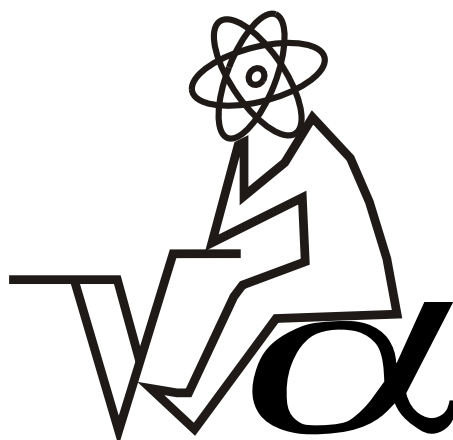


XVII Летняя Физическая Школа  
15 июля – 4 августа 2011

*Сборник материалов*



Санкт-Петербург  
2011

## 1. Участники ЛФШ.

### 1.1. 8 и 9 класс.

#### 8 класс

| №  | Фамилия, имя            | Шк. | Д/б |
|----|-------------------------|-----|-----|
| 1  | Артамонов Николай       | 239 | 47  |
| 2  | Багиров Фарид           | 533 | Д1  |
| 3  | Баринев Фёдор           | 239 | Д3  |
| 4  | Богомолев Егор          | 92  | ПО  |
| 5  | Бомов Фёдор             | 292 | 56  |
| 6  | Галкин Георгий          | —   | —   |
| 7  | Гера Станислава         | 534 | Д3  |
| 8  | Грибакин Борис          | 74  | 50  |
| 9  | Громов Даниил           | Ун. | 24  |
| 10 | Гуменюк Виталий         | 92  | 66  |
| 11 | Жибарев Георгий         | 533 | Д3  |
| 12 | Йона Андрей             | 152 | —   |
| 13 | Кокурушников Тимофей    | 239 | Д2  |
| 14 | Коробов Артём           | 2   | 48  |
| 15 | Кутимский Максим        | 239 | —   |
| 16 | Лебедев Александр       | —   | 14  |
| 17 | Мастеров Роман          | 366 | 58  |
| 18 | Морозов Дмитрий         | 239 | Д2  |
| 19 | Олейник Дарья           | 239 | 53  |
| 20 | Охотников Артём         | 239 | Д2  |
| 21 | Петров Степан           | 30  | Д2  |
| 22 | Приходько Алексей       | 366 | ПО  |
| 23 | Родионова Анна          | 239 | 54  |
| 24 | Рутковский Илья         | 78  | 46  |
| 25 | Сокольский Станислав    | 366 | 33  |
| 26 | Староказников Александр | 344 | ПО  |
| 27 | Трофимов Даниил         | 101 | Д3  |
| 28 | Уланова Арина           | 533 | Д2  |
| 29 | Усачёва Мария           | 295 | 23  |
| 30 | Ходунов Павел           | 239 | Д1  |
| 31 | Шубин Григорий          | 550 | 42  |

#### 9 класс

| №  | Фамилия, имя        | Шк. | Д/б |
|----|---------------------|-----|-----|
| 1  | Агафонов Игорь      | 533 | ПО  |
| 2  | Андреев Константин  | ФТШ | Д2  |
| 3  | Беляков Михаил      | 239 | Д1  |
| 4  | Блехштейн Максим    | 239 | Д3  |
| 5  | Буренев Иван        | ФТШ | Д3  |
| 6  | Вахренев Роман      | 239 | 44  |
| 7  | Глезеров Евгений    | 73  | —   |
| 8  | Гордеева Людмила    | ФТШ | 16  |
| 9  | Гуцол Ксения        | ФТШ | ПО  |
| 10 | Затылкин Павел      | 239 | 47  |
| 11 | Затылкин Кирилл     | 239 | 40  |
| 12 | Иванов Владислав    | 177 | Д3  |
| 13 | Киселев Егор        | 239 | Д3  |
| 14 | Коско Софья         | 239 | Л   |
| 15 | Кравченко Дмитрий   | —   | 40  |
| 16 | Куксенюк Даниил     | 533 | ПО  |
| 17 | Лихачев Иван        | 30  | 44  |
| 18 | Луцкий Георгий      | ФТШ | ПО  |
| 19 | Малышева Александра | ФТШ | 39  |
| 20 | Муретова Мария      | 239 | Д1  |
| 21 | Никоненко Михаил    | 393 | —   |
| 22 | Осипов Игорь        | 571 | —   |
| 23 | Портянкин Егор      | ФТШ | 65  |
| 24 | Семенов Александр   | ФТШ | 31  |
| 25 | Сычёв Станислав     | ФТШ | Д1  |
| 26 | Хвещук Анастасия    | 470 | —   |
| 27 | Цейтина Елена       | ФТШ | 41  |

В 8 классе работали: Н.В. Тараканов, М.В. Евтихийев (студент 3-го курса ФТФ СПбГПУ), А.В. Лиознова (студентка 3-го курса ФТФ СПбГПУ), И. Авдеев, А. Лиознов (студенты 1-го курса ФТФ СПбГПУ), Д. Максимова (студентка 1-го курса ФТФ СПбГПУ), С. Богданов (студент 1-го курса ФФ МГУ).

В 9 классе работали: О.В. Шустова (студентка 6-го курса ФТФ СПбГПУ), Ф. Затылкин (студент 2-го курса ФМФ СПбГПУ), А. Коротченков (студент 2-го курса ФТФ СПбГПУ), Ф. Петухов (студент 1-го курса ФТФ СПбГПУ).

## 1.2. 10 и 11 класс.

### 10 класс

| №  | Фамилия, имя     | Шк. | Д/б |
|----|------------------|-----|-----|
| 1  | Бальков Андрей   | 261 | 37  |
| 2  | Вишняк Сергей    | ФТШ | 41  |
| 3  | Водопьян Даниил  | 239 | Р   |
| 4  | Грудкин Антон    | 239 | Д1  |
| 5  | Егоров Антон     | ФТШ | Р   |
| 6  | Иващенко Дмитрий | 239 | 32  |
| 7  | Капралов Николай | ФТШ | 46  |
| 8  | Конаныхин Роман  | ФТШ | Д1  |
| 9  | Крюков Михаил    | ФТШ | 31  |
| 10 | Лашкевич Злата   | ФТШ | 24  |
| 11 | Люлина Анастасия | ФТШ | 27  |
| 12 | Максакова Мария  | ФТШ | 39  |
| 13 | Мосягин Иван     | 214 | 42  |
| 14 | Погодаев Илья    | 610 | ПО  |
| 15 | Рау Владислава   | 239 | 46  |
| 16 | Серов Юрий       | ФТШ | Р   |
| 17 | Томп Дмитрий     | ФТШ | Д3  |
| 18 | Ярковой Алексей  | 557 | 24  |

### 11 класс

| №  | Фамилия, имя         | Шк. | Д/б |
|----|----------------------|-----|-----|
| 1  | Балашов Александр    | 30  | —   |
| 2  | Борздун Наталья      | 239 | —   |
| 3  | Грачёв Дмитрий       | М   | —   |
| 4  | Жаровов Дмитрий      | 239 | —   |
| 5  | Косицын Александр    | 239 | —   |
| 6  | Максимишин Дмитрий   | 239 | —   |
| 7  | Маслов Артём         | ФТШ | Р   |
| 8  | Матюшин Георгий      | ФТШ | Д1  |
| 9  | Михайлов Кирилл      | 239 | —   |
| 10 | Никитин Денис        | 239 | Р   |
| 11 | Свирина Анна         | 239 | —   |
| 12 | Смирнов Иван         | 214 | Д2  |
| 13 | Терехов Антон        | 239 | Р   |
| 14 | Толстомятов Всеволод | 239 | —   |
| 15 | Трофимов Павел       | ФТШ | —   |
| 16 | Чурилова Мария       | ФТШ | —   |
| 17 | Шалымов Роман        | 239 | Д3  |

В 10 классе работали: И.А. Барыгин (к.ф.–м.н., преподаватель ФТШ), С. Атамась, В. Коваленко (студенты 3-го курса ФТФ СПбГПУ).

В 11 классе работали: И.Е. Шендерович, Д.О. Соколов (аспиранты ПОМИ РАН), Д.С. Смирнов (студент 4-го курса ФТФ СПбГПУ).

## 2. Ежедневные занятия.

### 2.1. 8 класс.

#### 2.1.1. Теория.

Преподаватель: Н.В. Тараканов.

#### 2.1.2. Эксперимент.

Преподаватели: А. Лиознова, Д. Максимова, И. Авдеев.

### 2.2. 9 класс.

#### 2.2.1. Теория.

Преподаватель: О.В. Шустова.

#### 2.2.2. Эксперимент.

Преподаватели: Ф. Затылкин, Ф. Петухов.

### **2.3. Смешанная группа 8–9 классов.**

#### **2.3.1. Теория.**

*Преподаватель: Н.В. Тараканов.*

#### **2.3.2. Эксперимент.**

*Преподаватели: С. Богданов, А. Лиознов.*

### **2.4. 10 класс.**

#### **2.4.1. Теория.**

*Преподаватель: С. Атамась.*

#### **2.4.2. Эксперимент.**

*Преподаватель: И.А. Барыгин.*

1. Измерить отношение масс двух грузов.  
*Оборудование:* два груза, нитки, миллиметровка.
2. ВАХ нелинейного элемента.  
*Оборудование:* источник постоянного тока, провода, реостат, мультиметр, лампочка.
3. Измерение скорости вытекания воды из крана.  
*Оборудование:* линейка.
4. Измерение отношения длин ниток Y-образного маятника.  
*Оборудование:* нитки, грузики.
5. Измерить жесткость каучукового шарика.  
*Оборудование:* каучуковый шарик, вода, линейка, гуашь.
6. Измерить коэффициент трения линейки по столу.  
*Оборудование:* две деревянные линейки.
7. Измерить зависимость мощности теплоотдачи от разницы температур.  
*Оборудование:* горячая вода, мерный стакан или линейка, термометр для воды, часы, сосуд.

### **2.5. 11 класс.**

#### **2.5.1. Теория.**

*Преподаватели: И.Е. Шендерович, Д.О. Соколов.*

#### **2.5.2. Эксперимент.**

*Преподаватель: Д.С. Смирнов.*

Идеи большинства экспериментов взяты из книги С.Д. Варламова, А.Р. Зильбермана, В.И. Зинковского «Экспериментальные задачи на уроках физики и физических олимпиадах».

1. Найти отношение массы монеты к массе листа миллиметровки.  
*Оборудование:* монета, миллиметровка.
2. Найти закон распределения времени, отмеряемого внутренними часами. Экспериментатор должен сто раз отмерить по внутренним часам 10 секунд и сравнить результат с истинным.
3. Определить плотность и массу куска пластилина.  
*Оборудование:* мерный стакан, миллиметровка.
4. Измерить расстояние между бороздками CD.  
*Оборудование:* лазерная указка известной длины волны, линейка.
5. Измерить и объяснить ВАХ лампочки накаливания.  
*Оборудование:* батарейка 9В, реостат 10КОм, провода, мультиметр.
6. Определить схему и номиналы элементов в чёрном ящике.  
*Оборудование:* мультиметр.
7. Определить теплоту плавления припоя.  
*Оборудование:* свечка, мерный стакан, термopара, вода.
8. Определить отношение частот всех мод двойного маятника.  
*Оборудование:* пластилин, нитки, секундомер.

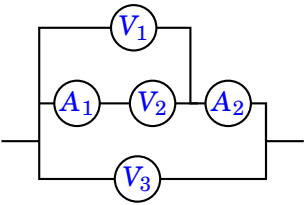
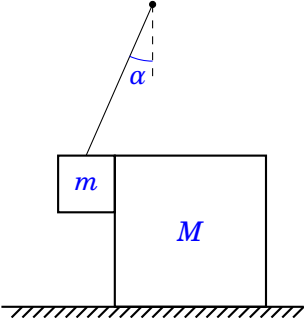
### **3. Материалы физических боёв.**

#### **3.1. Физбой 9 класса.**

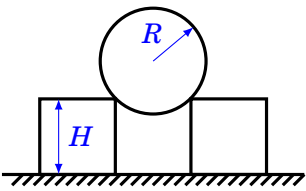
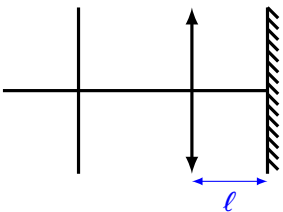
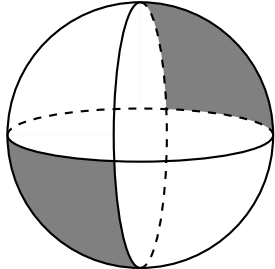
#### **3.2. Полуфинал.**

#### **3.3. Финал.**

### 3.4. Физбой 10 класса.

|   |  |  |
|---|--|--|
| 1 | С какой силой отталкиваются грани равномерно заряженного по поверхности правильно-го тетраэдра? Длина ребра тетраэдра $a$ , заряд каждой грани $q$ .   |  |
| 2 | Участок цепи постоянного тока состоит из трех одинаковых вольт-метров и двух одинаковых амперметров. Показания вольтметров $V_1$ и $V_2$ равны $U_1 = 6$ В, $U_2 = 4$ В. Как вы полагаете, что показывает третий вольтметр?  |   |
| 3 | Ракета пришельцев стартует с поверхности Земли и практически мгновенно набирает по-стоянную вертикальную скорость $v = 800$ м/с. Злодеи обстреливают ракету из пушки, ко-торая находится в $l = 40$ км от стартовой площадки. Выстрел производится в момент стар-та. Могут ли злодеи попасть в ракету? Начальная скорость снаряда равна $u = 1000$ м/с. Сопротивлением воздуха пренебречь. |  |
| 4 | Узкий пучок протонов налетает на шар радиуса $a$ . Прицельное расстояние (расстояние от центра шара до прямой, на которой лежит начальная скорость протонов) $b$ , начальная энергия протонов $E$ . Найти установившийся заряд шара. Заряд протона $e$ , масса $m$ .   |  |
| 5 | Кубик массы $M$ стоит на горизонтальной поверхности. Его каса-ется кубик массы $m$ , висящий на невесомой нерастяжимой нити. Нить составляет угол $\alpha$ с вертикалью. В начальный момент куби-ки неподвижны. Определите ускорения кубиков в начальный мо-мент. Трением пренебречь. Считайте, что кубики не поворачива-ются вокруг своей оси.  |  |
| 6 | На достаточно удаленные предметы смотрят через собирающую линзу с фокусным рассто-янием $F = 9$ см, располагая глаз на расстоянии $a = 36$ см от линзы. Оцените минимальный размер экрана, который нужно расположить за линзой так, чтобы он перекрыл все поле изображения. Считайте, что радиус зрачка равен $r = 1,5$ мм.  |  |

### 3.5. Физбой 11 класса.

|   |  |   |
|---|--|---|
| 1 | <p>Два одинаковых кубика с ребром <math>H</math> и массой <math>2.5m</math> каждый стоят почти соприкасаясь гранями на гладкой горизонтальной поверхности. Сверху на них аккуратно кладут шар массы <math>m</math> и радиуса <math>R</math>, и он начинает смещаться вертикально вниз, раздвигая кубики в стороны. Найти скорость шара непосредственно перед ударом о горизонтальную поверхность. Начальная скорость шара пренебрежимо мала.</p>   |    |
| 2 | <p>За линзой на расстоянии <math>\ell = 4</math> см (больше фокусного) расположено перпендикулярно главной оптической оси плоское зеркало. Перед линзой, также перпендикулярно главной оптической оси, расположен лист клетчатой бумаги. На этом листе получают изображение его клеток при двух положениях листа относительно линзы. Эти положения отличаются на <math>L = 9</math> см. Определить фокусное расстояние линзы.</p>  |    |
| 3 | <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 | <p>Звезда массы <math>M</math> и радиуса <math>r</math> образовалась из однородного облака газа с молярной массой <math>\mu</math> радиуса <math>R</math>, исходно имевшего температуру <math>T</math>. Считая звезду также однородной, определите среднеквадратичное значение ее угловой скорости.</p>  |   |
| 5 | <p>Радиусы кривизны двух одинаковых, слипшихся друг с другом, мыльных пузырей равны <math>R</math>. После того, как перегородка лопнула, образовался один пузырь радиусом <math>R_1</math>. Коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора <math>\sigma</math>. Найти атмосферное давление.</p>  |   |
| 6 | <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> |  |