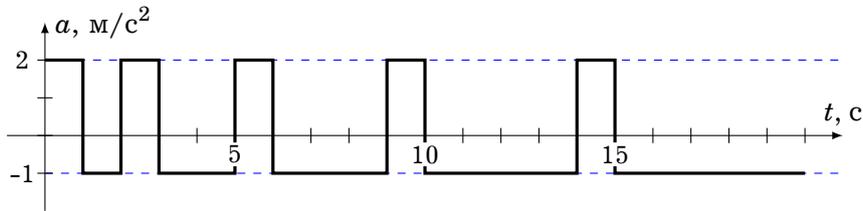
*Преподаватель: И.Е. Шендерович.*

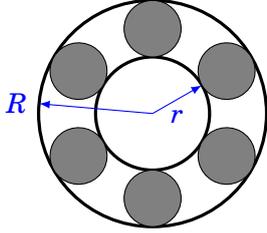
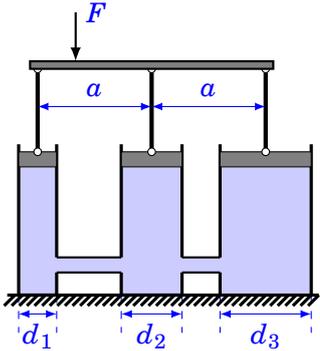
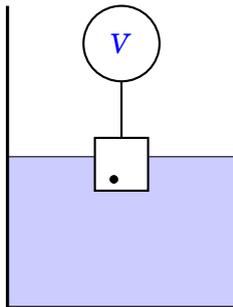
Понятие о вероятности. Вычисление вероятности случайного блуждания в заданных граничных условиях на отрезке. Аналогия с электрической цепью и законом Ома. Понятие о гармонической функции. Задача Дирихле. Двумерный случай: пример решения задачи. Метод релаксации. Аналогия с законами Кирхгофа для электрической цепи. Метод узловых потенциалов (примеры). Применение симметрии для упрощения решения задач. Теорема Пойа о возвращении в одномерном и двумерном случаях (с доказательством). Обсуждение трёхмерного случая.

## 4. Материалы физических боёв.

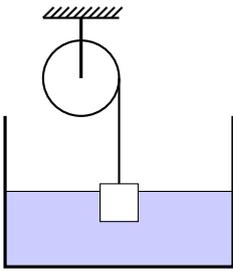
### 4.1. 8 класс, полуфинал.

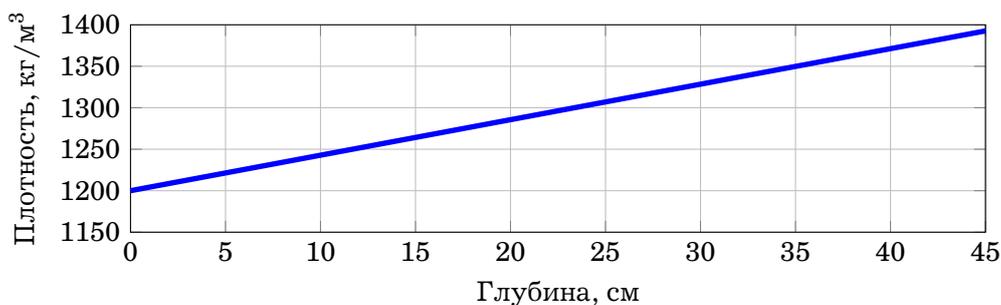
1	Гирю, подвешенную к динамометру, опускают в воду, пока уровень воды в сосуде не поднимется на $\Delta h = 5$ см. Показания динамометра при этом изменилось на $\Delta F = 0,5$ Н. Определить площадь дна сосуда. Плотность воды $\rho_0 = 1000$ кг/м <sup>3</sup> .	
2	На пустую катушку магнитофона, делающую одинаковое количество оборотов в единицу времени, перематывается магнитная лента. После перемотки конечный радиус $r_k$ намотки оказался в семь раз больше начального радиуса $r_n$ . Время перемотки ленты равно $t_1$ . За какое время $t_2$ на катушку перематывается лента такой же длины, но вдвое более тонкая?	
3	Космический корабль начинает двигаться прямолинейно с ускорением, изменяющимся во времени так, как показано на графике (см. рис.). Через какое время корабль удалится от исходной точки в положительном направлении на максимальное расстояние? Начальная скорость корабля равна нулю.	

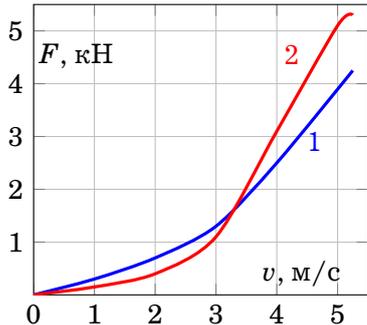


4	Колесо телеги, равномерно движущейся по дороге, насажено на ось посредством шарикоподшипника. Отношение радиусов внешней и внутренней обоймы шарикоподшипника $R : r = 2 : 1$ . Сколько раз шарик подшипника обернулся вокруг своей оси, если колесо телеги сделало один полный оборот? Шарик между обоймами движется без скольжения.	
5	Три сообщающихся сосуда с водой прикрыты поршнями. К поршням шарнирно прикреплена на вертикальных стержнях легкая горизонтальная переключина. В каком месте нужно приложить к палке силу $F$ , чтобы она осталась горизонтальной? Диаметры сосудов и расстояния между ними указаны на рисунке.	
6	В цилиндрическом сосуде с водой плавает кусок льда объемом $V_0 = 1000$ см <sup>3</sup> . В лёд вморожена свинцовая пуля объемом $V_1 = 1$ см <sup>3</sup> . Ко льду на невесомой нерастяжимой нити привязан воздушный шарик, заполненный гелием. Оболочка шарика имеет пренебрежимо малую массу. Каким должен быть объём шарика $V$ , чтобы после таяния льда уровень воды в сосуде не изменился? Необходимые справочные данные приведены ниже: плотность гелия $\rho_{гел.} = 0,2$ кг/м <sup>3</sup> ; плотность воздуха $\rho_{возд.} = 1,3$ кг/м <sup>3</sup> ; плотность льда $\rho_{льда} = 0,9$ г/см <sup>3</sup> ; плотность воды $\rho_{воды} = 1$ г/см <sup>3</sup> ; плотность свинца $\rho_{свинца} = 11,3$ г/см <sup>3</sup> .	

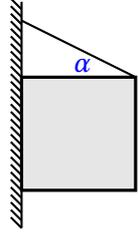
## 4.2. 8 класс, финал.

1	<p>Пластмассовый кубик со стороной 10 см привязан к невесомой нерастяжимой нити, которая намотана на катушку. Разматывая катушку, кубик погружают в бассейн с жидкостью. Плотность жидкости зависит от глубины. График этой зависимости представлен на рисунке. В самом начале погружения нижняя грань кубика касается жидкости. Постройте график зависимости силы натяжения нити от длины ее размотанной части. Плотность пластмассы, из которой сделан куб, равна <math>\rho = 1350 \text{ кг/м}^3</math>.</p>	
---	--	---

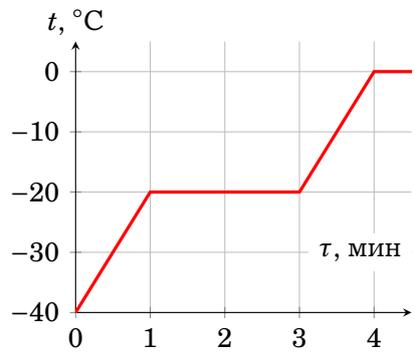
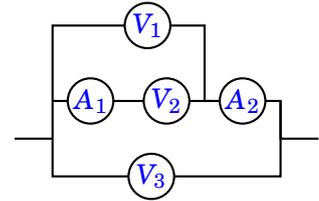
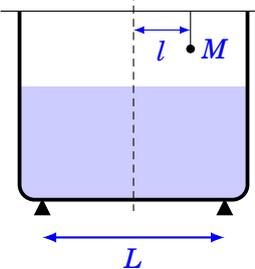
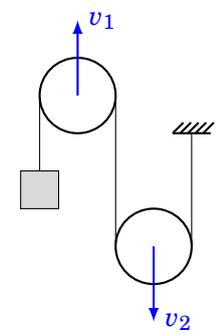


2	<p>На станции метро есть два эскалатора, движущиеся в противоположных направлениях с одной скоростью. На каждом эскалаторе стоит по пассажиру. В момент, когда пассажиры поравнялись, каждый из них побегал вниз по эскалатору с ускорением <math>a</math>. Один пассажир добежал до основания эскалатора на время <math>\Delta t</math> раньше, чем другой. Найдите скорость эскалаторов.</p>	
3	<p>В цилиндрический сосуд засыпают деревянные шарики общей массой <math>m = 500 \text{ кг}</math>. Затем шарики вынимают, и в сосуд заливают воду массой <math>M = 1000 \text{ кг}</math>, причем она достигает того же уровня, что и шарики до этого — <math>h = 1 \text{ м}</math> от дна. Шарики засыпают обратно. На каком расстоянии от дна будут находиться самые верхние шарики? Плотность дерева <math>\rho = 800 \text{ кг/м}^3</math>, плотность воды <math>\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3</math>.</p>	
4	<p>Два автомобиля находятся на шоссе на расстоянии 5 км друг от друга. По правилам гонки они обязаны все время двигаться с ускорением <math>1 \text{ м/с}^2</math> относительно земли, причем направление ускорения каждый из них может менять в любой момент времени и неограниченное число раз. Гонка считается завершенной, когда автомобили оказываются рядом друг с другом и их относительная скорость в этот момент равна нулю. Найдите минимальное возможное время от начала гонки до ее завершения.</p>	
5	<p>На горизонтальной шероховатой поверхности лежит цепочка из <math>N</math> шариков массы <math>m</math> каждый, связанных пружинками с жесткостью <math>k</math> и начальной длиной <math>l_0 = 0</math>. Цепочку растягивают и аккуратно отпускают. Найдите максимальную возможную длину цепочки, при которой все шарики неподвижны. Максимально возможная сила трения между поверхностью и шариками равна <math>F</math>. Размерами шариков пренебречь. Ускорение свободного падения равно <math>g</math>.</p>	
6	<p>На графике 1 представлена зависимость силы сопротивления, действующей на парус, от его скорости относительно воздуха. На графике 2 представлена зависимость силы сопротивления, действующей на лодку, от ее скорости относительно воды. Какую скорость разовьет в стоячей воде лодка с закрепленным на ней парусом при скорости ветра <math>u = 5 \text{ м/с}</math>? Направление движения лодки совпадает с направлением ветра.</p>	

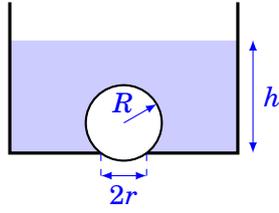
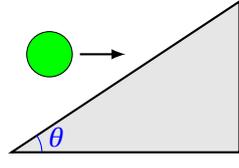
### 4.3. 9 класс, полуфинал.

1	<p>По прямой дороге, ведущей через поле, медленно едет автобус — его скорость 5 м/с. Вы можете двигаться по полю со скоростью 3 м/с, расстояние от вас до дороги в данный момент составляет 30 метров, до автобуса — 50 метров. Как нужно бежать, чтобы попасть в автобус?</p>	
2	<p>К вертикальной плоскости прислонён кубик, удерживаемый за ребро верёвкой. При каких значениях угла <math>\alpha</math> кубик находится в равновесии, если коэффициент трения кубика о плоскость равен <math>\mu</math>?</p>	
3	<p>В стоящий на столе калориметр налита вода комнатной температуры <math>t_0</math>. С большой высоты <math>h</math> в калориметр падают одинаковые капли воды той же температуры <math>t_0</math>. На уровне поверхности воды в калориметре имеется небольшое отверстие, через которое вытекает лишняя вода. Какая температура установится в калориметре спустя большое время после начала падения капель? Удельная теплоемкость воды равна <math>c</math>, ускорение свободного падения капель равно <math>g</math>. Теплоемкостью калориметра, отдачей тепла от его стенок и испарением воды можно пренебречь.</p>	
4	<p>Имеются две проволоки квадратного сечения, сделанные из одного и того же материала. Сторона сечения одной проволоки 1 мм, а другой 4 мм. Для того, чтобы расплавить первую проволоку, нужно пропустить через неё ток 10 А. Какой ток нужно пропустить через вторую проволоку, чтобы она расплавилась? Считать, что количество теплоты, уходящее в окружающую среду за 1 секунду, пропорционально разности температур проволоки и среды, а также площади поверхности проволоки, причём коэффициент пропорциональности для обеих проволок одинаков.</p>	
5	<p>Две частицы начали движение из одной точки во взаимно перпендикулярных направлениях. Первая с начальной скоростью <math>3v</math>, и постоянным ускорением <math>3a</math>, сонаправленным с начальной скоростью, другая со скоростью <math>4v</math> и постоянным ускорением <math>4a</math>, направленным противоположно начальной скорости. Каким будет расстояние <math>L</math> между частицами в момент, когда их относительная скорость по модулю опять станет равна начальной относительной скорости?</p>	
6	<p>Два шарика одинакового размера, соединённые тонкой, длинной и невесомой нитью, опускаются на дно водоёма с постоянной скоростью. Нижний шарик изготовлен из алюминия. Если нить перерезать, то верхний шарик будет всплывать с той же постоянной скоростью. Определить плотность <math>\rho_x</math> материала верхнего шарика, если плотность алюминия <math>\rho = 2800 \text{ кг/м}^3</math>, а воды <math>\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3</math>.</p>	

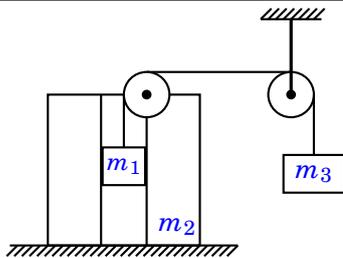
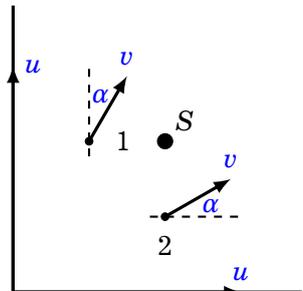
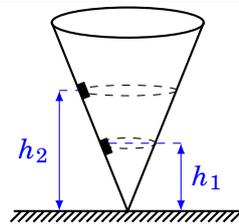
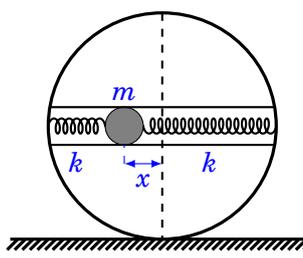
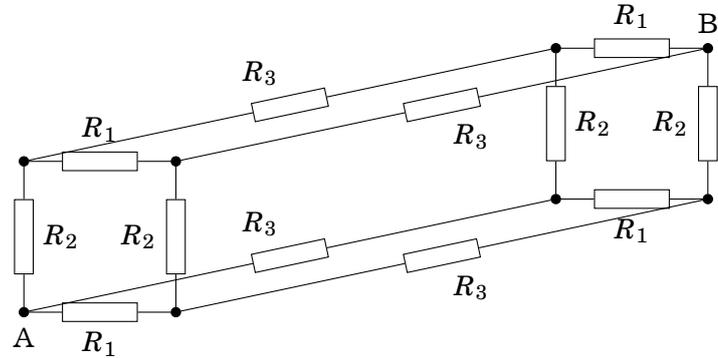
#### 4.4. 9 класс, финал.

1	<p>На тело, движущееся с постоянной скоростью <math>\vec{v}</math>, начинает действовать некоторая постоянная сила. Спустя промежуток времени <math>\Delta t</math> скорость тела уменьшается в два раза. Спустя еще такой же интервал времени скорость уменьшается еще в два раза. Определите скорость <math>v_k</math> тела через интервал времени <math>3\Delta t</math> с начала действия постоянной силы.</p>	
2	<p>1 кг льда и 1 кг легкоплавкого вещества, не смешивающегося с водой, при температуре <math>-40^\circ\text{C}</math> поместили в теплоизолированный сосуд с нагревателем внутри. На нагреватель подали постоянную мощность. Зависимость температуры от времени показана на рисунке. Удельная теплоёмкость льда <math>c_{\text{л}} = 2000 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}</math>, твёрдого вещества <math>c = 1000 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}</math>. Найдите удельную теплоёмкость вещества <math>c_1</math> в расплавленном состоянии.</p>	
3	<p>На улице идет сильный дождь. Его капли массой <math>m = 0.1 \text{ г}</math> падают вертикально со скоростью <math>v_1 = 3 \text{ м/с}</math>, причем в каждом кубометре воздуха содержится <math>N = 100</math> капель. Школьник хочет перебежать из своего дома к приятелю в соседний дом, который находится на расстоянии <math>L = 50 \text{ м}</math>, и при этом вымокнуть как можно меньше. Скорость бега может быть любой, но не выше <math>v_2 = 10 \text{ м/с}</math>. Какова минимальная масса воды, которая попадет на школьника во время забега, если площадь проекции его тела на горизонтальную плоскость равна <math>S_1 = 0.16 \text{ м}^2</math>, а на вертикальную — <math>S_2 = 0.45 \text{ м}^2</math>.</p>	
4	<p>Участок цепи постоянного тока состоит из трех одинаковых вольтметров и двух одинаковых амперметров. Показания вольтметров <math>V_1</math> и <math>V_2</math> равны <math>U_1 = 6 \text{ В}</math>, <math>U_2 = 4 \text{ В}</math>. Как вы полагаете, что показывает третий вольтметр?</p>	
5	<p>Прямоугольный сосуд с водой стоит на двух опорах, разнесенных на расстояние <math>L</math> друг от друга. Над сосудом на перекладине подвешен на нити кусок свинца массой <math>M</math> на расстоянии <math>l</math> от центра сосуда. Силы реакции опор равны при этом <math>N_1</math> и <math>N_2</math>. Нить удлиняют так, что свинец погружается в воду. Какими станут после этого силы реакции опор? Плотность свинца в <math>n</math> раз больше плотности воды.</p>	
6	<p>Найдите скорость кубика в системе, изображённой на рисунке. Нить нерастяжима.</p>	

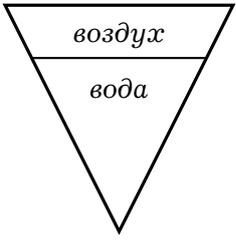
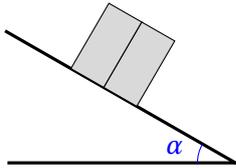
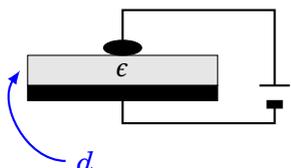
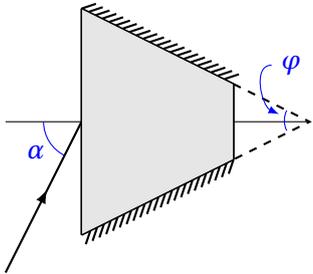
#### 4.5. 10 класс, полуфинал.

1	<p>Мяч, брошенный с поверхности земли вертикально вверх со скоростью <math>v_0 = 10</math> м/с, упал на землю. За время полёта скорость мяча уменьшилась по величине на <math>\delta = 30\%</math>. Найдите продолжительность <math>T</math> полёта мяча. Силу сопротивления считайте пропорциональной скорости <math>\vec{F} = -k\vec{v}</math>.</p>	
2	<p>В облаке падает капля, имеющая изначально очень малые размеры и нулевую начальную скорость. Проходя через туман, капля сливается со всеми каплями, находящимися у нее на пути. Определите ускорение капли.</p>	
3	<p>Круглое отверстие радиусом <math>r</math> в дне сосуда, первоначально заполненного водой, для герметизации закрыто шаром массой <math>m</math> и радиусом <math>R &gt; r</math>. Уровень воды медленно понижают, и когда он достигает некоторого значения <math>h_0</math>, шар поднимается над отверстием. Найдите <math>h_0</math>.</p>	
4	<p>Массивный клин с углом <math>\theta</math> в основании стоит на гладкой поверхности. На клин налетает упругий шарик, скорость которого параллельна поверхности стола. Шарик отскакивает от клина и через некоторое время приземляется на него в точке первого контакта. Найдите отношения масс шарика и клина.</p>	
5	<p>Однородная палочка лежит внутри шероховатой сферической полости. Длина палочки равна радиусу сферы. Коэффициент трения <math>\mu</math>. Какой наибольший угол с горизонтом может составлять палочка?</p>	
6	<p>Вагон массой <math>M</math> и длиной <math>L</math> может без трения двигаться по рельсам. Он заполнен газом и разделен пополам подвижной невесомой вертикальной перегородкой. Вначале температура газа равна <math>T</math>. В правой половине включают нагреватель и доводят температуру газа до <math>2T</math>, в левой части температура остается прежней. Найти перемещение вагона, если масса всего газа равна <math>m</math>.</p>	

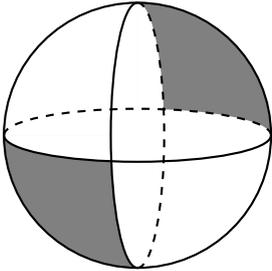
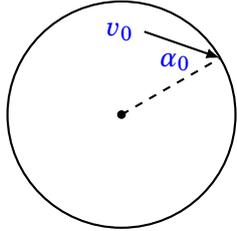
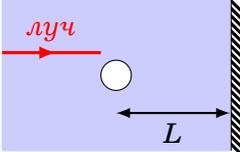
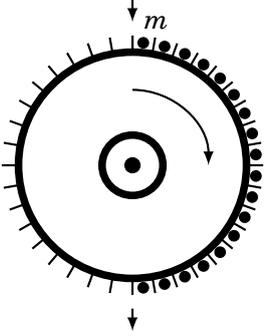
#### 4.6. Специальный физбой, 10 класс против 11 класса.

1	<p>В системе, изображённой на рисунке, цилиндрический груз массой <math>m_1</math> движется внутри цилиндрического канала чуть большего диаметра, просверленного внутри тела массой <math>m_2</math>. Нить, соединяющая грузы <math>m_1</math> и <math>m_3</math>, невесома и нерастяжима, блоки невесома, трения нет. Чему равно ускорение груза массой <math>m_1</math>? Ускорение свободного падения равно <math>g</math>, участок нити между блоками горизонтален.</p>	
2	<p>Две материальные точки 1 и 2 и точечный источник света <math>S</math> совершают равномерное прямолинейное движение по горизонтальной плоскости. Тени от материальных точек 1 и 2 движутся со скоростями <math>u</math> вдоль вертикальных стенок, которые перпендикулярны друг другу. Скорости материальных точек равны <math>v = 2u/\sqrt{3}</math> и направлены под углом <math>\alpha = 30^\circ</math> к соответствующим стенкам (см. рисунок). Чему равна и куда направлена скорость источника <math>S</math>?</p>	
3	<p>По внутренней поверхности гладкой конической воронки, стоящей вертикально, скользят с постоянными по величине скоростями на высотах <math>h_1</math> и <math>h_2</math> от вершины конуса две маленькие шайбы. Найдите отношение квадратов их периодов обращения вокруг оси конуса.</p>	
4	<p>На горизонтальной поверхности покоится однородный тонкий обруч массой <math>M</math> и радиусом <math>R</math>. Горизонтальный диаметр обруча представляет собой лёгкую гладкую трубку, в которую помещён шарик массой <math>m</math>, прикрепленный к обручу двумя пружинами жёсткостью <math>k</math> каждая. Удерживая обруч неподвижным, шарик отклонили влево на расстояние <math>x</math>, после чего предоставили систему самой себе. Найдите ускорение центра обруча в начальный момент времени. Проскальзывание обруча отсутствует.</p>	
5	<p>Герметически закрытый бак высотой <math>h = 5</math> м заполнен водой доверху. На дне его находятся два одинаковых пузырька воздуха. Давление на дно бака <math>p_0 = 0,15</math> МПа. Каким станет это давление, если всплывет один пузырек?</p>	
6	<p>Двенадцать резисторов спаяны в виде прямоугольного параллелепипеда таким образом, что сопротивления каждых четырёх параллельных ребёр одинаковы и равны, соответственно, <math>R_1</math>, <math>R_2</math> и <math>R_3</math>. Найдите сопротивление этой электрической цепи между точками А и В.</p>	

#### 4.7. 11 класс, полуфинал.

1	<p>На горизонтальной плоскости сидит лягушка. Навстречу ей издалека катится барабан радиусом <math>R</math>. Центр барабана движется со скоростью <math>v</math>. С какой наименьшей скоростью должна подпрыгнуть лягушка, чтобы перепрыгнуть барабан, слегка коснувшись его только в верхней точке? Размерами лягушки пренебречь.</p>	
2	<p>В закрытом сосуде с жёсткими стенками ёмкостью <math>V = 1</math> л находятся <math>V_1 = 0,8</math> л воды и сухой воздух при атмосферном давлении <math>p_0</math> и температуре <math>T_1 = 30^\circ\text{C}</math>. Сосуд представляет собой перевернутый основанием вверх конус. Поверх воды налит тонкий слой машинного масла, отделяющий воду от воздуха. Сосуд охлаждают до температуры <math>T_2 = -30^\circ\text{C}</math>, при этом вся вода замерзает. Плотность воды <math>\rho_1 = 1</math> г/см<sup>3</sup>, плотность льда <math>\rho_2 = 0,9</math> г/см<sup>3</sup>. Определите давление воздуха над льдом.</p>	
3	<p>Куб, склеенный из двух одинаковых по объёму частей, кладут на наклонную плоскость таким образом, что плоскость склейки, параллельная одной из граней куба, перпендикулярна наклонной плоскости. Каким будет его движение в начальный момент? Отношение плотностей материалов, из которых сделан куб, равно 20. Угол наклона плоскости <math>\alpha = 30^\circ</math>, коэффициент трения между наклонной плоскостью и нижней гранью куба <math>\mu = 0,8</math>.</p>	
4	<p>На нижнюю поверхность горизонтальной диэлектрической пластины толщиной <math>d</math> с диэлектрической проницаемостью <math>\epsilon</math> нанесено проводящее покрытие. На верхнюю поверхность помещена маленькая капля ртути, которая не смачивает пластину. Капля и проводящее покрытие образуют конденсатор. При каком напряжении батареи капля начнёт растекаться по поверхности пластины? Коэффициент поверхностного натяжения ртути <math>\sigma</math>.</p>	
5	<p>На планете Олимптурия-2 температура воды в море Победителей составляет зимой <math>t_1 = 20^\circ\text{C}</math>, а летом <math>t_2 = 100^\circ\text{C}</math>. В качестве высшей меры поощрения, победителей второго тура олимпиады по физике в феврале сажают в водолазный колокол (сосуд без дна) и опускают на дно моря Победителей. Многолетние наблюдения показали, что летом, в процессе подъема победителей из-под колокола начинают выходить пузыри, причем происходит это, когда колокол уже вытянут до глубины <math>H = 14</math> метров. Чему равно атмосферное давление на Олимптурии-2, если известно, что в течение года оно практически не меняется? Считать, что дыхание победителя не изменяет состав газовой смеси под колоколом, температура моря Победителей равна температуре воздуха на планете, плотность воды в море считать всегда равной <math>\rho = 1000</math> кг/м<sup>3</sup>.</p>	
6	<p>Стеклянная пластинка имеет в сечении форму равнобедренной трапеции. Большее основание трапеции равно <math>D</math>, высота — <math>L</math>, угол между боковыми сторонами равен <math>\varphi</math>. Боковые поверхности пластинки посеребрены, показатель преломления материала пластинки — <math>n</math>. При каких углах падения <math>\alpha</math> луч света, падающий на основание, будет проходить через пластинку?</p>	

4.8. 11 класс, финал.

1	<p>Имеется равномерно заряженная диэлектрическая сфера. Известно, что, если ее разрезать пополам, то «половинки» будут расталкиваться с силой <math>F_1</math>. Если разрезать пополам одну из половинок (вдали от второй), то получившиеся «четвертинки» будут расталкиваться с силой <math>F_2</math>. И, наконец, если разрезать пополам одну из «четвертинок» (вдали от оставшихся частей сферы) на «восьмушки», то они будут расталкиваться с силой <math>F_3</math>. Найти силу, с которой будут расталкиваться «восьмушки», если их поместить так, как показано на рисунке.</p>	
2	<p>В невесомости внутри сферы радиусом <math>R_0</math> движется шарик, упруго соударяясь со стенками сферы. Скорость шарика <math>v_0</math>, угол падения шарика на сферу, то есть угол между вектором его скорости и нормалью к сфере непосредственно перед соударениями, равен <math>\alpha_0</math>. Сферу начали медленно равномерно сжимать до радиуса <math>R_1</math>. С какой скоростью <math>v_1</math> будет двигаться шарик в конце процесса сжатия?</p>	
3	<p>Вне изолированной металлической незаряженной сферы радиусом <math>R</math> на расстоянии <math>r</math> от ее центра находится точечный заряд <math>q</math>. Каков потенциал сферы <math>\varphi</math>?</p>	
4	<p>Звезда массы <math>M</math> и радиуса <math>r</math> образовалась из однородного облака газа с молярной массой <math>m</math> радиуса <math>R</math>, исходно имевшего температуру <math>T</math>. Считая звезду также однородной, определите среднеквадратичное значение ее угловой скорости.</p>	
5	<p>Пузырек радиусом <math>r</math> поднимается в жидкости и пересекает лазерный луч (луч лежит в вертикальной плоскости). На расстоянии <math>L \gg r</math> за пузырьком находится экран. Определите зависимость световой точки на экране от времени. Показатель преломления жидкости <math>n</math>, скорость пузырька <math>v</math>.</p>	
6	<p>Модель водяного колеса устроена следующим образом: на ободе колеса радиусом <math>R = 1</math> м равномерно расположены <math>N</math> ячеек, причём <math>N = 201</math>. Когда очередная ячейка проходит верхнее положение, в неё сбрасывается (без начальной скорости относительно земли) груз массой <math>m = 100</math> г. Когда ячейка проходит нижнее положение, груз вываливается из неё без начальной скорости относительно колеса. Масса самого колеса мала, все удары абсолютно неупругие, трения нет. Найдите установившуюся угловую скорость вращения колеса.</p>	

## 5. Физический хоккей.

Во всех классах в разное время смены проводился физический хоккей — командное соревнование, в ходе которого команды делятся на звенья («нападающие», «защитники», «вратари») и решают сравнительно простые задачи по физике. Особенность физического хоккея состоит в том, что в любой момент времени задачу решает только часть команды (например, нападающие одной команды играют против вратаря другой и т.д.). Если нападающие одной команды сумели провести «шайбу» (то есть, решить задачи правильнее и быстрее соперников) мимо нападающих, защитников и вратаря другой команды, то они забивают «гол», а шайба возвращается в центр поля.

### 5.1. 8 класс.

Номера задач по кн. «Сборник задач по физике для 7-9 классов общеобразовательных учреждений», авт. В.И. Лукашик, Е.В. Иванова: 137, 141, 155, 158, 163, 164, 167, 214, 219, 222, 256, 271, 279, 281, 307, 312, 323, 379, 428, 451, 453, 498, 501, 502, 515, 517, 524, 525, 529, 531, 532, 577, 581, 633, 641, 648, 650, 657, 749, 752, 754, 759, 781, 783, 784.

### 5.2. 9 класс.

Номера задач по кн. «Сборник задач по физике для 7-9 классов общеобразовательных учреждений», авт. В.И. Лукашик, Е.В. Иванова.

**Теплота:** 1002, 1004, 1007, 1016, 1019, 1023в, 1030, 1031, 1032, 1054, 1077, 1087, 1095, 1113, 1143.

**Электричество:** 1309, 1311, 1338, 1344, 1346, 1347, 1356, 1360, 1379, 1385, 1386, 1440, 1325.

**Механика:** 835, 670, 675, 679, 681, 689, 690, 706, 754, 752, 755, 753, 756, 769, 772, 795, 801, 815.

## 6. Экспериментальный бой.

В одно из воскресений был проведён физический бой по экспериментальным задачам — командное соревнование, в ходе которого школьники получали возможность ознакомиться с тем, как выполнили тот же самый эксперимент участники другой команды. Ниже публикуются условия задач.

### 8 класс

1. Измерить плотность картофеля.  
*Оборудование:* картофель, мерный стакан, соль, вода, весы.
2. Найти угол раствора зубочистки.  
*Оборудование:* зубочистки, линейка.
3. Исследовать зависимость силы взаимодействия между магнитами от расстояния между ними.  
*Оборудование:* 2 магнита, динамометр, скотч, линейка.

### 10 класс

1. Измерить плотность картофеля.  
*Оборудование:* картофель, мерный стакан, соль, вода, весы.
2. Определить коэффициент трения скольжения дерева о материал стола (подоконника).  
*Оборудование:* две деревянные линейки разной длины.
3. Определить энергию разрыва нити.  
*Оборудование:* нить, штатив, груз, линейка.
4. Найти массу слинки.  
*Оборудование:* слинки, линейка, монетка, миллиметровка.
5. Найти удельное сопротивление графита.  
*Оборудование:* грифель, резистор, батарейка, миллиметровка, двусторонний скотч, мультиметр.
6. Найти массу неизвестного груза.  
*Оборудование:* два груза (один из них — известной массы), миллиметровка, нитка, двусторонний скотч, кнопки.

### 9 класс

1. Измерить силу, с которой прижимаются губки прищепки.  
*Оборудование:* две бутылки, вода, весы, прищепка, нить, линейка, миллиметровка, бумага.
2. Найти теплоту растворения селитры.  
*Оборудование:* селитра, вода, термометр, секундомер, стакан.
3. Исследовать зависимость температуры раствора селитры от времени.  
*Оборудование:* селитра, вода, термометр, секундомер, миллиметровка, стакан.

### 11 класс

1. На краю доски лежит линейка. Её конец выдвинут за край стола на расстояние 1–2 см. Груз подвешенный на нати заданной длины, ударяет по линейке так, что она начинает скользить по поверхности доски. Постройте график зависимости доли энергии, теряемой системой, в зависимости от угла  $\varphi$  отклонения груза.  
*Оборудование:* штатив с лапкой, две линейки, груз, нить, доска, миллиметровка.
2. Найти отношение давлений насыщенного пара при двух температурах.  
*Оборудование:* термopара, стаканчики, штатив, нитка, миллиметровка, секундомер.

## 7. Заключительные контрольные.

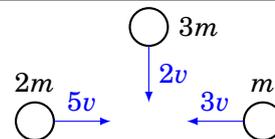
### 7.1. 8 класс.

#### Теория

1	<b>(10 баллов)</b> Что можно сказать про мгновенную скорость и мгновенное ускорение тела в момент времени, соответствующий излому на графике координаты тела от времени?
2	<b>(10 баллов)</b> Куда направлены векторы мгновенной скорости и мгновенного ускорения тела в каждой точке кривой траектории, если оно движется по ней с постоянной по величине скоростью?
3	<b>(10 баллов)</b> Для каких систем отсчёта сформулирован второй закон Ньютона?
4	<b>(10 баллов)</b> В каких механических системах выполняется закон сохранения импульса?
5	<b>(10 баллов)</b> При каком условии сохраняется полная механическая энергия системы?

#### Задачи

6	<b>(10 баллов)</b> Подъёмный кран поднимает груз массой 1 т. Какова сила натяжения груза в начале подъёма, если груз движется (очень коротковременно) с ускорением $25 \text{ м/с}^2$ ? Чему при этом равен вес тела?
7	<b>(10 баллов)</b> Тело равномерно движется по окружности. Во сколько раз изменится скорость тела и его центростремительное ускорение, если угловая скорость увеличится в 3 раза, а радиус окружности уменьшится в 2 раза?
8	<b>(15 баллов)</b> Человек массой $m = 60 \text{ кг}$ и объёмом $V = 66 \text{ л}$ прыгает в воду с обрыва высотой $h = 10 \text{ м}$ . Пренебрегая силами сопротивления воздуха и воды, определите скорость, с которой человек войдёт в воду, и максимальную глубину, на которую он погрузится.
9	<b>(15 баллов)</b> Три куска пластилина сталкиваются в одной точке. Скорость и массы указаны на рисунке. Считая удар абсолютно неупругим, найдите скорость получившегося куска.



#### Эксперимент

10	<b>(10 баллов)</b> Определить длину нарисованной кривой. <i>Оборудование:</i> монетка, бумага с кривой, линейка.
----	---

#### Другое

11	<b>(2 балла)</b> Где располагаются отряды 9, 10 и 11 классов?
12	<b>(2 балла)</b> При какой температуре закипает вода на Марсе?
13	<b>(2 балла)</b> Картина какого автора дала название направлению импрессионизма?
14	<b>(2 балла)</b> Назовите причины возникновения фашизма в Италии и национал-социализма в Германии.

## 7.2. 9 класс.

Заключительная контрольная для 9 класса состояла из теоретического вопроса (выбор по билетам из трёх тем: теорема о трёх силах, центростремительное ускорение, движение тела, брошенного под углом к горизонту), трёх задач, эксперимента и трёх общих вопросов.

Задачи и эксперимент предлагались в двух вариантах: обычном и усложнённом.

### Обычный вариант

1	<b>(8 баллов)</b> Лестница массы $M$ прислонена к гладкой стене. Коэффициент трения лестницы о пол равен $\mu$ . Расстояние от точки касания лестницы со стеной до пола равно $L$ и равно расстоянию от точки касания лестницы и пола до стены. Найдите полную силу реакции опоры в точке касания лестницы и стены.
2	<b>(10 баллов)</b> Через неподвижный блок перекинута невесомая нерастяжимая нить. Слева от блока к нити прикреплен груз массы $m_1$ , справа $m_2$ . Груз $m_2$ соединён пружиной жёсткости $k$ с полом. Пружина сжата на $\Delta l$ . Систему удерживают в равновесии, а потом отпускают. Найти ускорение груза $m_1$ в начальный момент времени.
3	<b>(15 баллов)</b> Трамвай движется по круговому повороту радиусом $R$ на $90^\circ$ с постоянным тангенциальным ускорением, причём в начале поворота на скорости $V_0$ нормальное ускорение по модулю в два раза превышало тангенциальное. Найдите соотношение между нормальным и тангенциальным ускорением при завершении поворота.
4	<b>(12.5 баллов)</b> Определить коэффициент трения дерева по дереву. <i>Оборудование:</i> две деревянные линейки разной длины.

### Усложнённый вариант

1	<b>(8 баллов)</b> Лестница массы $M$ прислонена к гладкой стене. Коэффициент трения лестницы о пол равен $\mu$ . Расстояние от точки касания лестницы со стеной до пола равно $L$ и равно расстоянию от точки касания лестницы и пола до стены. Найдите полную силу реакции опоры в точке касания лестницы и стены.
2	<b>(10 баллов)</b> Материальная точка движется по окружности радиуса $R$ так, что модуль её скорости зависит от времени как $v(t) = ct$ , где $c$ — известный коэффициент. Найдите модуль полного ускорения точки в момент времени $t_0$ .
3	<b>(15 баллов)</b> Через блок, укрепленный в потолке, перекинута веревка, на которой груз массы $M$ уравновешен лестницей с человеком. Масса человека $m$ , изначально система находится в покое. Как должен двигаться человек, чтобы сила реакции блока на потолок равнялась нулю? Блок невесом, веревка невесома, нерастяжима.
4	<b>(12.5 баллов)</b> Определить коэффициент трения скольжения дерева о материал стола (подоконника). <i>Оборудование:</i> две деревянные линейки разной длины.

### Другое

5	<b>(2 балла)</b> Как зовут вожатых 11 класса?
6	<b>(2 балла)</b> Назовите мероприятия, проводившиеся в лесу.
7	<b>(2 балла)</b> Как в этом году называлась команда вожатых, принимающая участие в интеллектуальных мероприятиях?

## 8. Специальные награды.

Летняя  
Физическая  
Школа  
2013



В конце смены наиболее отличившиеся школьники награждались специальными футболками с логотипом ЛФШ.

**В 8 классе:** Григорий Булашевич, Ростислав Ланской, Анастасия Люблинская, Владимир Малиновский, Олег Смирнов, Анастасия Шагова.

**В 9 классе:** Михаил Богомолов, Олеся Елфимова, Андрей Смирдин, Виктория Чижикова.

**В 10 классе:** Кирилл Антонов, Фарид Багиров, Алиса Баркарь, Егор Богомолов, Илья Горбенко, Артём Давиденко, Георгий Жибарев, Ольга Зиминова, Маргарита Козелецкая, Тимофей Кокурошников, Дмитрий Конюх, Фёдор Курилов, Дмитрий Морозов, Степан

Петров, Илья Рутковский, Станислав Сокольский, Павел Ходунов.

**В 11 классе:** Михаил Беляков, Иван Буренёв, Роман Вахренёв, Людмила Гордеева, Ксения Гуцол, Алёна Давыдова, Кирилл Затылкин, Владислав Иванов, Александр Капустин, Софья Коско, Иван Лихачёв, Мария Муретова, Егор Портянкин, Станислав Сычёв, Татьяна Тихоновская, Елена Цейтина, Анна Чернышёва.

## 9. Благодарности.

Организаторы и преподаватели Летней Физической Школы считают своей приятной обязанностью поблагодарить фонд некоммерческих программ «Династия» за оказанную финансовую помощь в рамках проекта Р13-004 (конкурс образовательных программ для школьников), а также лицей ФТШ за организационную помощь.