



«Заочный физико-
математический
лицей «Авангард»

Дорогой друг!

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

Надеемся, что сейчас Вы тоже станете участником нашей **XXVII 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.

Сроки проведения олимпиады: 15 ноября – 31 декабря 2020 г.

Крайний срок отсылки решений – **31 декабря 2020 г.**

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

Оргвзнос составляет:

- 1) за участие в физической олимпиаде – 190 рублей;**
- 2) за участие в математической олимпиаде – 190 рублей;**
- 3) за участие в двух олимпиадах: по физике и математике – 280 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.

Задания XXVII 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
XXVII 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 31 декабря 2020 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 получат 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 – **31 декабря 2020 г.**

Решения задач будут опубликованы на сайте avangard-lyceum.ru **не позднее 10 января 2020 года.**

Оргкомитет не будет рассматривать работы, присланные без копии документа, подтверждающего оплату оргвзноса на проведение олимпиады, или высланные позже 31 декабря 2020 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.

ЗАДАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ

4 класс

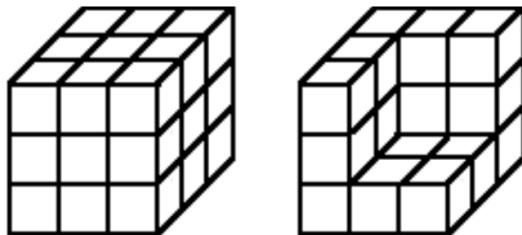
1. На весах, которые находятся в равновесии, на одной чашке лежит одно яблоко и три одинаковые груши. На другой чашке - три таких же яблока и одна такая же груша. Что легче: яблока или груша? Почему?

2. До конца суток осталось в 11 раз больше времени, чем прошло от их начала. Который сейчас час?

3. У Алисы не хватило на покупку букваря семи рублей, а у Василисы – одного рубля. Они сложились, чтобы купить один букварь на двоих, но денег все равно не хватило. Сколько стоил букварь? Известно, что букварь стоит целое число рублей, а у детей могли быть только рублевые монеты.

4. Вася решил поправить свое здоровье. Для этого он решил половину времени каждых суток спать, третью часть каждых суток заниматься спортом, а шестую часть – принимать пищу. Остальное время он решил посвятить учебе. Сколько часов в сутки Вася собирается посвятить учебе?

5. Для того чтобы покрасить куб, изображенный на левом рисунке, понадобится 9 кг краски. Сколько килограммов краски потребуется, чтобы покрасить фигуру, изображенную на правом рисунке?



5 класс

1. Сколькими нулями заканчивается произведение чисел от 1 до 50 включительно?

2. Алиса и Диана купили по одинаковой коробке чая в пакетиках. Известно, что одного пакетика хватает на две или три чашки чая. Алисе коробки хватило на 41 чашку, а Диане – на 58 чашек. Сколько пакетиков было в коробке?

3. В стране Авангардии 11 городов. Президент приказал проложить между городами дороги так, чтобы из каждого города выходило ровно 7 дорог. Можно ли выполнить этот приказ?

4. Вася утверждает, что нашел 10 натуральных чисел, сумма и произведение которых равны 20. Возможно ли такое?

5. Волк с тремя поросятами написал детектив "Три поросёнка-2", а потом вместе с Красной Шапочкой и её бабушкой кулинарную книгу "Красная Шапочка-2". В издательстве выдали гонорар за обе книжки поросёнку Наф-Нафу. Он забрал свою долю и передал оставшиеся 2100 золотых монет Волку. Гонорар за каждую книгу делится поровну между её авторами. Сколько денег Волк должен взять себе?

6 класс

1. Шифр секретного кода в банковском сейфе является двузначным числом. Директор банка забыл код, но помнит, что сумма цифр этого числа, сложенная с его произведением, равна самому числу. Напишите все возможные варианты кода, чтобы директор смог быстрее открыть замок.

2. В чемпионате страны СооБразилии по пляжному футболу, проходящем по круговой системе в два круга, было сыграно 9702 матча. Сколько команд приняло участие в чемпионате?

3. В какое минимальное количество цветов можно раскрасить грани куба, чтобы соседние грани не были окрашены в одинаковый цвет?

4. Докажите, что нельзя обойти конем шахматную доску с вырезанными полями $a1$ и $h8$, побывав на остальных полях ровно по одному разу.

5. В классе учится менее 50 школьников. За контрольную работу $1/7$ учеников получила пятерки, $1/3$ — четверки, $1/2$ — тройки. Остальные работы оказались неудовлетворительными. Сколько было таких работ?

7 класс

1. Последовательностью цифр 14012006140120101201 зашифровано слово следующим образом: каждой букве поставлено в соответствие двузначное число. Расшифруйте.

2. По двум телевизионным каналам одновременно начали показывать один и тот же фильм. На первом канале фильм разбили на части по 20 минут каждая и вставили между ними двухминутные рекламные паузы. А на втором канале фильм разбили на части по 10 минут каждая и вставили между ними минутные рекламные паузы. На каком канале фильм закончится раньше?

3. На сколько частей делят пространство продолженные плоскости граней куба?

4. В городе Мухоморске телефонные номера состоят из шести цифр, причем первая цифра номера не может быть единицей или нулем. Сколько телефонных номеров в Мухоморске?

5. Известно, что сумма и произведение 2020 чисел, каждое из которых по абсолютной величине не превосходит 2020, равны нулю. Какое максимальное значение может принимать сумма квадратов этих чисел?

8 класс

1. Простым или составным является число $7^{2020} + 11$?

2. Вставьте пропущенные числа и найдите сумму:
 $4 + 18 + 48 + \dots + 900$.

3. На покраску большого деревянного куба размером $2020 \times 2020 \times 2020$ ушел 1 кг краски. Однако понадобились кубики поменьше, и большой куб распилили на кубики размером $1 \times 1 \times 1$. Сколько необходимо еще краски для «докраски» маленьких кубиков?

4. В городе Мухоморске телефонные номера состоят из шести цифр, причем первая цифра номера не может быть восьмеркой или нулем. Однако каждая солидная фирма в этом городе считает ниже своего достоинства иметь в телефоне меньше пяти идущих подряд одинаковых цифр. Сколько солидных фирм можно зарегистрировать в Мухоморске?

5. Дан равносторонний треугольник со стороной единица. В каком отношении делит его площадь окружность с центром в одной из его вершин, проходящая через центр треугольника?

9 класс

1. Что больше -4^{500} или 5^{400} ?

2. Автомобильный номер в стране Авангардии состоит из двух букв русского алфавита и пяти четных цифр. Сколько автомобилей можно зарегистрировать в Авангардии?

3. Изобразите на координатной плоскости Oxy множество точек, координаты x и y которых удовлетворяют уравнению $2x^2 - 5xy + 2y^2 = 0$.

4. Сколькими способами можно расставить на шахматной доске черного и белого королей так, чтобы они не били друг друга (не стояли на соседних клетках)? Примечание: расстановки, при которых черный и белый короли меняются местами, считаются разными.

5. Рассмотрим точку P внутри треугольника ABC и проведем через нее три отрезка, параллельных соответствующим сторонам треугольника. S_1, S_2, S_3 – площади трех треугольников, возникающих при разбиении исходного треугольника этими отрезками. Найдите площадь треугольника ABC .

10 класс

1. Докажите, что $(2020^{2019} - 1)$ нацело делится на 2019^2 .

2. Решите систему
$$\begin{cases} x^3 + y^3 = 28, \\ xy(x + y) = 12. \end{cases}$$

3. Простым или составным является число $2020^{2019} + 1$?

4. На какое максимальное число частей могут разбить плоскость 2020 прямых?

5. Найдите сумму $3 + 33 + 333 + \dots + 33\dots3$ (в последнем слагаемом 2020 троек).

ЗАДАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ

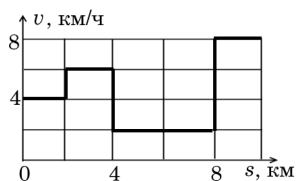
7 класс

1. Кубики объёмом 8000 мм^3 каждый плотно уложили в ряд. Какой длины получился бы ряд из кубиков, взятых в таком количестве, сколько их содержится в объёме $0,48 \text{ м}^3$? Ответ представьте в километрах.

2. Известно, что в древнем Риме были такие единицы измерения объема: секстарий, киафа, урна и амфора. Известно, что 12 киафов составляют 1 секстарий, одна урна равна половине амфоры, а в 1 урне 288 киафов. Определите, что больше по объёму: 3 амфоры или 150 секстариив?

3. На стадионе беговая дорожка представляет собой прямоугольник со сторонами 110 м и 40 м. Внутри прямоугольника на земле лежат часы. Школьницы Маша и Глаша бегают по дорожке. Маша движется так, что секундная стрелка часов всё время указывает на Машу. Глаша бежит с постоянной по величине скоростью. Дистанцию в один круг девочки проходят за одно и то же время. С какой скоростью бежит Глаша? Ответ выразите в м/с и округлите до десятых.

4. Дан график зависимости пути, пройденного Емелей, от времени. Определите, за какое время Емеля прошел 10 км.



5. Почтальон Печкин пошёл из деревни в город со скоростью $v_1 = 5 \text{ км/ч}$. Начался сильный снегопад, и он снизил скорость до $v_2 = 4 \text{ км/ч}$. Когда снегопад кончился, Печкин вновь пошёл со скоростью v_1 . В результате, в город он прибыл на 30 минут позже запланированного. Сколько времени шел снегопад?

8 класс

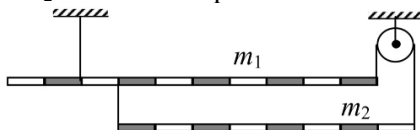
1. Необходимо сделать 21 бутерброд с маслом. Имеется булка хлеба с размерами сторон: $a = 7 \text{ см}$, $b = 10 \text{ см}$, $c = 21 \text{ см}$ и 15 г масла. Хлеб нарезают ломтиками и намазывают с одной стороны ровным слоем масла. Получившиеся бутерброды положили на стол. Каково давление масла на хлеб, если $g = 9,8 \text{ Н/кг}$. Считайте, что масло делят поровну между ломтиками.

2. В измерительный цилиндр, заполненный водой, опустили стальной шарик с герметичной внутренней полостью. При этом объём вытесненной жидкости был равен 18 мл. Затем этот же шарик аккуратно опустили в измерительный цилиндр, заполненный керосином. В этом случае объём вытесненной жидкости равнялся 20 мл. Найдите массу шарика, его объём и объём полости. Плотность стали $\rho_0 = 7,8 \text{ г/см}^3$, воды $\rho_1 = 1,0 \text{ г/см}^3$, керосина $\rho_2 = 0,8 \text{ г/см}^3$. Шарик не касался стенок цилиндра, уровень жидкости в цилиндре всегда был в несколько раз больше диаметра шарика.

3. Велосипедист проехал за один день 40 км. При этом с 9.00 до 11.20 он ехал со скоростью, которая равномерно возрастала от 10 км/ч до 14 км/ч. Затем путешественник загорал на пляже. На оставшийся путь он потратил время с 18.30 до 20.00. Определите среднюю скорость велосипедиста на вечернем участке поездки.

4. Масса канистры, полностью заполненной керосином, $m_1 = 24 \text{ кг}$. Масса канистры, полностью заполненной водой, $m_2 = 29 \text{ кг}$. Какова масса пустой канистры? Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$, плотность керосина $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$.

5. Система, состоящая из двух однородных стержней разной плотности, находится в равновесии (см. рис.). Масса верхнего стержня $m_1 = 2,1 \text{ кг}$. Трение пренебрежимо мало. Определите, при какой массе m_2 нижнего стержня возможно такое равновесие.



9 класс

1. Катер, идущий против течения реки, встречает плот, плывущий по реке. Через $t_1 = 20$ мин после встречи катер причалил к берегу и простоял $t_2 = 1 \text{ ч}$. Затем катер поплыл обратно и за $t_3 = 40$ мин догнал плот на расстоянии $l = 10 \text{ км}$ от места их первой встречи. Определите скорость катера относительно воды, считая её постоянной.

2. В калориметре смешали по 100 г воды, взятой при температуре $40 \text{ }^\circ\text{C}$ и $100 \text{ }^\circ\text{C}$, и добавили по 300 г воды при температуре $60 \text{ }^\circ\text{C}$

и $80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какова температура смеси после установления равновесия?

3. На плоском дне водоема глубиной $h = 50\text{ м}$ лежит камень, имеющий форму куба с ребром $a = 1\text{ м}$. Плотность камня $\rho_{\text{к}} = 2700\text{ кг/м}^3$. К центру верхней грани прикреплен очень прочный трос, за который мы (с помощью подъемного крана) тянем куб вверх. Какую силу нужно приложить к тросу, чтобы оторвать камень от дна? Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1000\text{ кг/м}^3$. Атмосферное давление $p_{\text{а}} = 100\text{ кПа}$. Известно, что под лежащий камень вода не течет.

4. Оцените скорость, с которой должна лететь муха, чтобы после удара о стену от неё не осталось «мокрого места». Можно считать, что муха по своим свойствам – это капля воды.

5. Алюминиевая проволока диаметром $d = 2,5\text{ мм}$, не слишком гнутая, покрыта льдом. Общий диаметр проволоки со льдом равен $D = 3,5\text{ мм}$. Температура льда и проволоки $t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$. По проволоке пустили ток силой $I = 15\text{ А}$. За какое время лёд растает? Плотность льда $\rho_{\text{л}} = 0,9\text{ г/см}^3$, а его удельная теплота плавления $\lambda = 340\text{ кДж/кг}$. Удельное сопротивление алюминия $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8}\text{ Ом}\cdot\text{м}$.

10 класс

1. По шоссе равномерно движется длинная колонна автомобилей. Расстояния между соседними автомобилями в колонне одинаковы. Едущий по шоссе в том же направлении инспектор ГИБДД обнаружил, что если его скорость равна $v_1 = 36\text{ км/ч}$, то через каждые $\tau_1 = 10\text{ с}$ его обгоняет автомобиль из колонны, а при скорости $v_2 = 90\text{ км/ч}$ через каждые $\tau_2 = 20\text{ с}$ он обгоняет автомобиль из колонны. Через какой промежуток времени будут проезжать автомобили мимо инспектора, если он остановится?

2. Однородный кирпич, имеющий форму прямоугольного параллелепипеда, положили трижды на поверхность горизонтального стола разными гранями. В первом случае давление, которое оказывает кирпич на поверхность стола, равно 1 кПа , во втором – 2 кПа , в третьем – 8 кПа . Найдите массу кирпича, если плотность материала, из которого он изготовлен, равна $1,6\text{ г/см}^3$. Атмосферное давление не учитывать. Считайте, что $g = 10\text{ Н/кг}$.

3. В стакане находится некоторое количество воды, нагретой до температуры $80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Когда в стакан кладут металлический шарик,

имеющий температуру 20°C , в стакане устанавливается температура 60°C . Какая температура установится в стакане, после того как в него опустят еще два таких же шарика, имеющих температуру 20°C ? Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

4. Марс удобнее всего изучать во время противостояния, когда Земля находится между Марсом и Солнцем. Определите, через какой промежуток времени повторяются противостояния Земли и Марса. Марс совершает оборот вокруг Солнца за 687 земных дней, а Земля за 365 дней.

5. Тело массой $M = 10$ кг подвешено в лифте при помощи трех одинаковых легких веревок, натянутых вертикально. Одна из них привязана к потолку лифта, две другие – к полу. Вертввки натянуты так, что в покое натяжение каждой из нижних составляет $F_0 = 5$ Н. Найдите силу натяжения верхней веревки при ускорении лифта, равном $a_1 = 1$ м/с² и направленном вверх. То же – при величине ускорения лифта $a_2 = 2$ м/с². Ускорение свободного падения принять равным $g = 9,8$ м/с².