



«Заочный физико-  
математический  
лицей «Авангард»

Дорогой друг!

В прошлом году Вы приняли участие в **XXIII Межрегиональной заочной физико-математической олимпиаде школьников**, которую проводил Заочный физико-математический лицей «Авангард».

Надеемся, что сейчас Вы тоже станете участником нашей **XXIV Межрегиональной заочной физико-математической олимпиады**.

Если у Вас есть друзья, братья или сестры, которые тоже интересуются физикой или математикой, Вы можете пригласить их к участию в нашей олимпиаде.

Олимпиада *по математике* проводится для учащихся 4–10 классов.

Олимпиада *по физике* проводится для учащихся 7–10 классов.

Цель проведения заочной Олимпиады – повышение интереса учащихся к изучению физики и математики.

Все участники Олимпиады получают приглашение учиться в Заочном физико-математическом лицее «Авангард».

Списки победителей олимпиады будут опубликованы на сайте ЗФМЛ «Авангард» [avangard-lyceum.ru](http://avangard-lyceum.ru).

Сроки проведения олимпиады: 20 октября – 5 декабря 2017 г.

Крайний срок отсылки решений – **5 декабря 2017 г.**

Для участия в олимпиаде каждому участнику необходимо внести **организационный взнос**.

**Оргвзнос составляет:**

- 1) за участие в физической олимпиаде – **95 рублей;**
- 2) за участие в математической олимпиаде – **95 рублей;**
- 3) за участие в двух олимпиадах: по физике и математике – **150 рублей.**

Оргвзнос должен быть перечислен на расчетный счет Заочного физико-математического лицея «Авангард» банковским или почтовым переводом.

Оплату также можно произвести через сайт Лицея [avangard-lyceum.ru](http://avangard-lyceum.ru).

Задания XXIV Межрегиональной заочной физико-математической олимпиады, инструкция о порядке проведения олимпиады и платежные реквизиты для оплаты приведены ниже.

Председатель  
Оргкомитета олимпиады

Е.Н.Филатов

### **Инструкция о порядке проведения XXIV Межрегиональной заочной физико-математической олимпиады**

**Участвовать можно как в любой из указанных олимпиад, так и сразу в двух по желанию учащихся.**

Оформленные решения и копию квитанции об оплате оргвзноса вкладывают в почтовый конверт и отправляют его не позднее 5 декабря 2017 г. по почте в адрес ОРГКОМИТЕТА.

*Участники **физической олимпиады** пишут адрес:*

7-й класс: 115446, Москва, а/я 450, ОРГКОМИТЕТ, **Ф-7**;

8-й класс: 115446, Москва, а/я 450, ОРГКОМИТЕТ, **Ф-8**;

9-й класс: 115446, Москва, а/я 450, ОРГКОМИТЕТ, **Ф-9**;

10-й класс: 115446, Москва, а/я 450, ОРГКОМИТЕТ, **Ф-10**.

*Участники **математической олимпиады** пишут адрес:*

4-й класс: 115446, Москва, а/я 450, ОРГКОМИТЕТ, **М-4**;

5-й класс: 115446, Москва, а/я 450, ОРГКОМИТЕТ, **М-5**;

6-й класс: 115446, Москва, а/я 450, ОРГКОМИТЕТ, **М-6**;

7-й класс: 115446, Москва, а/я 450, ОРГКОМИТЕТ, **М-7**;

8-й класс: 115446, Москва, а/я 450, ОРГКОМИТЕТ, **М-8**;

9-й класс: 115446, Москва, а/я 450, ОРГКОМИТЕТ, **М-9**;

10-й класс: 115446, Москва, а/я 450, ОРГКОМИТЕТ, **М-10**.

**Если учащийся принимает участие сразу в двух олимпиадах (по физике и математике), решения можно выслать в одном конверте.**

В этом случае адрес на конверте следует записать так:

7-й класс: 115446, Москва, а/я 450, ОРГКОМИТЕТ, **Ф-7, М-7**;

8-й класс: 115446, Москва, а/я 450, ОРГКОМИТЕТ, **Ф-8, М-8**;

9-й класс: 115446, Москва, а/я 450, ОРГКОМИТЕТ, **Ф-9, М-9**;  
10-й класс: 115446, Москва, а/я 450, ОРГКОМИТЕТ, **Ф-10, М-10**.  
**Решение можно выслать по e-mail: avangard-school@mail.ru.**

### ***Требования к олимпиадным работам***

1. Участником олимпиады считается школьник, приславший решение хотя бы одной задачи и оформивший свою работу надлежащим образом. К рассмотрению принимаются только индивидуально присланные работы.

2. При отправке **по почте** решения аккуратно оформляются на двойных тетрадных листах с отрезанными полями (около 2 см), сшитых книжечкой и пронумерованных.

3. На первом листе (**печатными буквами!!!**) указывается: Ф.И. учащегося, индекс и домашний адрес, электронный адрес (по желанию), номер и адрес школы, класс, Ф.И.О. учителя математики или физики. Решение каждой задачи начинается с новой страницы. Последовательность оформления задач и их нумерация в работе должна соответствовать их нумерации в задании.

4. **К решениям необходимо приложить два почтовых конверта с маркой А.** На каждом конверте должен быть написан почтовый домашний адрес учащегося и обратный адрес – адрес оргкомитета. В первом конверте участнику будет выслано сообщение о регистрации работы, во втором – результаты и награды.

5. В конверт нужно вложить квитанцию об оплате.

6. Решения в электронной форме должны быть набраны в текстовом редакторе Word кеглем 14. Порядок оформления такой же как в п.3, отдельным файлом должна быть выслана отсканированная квитанция об оплате (при оплате через банк) или распечатка подтверждения об оплате (при оплате через сайт школы).

Все участники олимпиады получают сертификат об участии в олимпиаде и информацию о Заочном физико-математическом лицее "Авангард". Победителям и призерам будут высланы дипломы, а решившим более половины задач – похвальные грамоты.

Крайний срок отсылки решений – **5 декабря 2017 г.**

Решения задач будут опубликованы на сайте [avangard-lyceum.ru](http://avangard-lyceum.ru) не позднее **15 декабря 2017 года.**

Оргкомитет не будет рассматривать работы, присланные без копии документа, подтверждающего оплату оргвзноса на проведение олимпиады, или высланные позже 5 декабря 2017 г. Дата отправки работы определяется по почтовому штемпелю на конверте.

Оргкомитет не принимает претензий со стороны участников олимпиады, неправильно или нечетко указавших свои фамилии и имена, домашние адреса, а также не выполнивших пункты 4-5 требований к олимпиадным работам.

## **ОПЛАТА ОРГВЗНОСА ЗА УЧАСТИЕ В ОЛИМПИАДЕ**

Оргвзнос за участие в олимпиаде можно перечислить банковским или почтовым переводом по реквизитам:

АНО ЗФМЛ "Авангард", ИНН 7724573030,

КПП 772401001, р/с № 40703810138060143354

в Царицынском ОСБ 7978/01577 ОАО «Сбербанк России»

г. Москва к/с № 30101810400000000225 БИК 044525225.

Почтовый индекс Царицынского ОСБ 7978/01577: 115409.

Назначение платежа: Оргвзнос за участие в физико-математической олимпиаде.

Образцы заполнения квитанций на оплату через ОАО Сбербанк РФ прилагаются. Оргвзнос также можно внести через сайт Лицея, следуя инструкции на сайте [avangard-lyceum.ru](http://avangard-lyceum.ru).

## ЗАДАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ

### 4 класс

1. *Д'Артаньян и три мушкетёра.* Каждый из мушкетёров – Атос, Портос, Арамис и д'Артаньян были вооружены одним оружием. Двое из них были вооружены шпагами, один пистолетом и один мушкетом. Известно, что д'Артаньян и Портос были вооружены разным оружием. Разным оружием были вооружены и д'Артаньян с Арамисом, Атос с д'Артаньяном и Арамис с Портосом. Кроме того, д'Артаньян был вооружён не мушкетом. Узнайте, кто каким оружием был вооружён.

2. Сколько существует двузначных чисел, записанных только:  
а) нечётными цифрами; б) чётными цифрами? Цифры в записи числа не повторяются.

3. Какое число в 7 раз больше своей последней цифры?

4. *Том Сойер организует покраску забора.* Том Сойер получил 4 алебастровых шарика и одно яблоко за то, что дал товарищу покрасить 5 досок забора, 6 алебастровых шариков и одно яблоко он получил за покраску 6 досок забора. Доски забора одинаковые. То же можно сказать о яблоках и шариках. Затем он все яблоки обменял на шарики. А все полученные шарики отдал за ножик. Сколько шариков стоит ножик?

5. Окрашенный кубик с ребром 10 см распилили на кубики с ребром 1 см. Сколько будет кубиков с двумя окрашенными гранями? С тремя? С одной?

### 5 класс

1. Используя знаки арифметических действий (+, −, ×, :), запишите число 31: 1) пятью тройками, 2) шестью тройками; 3) пятью пятёрками.

Например: число 21 можно представить пятью тройками так:  $3 \times 3 \times 3 - 3 - 3 = 21$  или  $33 - 3 \times 3 - 3 = 21$ .

2. Произведение трёх нечётных последовательных чисел равно 693. Найдите эти числа.

3. На одну чашу весов положили круг сыра, а на другую –  $\frac{3}{4}$  такого же круга и ещё килограммовую гирию. Установилось равновесие. Сколько весит круг сыра?

4. Взяв по два раза цифры 1, 2, 3 и 4, напишите восьмизначное число, у которого между единицами стоит ровно одна цифра, между двойками – две, между тройками – три, между четвёрками – четыре цифры. Какое это число?

5. Коле так надоели мухи, что он решил их всех переловить. За 4 дня он наловил 216 мух, причём каждый следующий день ловил столько мух, сколько за все предыдущие дни. Сколько мух наловил Коля в каждый из четырёх дней?

### 6 класс

1. Найдите длину куба, площадь поверхности и объём которого выражаются одним и тем же числом единиц.

2. Вычислите:  $99 - 97 + 95 - 93 + \dots + 3 - 1$ .

3. Отец старше сына в 4 раза. Через 20 лет он будет старше сына в 2 раза. Сколько сейчас лет отцу?

4. Найдите двузначное число, первая цифра которого равна разности между этим числом и числом, записанным теми же цифрами, но в обратном порядке.

5. В парламенте некоторой страны две палаты, имеющие равное число депутатов. В голосовании по важному вопросу приняли участие все депутаты, причём воздержавшихся не было. Когда председатель сообщил, что решение принято с преимуществом в 23 голоса, лидер оппозиции заявил, что результаты голосования сфальсифицированы. Как он это понял?

### 7 класс

1. Отцу столько же лет, сколько сыну и дочери вместе, сын вдвое старше сестры и на 20 лет моложе отца. Сколько лет дочери?

2. Предприятие получило задание за два года снизить на 51 % объём выпускаемой продукции. Каждый год требуется снижать объём на одно и то же число процентов. На сколько?

3. Разгадайте ребус. Каждой букве соответствует определенная цифра, причем, разным буквам – разная:  $A + \overline{BB} + A = \overline{CCC}$ .

4. Чтобы открыть сейф, надо ввести код – число, состоящее из семи цифр: двоек и троек. Сейф откроется, если двоек больше, чем троек, а код делится и на 3, и на 4. Придумайте код, открывающий сейф.

5. На острове живут рыцари, которые всегда говорят правду, и лжецы, которые всегда лгут. Путник встретил троих островитян и спросил каждого из них: «Сколько рыцарей среди твоих спутников?». Первый ответил: «Ни одного». Второй сказал: «Один». Что сказал третий?

### 8 класс

1. Путь от дома до школы Буратино проделал пешком. Обрато он двигался той же дорогой, но первую половину пути он проехал на собаке, а вторую половину пути – на черепахе. Известно, что скорость собаки в четыре раза больше, а скорость черепахи – в два раза меньше, чем скорость, с которой Буратино шёл в школу. На какой путь – из дома до школы или из школы до дома – затратил Буратино больше времени?

2. В тесте к каждому вопросу указаны 5 вариантов ответа. Отличник отвечает на все вопросы правильно. Когда двоечнику удаётся списать, он отвечает правильно, а в противном случае – наугад (т.е. среди написанных вопросов он правильно отвечает на 1/5 часть). Всего двоечник правильно ответил на половину вопросов. Какую долю ответов ему удалось списать?

3. На острове Контрастов живут рыцари, которые всегда говорят правду, и лжецы, которые всегда лгут. Некоторые жители заявили, что на острове чётное число рыцарей, а остальные заявили, что на острове нечётное число лжецов. Каким является число жителей на острове: чётным или нечётным?

4. Альфире втрое больше лет, чем было Эльдару, когда она была в его нынешнем возрасте. Когда он будет в её нынешнем возрасте, им вместе будет 28 лет. Сколько сейчас лет Альфире и сколько Эльдару?

5. Решите уравнение в натуральных числах:

а)  $x^2 - y^2 = 31$ ; б)  $x^2 - y^2 = 303$ .

### 9 класс

1. Решите уравнение  $x^3 + x^2 + x - 3 = 0$  в натуральных числах.

2. Мне вдвое больше лет, чем было Вам тогда, когда мне было столько лет, сколько Вам сейчас. Сколько лет мне, если вмести нам 70 лет?

3. В мешке 101 монета. Из них 100 одинаковых по весу настоящих монет и одна фальшивая, отличающаяся от них по весу. Необходимо выяснить, легче или тяжелее фальшивая монета, чем настоящая. Как это сделать с помощью двух взвешиваний на чашечных весах без гирь?

4. Что больше:  $1234567 \times 1234569$  или  $1234568^2$ ?

5. На острове живут рыцари, которые всегда говорят правду, лжецы, которые всегда лгут, и хитрецы, которые иногда лгут, иногда говорят правду. Три человека – рыцарь, лжец и хитрец – разговаривают:

*A*: «Я хитрец».

*B*: «Это правда».

*C*: «Я не хитрец».

Кто такие *A*, *B* и *C*?

### 10 класс

1. Докажите, что  $2^{100} + 3^{100} < 4^{100}$ .

2. Найдите все решения системы уравнений 
$$\begin{cases} x^2 + y^2 = 6z, \\ y^2 + z^2 = 6x, \\ z^2 + x^2 = 6y. \end{cases}$$

3. Известно, что корни уравнения  $x^2 + px + q = 0$  – целые числа, а  $p$  и  $q$  – простые числа. Найдите  $p$  и  $q$ . (Простые числа положительны!)

4. На острове живут рыцари, которые всегда говорят правду, и лжецы, которые всегда лгут. *A*, *B*, *C* и *D* – жители острова рыцарей и лжецов – разговаривают:

*A* говорит: «По меньшей мере один из нас лжец».

*B* говорит: «По меньшей мере двое из нас лжецы».

*C* говорит: «По меньшей мере трое из нас лжецы».

*D* говорит: «Лжецов среди нас нет».

Кто из них рыцарь, а кто лжец?

5. Решите уравнение  $x + y = x^2 - xy + y^2$  в целых числах.

# ЗАДАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ

## 7 класс

1. Почему если температура воздуха выше нуля, снежки лепить легко, а если температура снега намного меньше  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  снежки лепятся плохо?

2. Ветер уносит воздушный шар в южном направлении. В какую сторону при этом отклонится флажок, прикрепленный к вершине гондолы?

3. Почему, оступившись с утоптанной тропинки, можно довольно глубоко провалиться в рыхлый снег? А в начале весны, когда снег оседает при таянии, тропинка иногда оказывается даже выше окружающей снежной целины. Чем это можно объяснить?

4. Если измерить плотность деревянного бруска, покрытого краской, то она окажется равной  $\rho = 600\text{ кг/м}^3$ . На самом деле брусок состоит из двух частей, равных по объёму, плотность одной из которых в два раза больше плотности другой. Найдите плотности обеих частей бруска. Массой краски можно пренебречь.

5. Школьники побывали на экскурсии в Москве и возвращались обратно в Тверь на автобусах, которые ехали со скоростью  $v_1 = 70\text{ км/ч}$ . Пошёл дождь, и водители снизили скорость до  $v_2 = 60\text{ км/ч}$ . Когда дождь кончился, до Твери осталось проехать  $s = 40\text{ км}$ . Автобусы поехали со скоростью  $v_3 = 75\text{ км/ч}$  и въехали в Тверь в точно запланированное время. Сколько времени шёл дождь? Чему равна средняя скорость автобуса? Для упрощения считайте, что автобусы в пути не останавливались.

## 8 класс

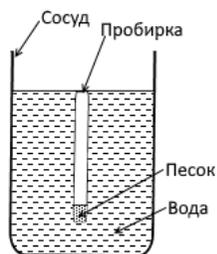
1. Есть ли физическая ошибка в следующем стихотворении:

«Она жила и по стеклу текла,  
Но вдруг её морозом прихватило,  
И неподвижной льдинкой капля стала,  
А в мире поубавилось тепла?»

2. Почему, когда наливают сок из жестяной банки через отверстие в крышке, то делают два отверстия. Только тогда идёт хорошая струя.

3. Баржа «Севрюга» плывет по прямой реке с постоянной скоростью  $u = 5$  м/с длиной  $L = 100$  м. На корме баржи стоит матрос. Он начинает ходить по барже от кормы к носу и обратно. Вперёд он идёт с постоянной относительно баржи скоростью  $v_1 = 1$  м/с, а назад с постоянной относительно баржи скоростью  $v_2 = 2$  м/с. Какой путь пройдёт матрос относительно берега реки, если пройдёт по барже туда и обратно  $n = 10$  раз?

4. У школьника Эльдара есть стеклянная пробирка массой  $M = 80$  г и вместительностью  $V = 60$  мл. Он опустил пробирку в цилиндрический сосуд с водой и постепенно насыпал на дно пробирки песок до тех пор, пока она не погрузилась в воду по горлышко (см. рис.). Затем Эльдар измерил массу песка, находившегося в пробирке в этот момент, и она оказалась равной  $m = 12$  г. Внутренний радиус сосуда, в который опущена пробирка, равен  $R = 5$  см. Плотность воды  $\rho_v = 1$  г/см<sup>3</sup>. Определите по этим данным плотность стекла пробирки и вычислите, на сколько поднялся уровень воды в сосуде в результате погружения пробирки в воду.

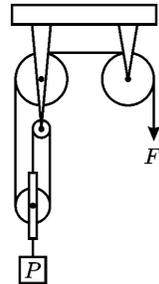


5. В калориметре находится  $m = 100$  г расплавленного металла галлия при температуре его плавления  $t_{пл} = 29,8$  °С. Его начали медленно охлаждать, оберегая от внешних воздействий, и в результате температура понизилась до  $t = 19,8$  °С, а галлий остался жидким. Когда переохлаждённый таким образом жидкий галлий размешали палочкой, он частично перешёл в твёрдое состояние. Найдите массу отвердевшего галлия и установившуюся в калориметре температуру. Удельная теплота плавления галлия  $\lambda = 80$  кДж/кг, удельная теплоёмкость галлия  $c = 410$  Дж/(кг·°С). Теплоемкостью калориметра и палочки пренебречь.

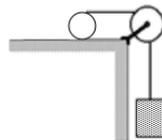
## 9 класс

1. По алюминиевой проволоке пропускают ток такой силы, что она слегка накаляется. Почему при охлаждении одной части проволоки (например, водой) другая её часть накаляется сильнее? Напряжение на концах проволоки поддерживается неизменным.

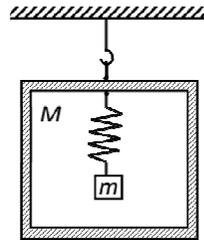
2. На кондитерской фабрике для подъёма тяжёлых ящиков с шоколадом используется система из четырёх блоков и одного троса, закреплённых на потолке, как показано на рисунке. С какой силой  $F$  надо тянуть вниз за конец троса, чтобы удерживать или медленно и равномерно поднимать заготовку, вес которой равен  $P$ ? Участки троса, не лежащие на блоках, горизонтальны или вертикальны, весом блоков, троса и трением можно пренебречь.



3. Нерастяжимая нить намотана на цилиндр, а другим концом привязана к грузу (см. рис.). Какой путь пройдет груз, когда катящийся без скольжения цилиндр, длина окружности которого равна  $l$ , сделает один оборот?



4. Коробка массой  $M$  подвешена на нитке к потолку комнаты (см. рис.). Внутри коробки на лёгкой пружине подвешен груз массой  $m$ . Нитку пережигают. Найдите ускорения груза и коробки сразу после пережигания нити. Ускорение свободного падения равно  $g$ .



5. В Китае некоторые считают, что кипяток, налитый в чашку, может заметно остыть даже за несколько секунд, что испортит качество получившегося чая. Проверим, правы ли они. Над чашкой очень горячей воды поднимается пар. Скорость подъёма пара, оцениваемая на глаз, равна  $v = 0,1$  м/с. Считая, что весь поднимающийся над чашкой пар имеет температуру  $100^\circ\text{C}$ , оцените скорость остывания чашки с очень горячей водой за счёт испарения воды (эта скорость измеряется в градусах за секунду). Масса воды в чашке  $m = 200$  г, площадь поверхности воды  $S = 30$  см<sup>2</sup>, удельная теплота парообразования воды  $L = 2,3 \cdot 10^3$  Дж/кг, удельная теплоёмкость воды  $c = 4,2 \cdot 10^3$  Дж/(кг $\cdot$ °C), плотность водяного пара при  $100^\circ\text{C}$  равна  $\rho = 0,58$  кг/м<sup>3</sup>.

## 10 класс

1. Имеются два одинаковых длинных черных ящика. В одном из них находится постоянный магнит, а в другом – длинная катушка из медной проволоки, подключённая к источнику постоянного тока (батарея). Как, используя только эти «чёрные ящики», опреде-

лить, в каком из них находится постоянный магнит? Нельзя заглядывать внутрь ящиков, разбирать и разрушать их.

2. В стоящий на столе калориметр налита вода комнатной температуры  $t_0$ . С большой высоты  $h$  в калориметр падают одинаковые капли воды той же температуры  $t_0$ . На уровне поверхности воды в калориметре есть небольшое отверстие, через которое вытекает лишняя вода. Какая температура установится в калориметре спустя большое время после начала падения капель? Удельная теплоемкость воды равна  $c$ , ускорение свободного падения капель равно  $g$ . Теплоемкостью калориметра, отдачей тепла от его стенок и испарением воды можно пренебречь.

3. Если сбросить массивное тело с большой высоты, то из-за сопротивления воздуха оно большую часть пути будет двигаться с постоянной установившейся скоростью. Для пластмассового бильярдного шара эта скорость составляет 100 м/с. Если его сделать из материала с вдвое большей плотностью, то при тех же размерах его скорость увеличится до 140 м/с. Если взять шар из того же материала, что и бильярдный шар, но вдвое большего диаметра, то скорость установившегося движения также составит 140 м/с. Какой станет эта скорость для шара из того же материала, но в 10 раз меньшего диаметра?

4. Мягкий резиновый шарик налетает на твёрдый кубик такой же массы, между ними происходит лобовой удар. После этого удара скорость шарика составляет 0,1 от его начальной скорости. Какая часть кинетической энергии шарика перешла при ударе в тепло?

5. В системе, изображённой на рисунке, грузы 1 и 2 прикреплены к нитям, массы грузов 1, 2 и 3 равны  $M$ ,  $2M$  и  $3M$  соответственно. Найдите их ускорения. Трение отсутствует. Блоки невесомы, нити невесомы и нерастяжимы, не лежащие на блоках участки нитей вертикальны.

