

## **Заочная физико-техническая школа при МФТИ**

Заочная физико-техническая школа (ЗФТШ) Министерства общего и профессионального образования РФ при Московском физико-техническом ин-

ституте (МФТИ) проводит набор учащихся общеобразовательных учреждений (школ, лицеев, гимназий и т.п.), расположенных на территории Российской Федерации, на 1999/2000 учебный год.

ЗФТШ при МФТИ как федеральное государственное учреждение дополнительного образования работает с 1966

года. За это время школу окончили свыше 56 тысяч учащихся; практически все ее выпускники поступают в ведущие вузы страны, а каждый второй студент МФТИ – выпускник ЗФТШ. Финансирует ЗФТШ Министерство общего и профессионального образования Российской Федерации. Обучение в ЗФТШ бесплатное.

Научно-методическое руководство школой осуществляет Московский физико-технический институт, который готовит специалистов по существующей только в МФТИ единой специальности «Прикладная математика и физика». В их подготовке принимают участие ведущие отраслевые и академические научно-исследовательские институты и научно-производственные объединения страны (базовые организации МФТИ). Преподаватели МФТИ – крупнейшие ученые, среди которых около ста членов Российской академии наук. Физтеховское образование позволяет не только успешно работать в науке, но и хорошо ориентироваться в жизни.

Цель ЗФТШ при МФТИ – помочь учащимся, интересующимся физикой и математикой, углубить и систематизировать свои знания по этим предметам.

Набор в 8, 9, 10 и 11 классы ЗФТШ на 1999/2000 учебный год проводится на следующие отделения:

– *Заочное (индивидуальное).*

*Телефон: (095) 408-51-45.*

Прием на заочное отделение проводится на конкурсной основе по результатам выполнения вступительного задания по физике и математике, приведенного ниже. Полная программа обучения рассчитана на 4 года (8–11 кл.), но поступать можно в любой из этих классов.

В течение учебного года, в соответствии с программой ЗФТШ, ученик будет получать по каждой теме задания по физике и математике (по 4 задания по каждому предмету для 8 класса, 6–7 заданий по каждому предмету для 9, 10 и 11 кл.), а затем рекомендуемые ЗФТШ авторские решения этих заданий вместе с проверенной работой учащегося.

Задания содержат теоретический материал, разбор характерных примеров и задач по соответствующей теме и 8–12 контрольных вопросов и задач для самостоятельного решения. Это и простые задачи, и более сложные (на уровне конкурсных задач в МФТИ). Задания ЗФТШ составляют опытные преподаватели кафедр общей физики и высшей математики МФТИ. Работа учащихся-заочников проверяют студенты, аспиранты и выпускники МФТИ (часто – выпускники ЗФТШ).

– *Очно-заочное (в физико-технических факультетах и кружках).*

*Телефон: (095) 485-42-27.*

Заочные физико-технические круж-

ки и факультативы могут быть организованы в любом общеобразовательном учреждении двумя преподавателями – физики и математики. Руководители кружка или факультатива принимают в них учащихся, успешно выполнивших вступительное задание ЗФТШ. Группа (не менее 8 человек) принимается в ЗФТШ, если директор общеобразовательного учреждения сообщит в ЗФТШ фамилии, имена, отчества ее руководителей и поименный список обучающихся (с указанием класса и итоговых оценок за вступительное задание по физике и математике). Все эти материалы и конверт с маркой достоинством 1 руб. для ответа о приеме в ЗФТШ с обратным адресом на имя одного из руководителей следует выслать до 25 мая 1999 года по адресу: 141700 г.Долгопрудный Московской области, Институтский пер., 9, МФТИ, ЗФТШ (с указанием «Кружок» или «Факультатив»). Тетради с работами учащихся в ЗФТШ не высылаются. Работа руководителей кружков и факультативов может оплачиваться общеобразовательным учреждением по представлению ЗФТШ при МФТИ как факультативные занятия.

Руководители кружков и факультативов будут получать в течение учебного года учебно-методические материалы ЗФТШ (программы по физике и математике, задания по темам программы, решения заданий с краткими рекомендациями по оценке работ учащихся) и информационно-рекламные материалы (газеты МФТИ «За науку», проспекты МФТИ и его факультетов с правилами приема и т.п.). Работы учащихся проверяют и оценивают руководители кружков и факультативов, а в ЗФТШ ими высылаются ведомости с итоговыми оценками по каждому заданию.

– *Очно (в вечерних консультационных пунктах).*

*Телефон: (095) 408-51-45.*

Для учащихся Москвы и Московской области по программе ЗФТШ работают вечерние консультационные пункты, набор в которые проводится или по результатам выполнения вступительного задания ЗФТШ, или по результатам собеседования по физике и математике, которое проводится в мае и сентябре.

Программы ЗФТШ при МФТИ являются дополнительными образовательными программами и едины для всех видов обучения. Кроме занятий

по этим программам, ученикам ЗФТШ предлагается участвовать в пробных вступительных экзаменах в МФТИ, которые проводятся в марте, в очных и заочных олимпиадах МФТИ и его факультетов, конкурсах и научно-технических конференциях.

По окончании учебного года учащиеся, успешно выполнившие программу ЗФТШ по выбранной форме обучения, переводятся в следующий класс, а выпускники (11 кл.) получают Свидетельство об окончании с итоговыми оценками по физике и математике, которое учитывается на собеседовании при поступлении в МФТИ.

Вне конкурса (без выполнения вступительного задания) в ЗФТШ принимаются участники областных, краевых, республиканских, зональных и всероссийских олимпиад по физике и математике (участие нужно подтвердить справкой из школы).

Вступительное задание по физике и математике каждый ученик выполняет самостоятельно. Работу сделайте на русском языке и аккуратно перепишите в одну школьную тетрадь. Порядок задач сохраняйте тот же, что и в задании. Тетрадь перешлите в большом конверте простой бандеролью (только не сворачивайте в трубку). Вместе с решением обязательно вышлите справку из школы, в которой учитеесь, с указанием класса. Справку наклейте на внутреннюю сторону обложки тетради. На лицевую сторону обложки наклейте лист бумаги, четко заполненный по приведенному здесь образцу.

**Внимание!** Для получения ответа на вступительное задание и для отправки вам первого задания *обязательно* вложите в тетрадь два конверта: обычный почтовый с маркой достоинством в 1 руб. и бандерольный размером 160 × 230 мм с марками на сумму 1 руб. 50 коп. На конвертах напишите свой домашний адрес.

Срок отправления решения – *не позднее 1 марта 1999 года*. Вступительные работы обратно не высылаются. Решение приемной комиссии будет сообщено не позднее 1 августа 1999 года.

Тетрадь с выполненными заданиями (по физике и математике) высылайте по адресу: 141700 г.Долгопрудный Московской области, Институтский пер., 9, МФТИ, ЗФТШ.

Для учащихся Украины работает Киевский филиал ЗФТШ при МФТИ. Желая поступить следует выслать работы по адресу: 252680 г.Киев, пр. Вернадского, д.36, Институт ме-

Л. №								
№п/п								Σ
Ф.								
М.								

1. Область
2. Фамилия, имя, отчество
3. Класс, в котором учитесь
4. Номер школы
5. Вид школы (обычная, лицей, гимназия, с углубленным изучением предмета и т.п.)
6. Подробный домашний адрес (с указанием индекса и телефона)
7. Место работы и должность родителей:
  - отец
  - мать
8. Адрес школы и телефон
9. Фамилия, имя, отчество преподавателей:
  - по физике
  - по математике
10. Каким образом к Вам попала эта афиша?

*Костромская  
Костров Дмитрий Владимирович  
девятый  
№32  
физико-технический лицей*

*156011 г.Кострома, ул.Студенческая,  
д.20, кор.2, кв.205, тел. 21-32-43*

*АОЗТ Завод ЦСП, инженер  
поликлиника №1, медсестра  
156011 г.Кострома, ул. Беговая, д. 4а,  
тел. 31-42-53*

*Королев Сергей Алексеевич  
Потапова Марина Николаевна*

таллофизики, Киевский филиал ЗФТШ при МФТИ. Телефон: (044) 444-95-24.

Для учащихся из стран ближнего зарубежья возможно платное обучение на заочном и очно-заочном отделениях ЗФТШ. Условия обучения для прошедших конкурсный прием будут сообщены дополнительно.

Ниже приводятся вступительные задания по физике и математике. В задании по физике задачи 1–5 предназначены для учащихся седьмых классов, 6–11 – для восьмых классов, 9–14 – для девярых классов, 13–18 – для десятых классов. В задании по математике задачи 1–5 предназначены для учащихся седьмых классов, 2–8 – для восьмых классов, 5–11 – для девярых классов, 8–14 – для десятых классов. Номера классов указаны на текущий 1998/99 учебный год.

**Вступительное задание по физике**

1. Тонкая нерастяжимая нить намотана на катушку, состоящую из цилиндрического стержня радиусом  $r$  и двух одинаковых сплошных дисков радиусом  $R$ . Нить переброшена через блок, и

к концу ее привязан груз (рис.1). Под действием груза катушка катится по горизонтальной поверхности без скольжения. Какой путь  $L$  пройдет центр катушки  $O$ , когда груз опустится на высоту  $l$ ?

2. Группа индейцев племени Хитаги, двигаясь цепочкой по тропе со скоростью 3,6 км/ч, растянулась на 200 м. Вдруг замыкающий услышал звуки шагов бледнолицых. С этой вестью он посылает самого быстрого индейца к вождю, который находится впереди группы. Индеец бежит со скоростью 7 м/с и, мгновенно выполнив приказ, возвращается к замыкающему группы с той же скоростью. Через какое время

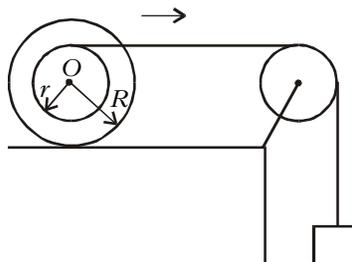


Рис. 1

после получения приказа индеец вернется обратно?

3. Три одинаковых сообщающихся сосуда частично заполнены водой (рис.2). Когда в левый сосуд налили слой керосина высотой  $H_1 = 20$  см, а в правый – высотой  $H_2 = 25$  см, то уровень воды в среднем сосуде повы-

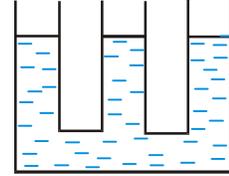


Рис. 2

сился. На сколько повысился уровень воды в среднем сосуде? Плотность керосина  $\rho_k = 800 \text{ кг/м}^3$ , плотность воды  $\rho_v = 1000 \text{ кг/м}^3$ .

4. Какую массу имеет деревянный брусок кубической формы со стороной  $l$ , если при переносе его из масла в воду глубина погружения бруска уменьшилась на  $h$ ?

5. Цилиндрический сосуд с вертикальными стенками заполнен водой на  $3/4$  своего полного объема  $V = 1$  л. Какова максимальная масса деревянного бруска, который можно опустить в сосуд так, чтобы вода еще не выливалась из него? Плотность воды  $\rho_v = 1000 \text{ кг/м}^3$ .

6. Полый медный шар плавает в сосуде с водой во взвешенном состоянии (шар полностью погружен в воду, но не касается стенок и дна сосуда). Чему равна масса шара, если объем полости равен  $V_1 = 17,75 \text{ см}^3$ ? Плотность меди  $\rho_m = 8900 \text{ кг/м}^3$ , плотность воды  $\rho_v = 1000 \text{ кг/м}^3$ . Массой воздуха в полости пренебречь.

7. С какой силой человек должен тянуть веревку, чтобы удержать платформу, на которой он стоит (рис.3), если его масса 60 кг, а масса платформы 30 кг? С какой силой давит человек на платформу? Какую максимальную

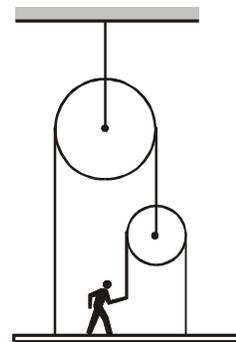


Рис. 3

массу должна иметь платформа, чтобы человек еще мог ее удержать? Веревки считать невесомыми и нерастяжимыми. Массой блоков и трением в них пренебречь.

8. В открытую с обоих концов трубку вставлена пробка длиной  $a$ . Пробка находится от края трубки на расстоянии  $a$  (рис.4). Какую минимальную работу нужно произвести, чтобы выта-

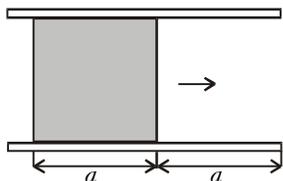


Рис. 4

щить пробку из трубки, если сила трения между трубкой и полностью вставленной в нее пробкой равна  $F$ ? Весом пробки пренебречь.

9. В термос с водой поместили лед при температуре  $-10^\circ\text{C}$ . Масса воды 400 г, масса льда 100 г, начальная температура воды  $18^\circ\text{C}$ . Определите окончательную температуру воды в термосе. Удельная теплоемкость воды  $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{град})$ , удельная теплоемкость льда  $2100 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{град})$ , удельная теплота плавления льда  $\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$ . Потерями тепла пренебречь.

10. В схему включены два амперметра и два одинаковых вольтметра (рис.5). Сопротивления вольтметров и амперметров неизвестны, но известны пока-

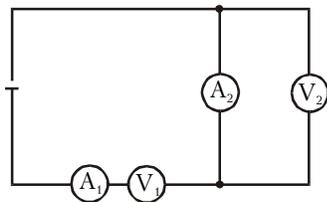


Рис. 5

зания обоих амперметров:  $I_1 = 100 \text{ мА}$ ,  $I_2 = 99 \text{ мА}$  и показание первого вольтметра:  $U_1 = 10 \text{ В}$ . Найдите показание второго вольтметра  $U_2$ .

11. В электрическом самоваре мощностью  $P_1 = 600 \text{ Вт}$  и электрическом чайнике мощностью  $P_2 = 300 \text{ Вт}$  при включении в сеть напряжением  $U = 220 \text{ В}$ , на которое они рассчитаны, вода закипает одновременно через  $t = 20 \text{ мин}$ . Через сколько времени закипит вода в самоваре и чайнике, если их соединить последовательно и включить в сеть напряжением  $U = 220 \text{ В}$ ?

12. Футболист на тренировке бьет мячом в вертикальную стену, находящуюся от него на расстоянии  $L = 16 \text{ м}$ .

После упругого удара мяч летит обратно и падает на землю на расстоянии  $L/4$  от стены. Начальная скорость мяча равна  $v_0 = 20 \text{ м/с}$  и лежит в плоскости, перпендикулярной стене. Найдите угол между начальной скоростью мяча и горизонтом. Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Сопротивлением воздуха пренебречь.

13. На гладком горизонтальном столе покоится брусок массой  $M = 2 \text{ кг}$ , на котором находится кубик массой  $m = 0,1 \text{ кг}$ . Кубик и брусок связаны легкой нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок (рис.6). Какую силу  $F$  нужно приложить к нижнему бруску, чтобы кубик соскользнул с него за время  $\tau = 1 \text{ с}$ ? Длина нижнего бруска  $L = 0,5 \text{ м}$ , длина кубика пренебрежимо мала по сравнению с  $L$ . Коэф-

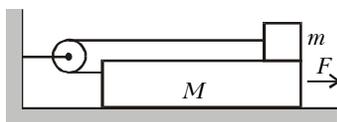


Рис. 6

фициент трения между брусками  $\mu = 0,5$ . Трением в блоке пренебречь.

14. У основания гладкой горки, профиль которой показан на рисунке 7, стоит брусок 1. Два других таких же бруска находятся на вершине горки. С горки соскальзывает без начальной

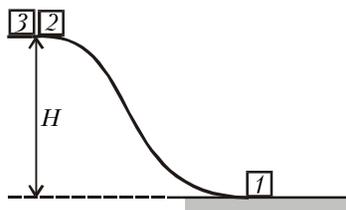


Рис. 7

скорости брусок 2, а через время  $\tau$  — брусок 3. При столкновении брусков происходит абсолютно неупругий удар. На каком расстоянии от конца уклона горки все три бруска начнут двигаться как единое целое? Трением пренебречь. Высота горки  $H$ .

15. Резиновый шарик массой  $m = 2 \text{ г}$  надувают гелием при температуре  $t = 17^\circ\text{C}$ . По достижении в шарике давления  $p_0 = 1,1 \text{ атм}$  он лопается. Какая масса гелия была в шарике, если перед тем, как лопнуть, он имел сферическую форму? Известно, что резиновая пленка рвется при толщине  $\Delta = 2 \cdot 10^{-3} \text{ см}$ . Плотность резины  $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$ , молярная масса гелия  $M = 4 \text{ г/моль}$ , универсальная газовая постоянная  $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{К})$ .

16. В цилиндре под поршнем находится смесь  $\nu$  молей жидкости и  $\nu$  молей ее насыщенного пара при темпе-

ратуре  $T_0$ . К содержимому цилиндра подвели количество теплоты  $Q$ , медленно и изобарически нагревая его, и температура внутри цилиндра увеличилась на  $\Delta T$ . Найдите изменение внутренней энергии содержимого цилиндра. Начальным объемом жидкости пренебречь.

17. На поверхности жидкости плотностью  $\rho$  плавает тонкостенный цилиндрический стакан, наполовину погруженный в жидкость. На сколько погрузится стакан, если его поставить на поверхность жидкости вверх дном? Высота стакана  $H$ , давление воздуха  $p_a$ . В обоих случаях стакан плавает в вертикальном положении. Температуру воздуха считать постоянной. Вертикальное положение стакана в обоих случаях поддерживается незначительными боковыми усилиями.

18. Ось неподвижной гантели с шариками, массой  $m$  каждый, расположена перпендикулярно силовым линиям однородного электрического поля напряженности  $E$ . Заряды шариков гантели равны  $+q$  и  $-q$ , расстояние между шариками неизменно и равно  $d$ . Определите скорости шариков в момент, когда ось гантели будет расположена вдоль поля. Размеры шариков малы по сравнению с расстоянием между ними.

**Вступительное задание по математике**

1. За 10 дней ученик должен был решить определенное количество задач. Сколько задач должен был решать ученик, если в первые 7 дней он решал по  $\frac{1}{13}$  от общего числа задач в день; за следующие 2 дня было решено 20% всех задач, а в последний день пришлось решить 17 задач?

2. На реке расположены два острова  $A$  и  $B$ . Туристы, отправившись от острова  $A$ , желают попасть на остров  $B$ , побывав поочередно на обоих берегах реки. Как они должны проложить маршрут, чтобы путь имел наименьшую длину (берега реки считать прямыми линиями, а острова  $A$  и  $B$  — точками)?

3. Докажите, что из любых пяти целых чисел можно найти три, сумма которых делится на 3.

4. На плоскости две параллельные прямые  $a$  и  $b$  пересечены третьей прямой  $c$ . Постройте равносторонний треугольник  $ABC$  с данной стороной так, чтобы его вершины  $A$ ,  $B$  и  $C$  принадлежали прямым  $a$ ,  $b$  и  $c$  соответственно.

5. Найдите натуральное число  $n$ , если из трех следующих утверждений два верны, а одно — неверно:

- 1)  $n + 51$  есть точный квадрат;
- 2) последняя цифра числа  $n$  есть 1;

3)  $n - 58$  есть точный квадрат.

6. Среди 12 монет есть одна фальшивая. Найдите ее четырьмя взвешиваниями на весах с двумя чашками без гирь, если неизвестно, легче она или тяжелее остальных.

7. Решите уравнение

$$|x - \sqrt{x} - 3| + |\sqrt{x} + 7 - x| = 6.$$

8. Сосуд емкостью 8 л наполнен воздухом, содержащим 16% кислорода. Из этого сосуда выпускают некоторое количество воздуха и впускают такое же количество азота; после чего опять выпускают такое же, как и в первый раз, количество смеси и опять дополняют таким же количеством азота. В новой смеси оказалось 9% кислорода.

Определите, сколько литров газа выпускалось каждый раз из сосуда.

9. Найдите все пары чисел  $x, y$ , при которых является верным равенство  $x^3 - x^2 - xy - 17x - 3y + 8 = 0$ .

10. Окружность с центром на стороне  $AC$  равнобедренного треугольника  $ABC$  ( $AB = BC$ ) касается сторон  $AB$  и  $BC$ , а сторону  $AC$  делит на три равные части. Найдите радиус окружности, если  $BH \cdot AC = 18\sqrt{2}$ , где  $BH$  — высота треугольника  $ABC$ .

11. Решите неравенство

$$\frac{7 - 3x + \sqrt{x^2 + 3x - 4}}{x - 3} < -1.$$

12. На сторонах  $AB$  и  $BC$  треугольника  $ABC$  выбраны точки  $M$  и  $N$  соответ-

ственно так, что  $AM : MB = 5 : 1$ ,  $CN : NB = 2 : 1$ . Найдите отношение радиусов окружностей, описанных около треугольников  $ABC$  и  $BMC$ , если  $\angle AMC = \angle ANC$  и  $\angle ABC = 45^\circ$ .

13. Решите уравнение

$$\frac{\sin 3x}{\sin x} - \frac{3|\sin x|}{\sin 3x} = -2.$$

14. Графику функции  $y = x^3 + ax^2 + bx + c$  принадлежат точки  $A$  и  $B$ , симметричные относительно прямой  $x = 2$ . Касательные к этому графику в точках  $A$  и  $B$  параллельны между собой. Одна из этих касательных проходит через точку  $(0; 1)$ , другая — через точку  $(0; -5)$ . Найдите значения  $a, b$  и  $c$ .