

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»  
Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Лабораторная работа №6  
Работа с  $\text{\LaTeX}$   
Вариант 35

Выполнил:  
Студент группы Р3114  
Щукин Е.В.  
Проверил:  
доцент факультета ПИиКТ  
Рыбаков С.Д.

г. Санкт-Петербург, 2023 г

а выпускники (одиннадцатиклассники) получают свидетельство об окончании школы с итоговыми оценками по изучавшимся в 11 классе предметам. Свидетельство об окончании ЗФТШ учитывается при поступлении в МФТИ. Обучение в ЗФТШ бесплатное. С 2015/16 учебного года деятельность ЗФТШ финансово поддерживается Фондом развития МФТИ. Этот фонд основан выпускниками МФТИ для поддержки приоритетных проектов родного института и является фондом целевого капитала. Подробную информацию о деятельности Фонда вы можете узнать на сайте: <http://mipt.ru/alumni/fund/> Для учащихся Украины работает УЗФТШ при ФТННЦ НАН Украины (обучение платное). Желающим поступить туда следует высылать работы по адресу: 03680 Украина, г.Киев, б-р Вернадского, д.36, ГСП, УЗФТШ. Тел: 8-(10-38- 044)424-30-25, 8-(10-38-044)422-95-64, сайт: [www.mfti.in.ua](http://www.mfti.in.ua), e-mail: [ftsch@imp.kiev.ua](mailto:ftsch@imp.kiev.ua) Для учащихся из зарубежных стран возможно только платное обучение на заочном и очно-заочном отделениях. Для справок e-mail: [zftsh@mail.mipt.ru](mailto:zftsh@mail.mipt.ru), тел./факс: (495) 408-51-45, (498) 744-63-51. Ниже приводятся задачи вступительных работ по физике, математике и информатике. Номера задач, обязательных для выполнения (заочное и очно-заочное отделения), и максимальные баллы приводятся в таблице (номера классов указаны на текущий 2015/16 учебный год):

Номера задач				
	7 класс	8 класс	9 класс	10 класс
Физика	1-5	6-10	9-13	11-16
Математика	1-5	3-8	7-13	9-15
Информатика			1-5	1-7

Максимальные баллы				
	7 класс	8 класс	9 класс	10 класс
Физика	25	25	25	30
Математика	25	33	37	37
Информатика			10	16

## Физика

1. На поверхности воды в озере расположен источник коротких звуковых сигналов. Приемник звуковых сигналов расположен на  $h = 30$  м ниже источника на одной с ним вертикали. Отраженный от плоского дна звуковой сигнал регистрируется приемником через  $T = 60$  мс после его отправки. Определите глубину озера в этом месте. Скорость звука в воде принять равной  $v = 1500$  м/с.

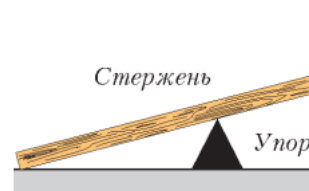
2. Антон спускался на эскалаторе в метро. В момент когда ему оставалось проехать четверть длины эскалатора, он решил возвратиться к верхней точке эскалатора. Антон может бежать относительно эскалатора со скоростью  $v = 3$  м/с. Какой способ предпочтительнее: спуститься вниз на «своем» эскалаторе и затем подниматься вверх по соседнему (он поднимает пассажиров

наверх) или сразу подниматься вверх? Скорость каждого эскалатора  $v_1 = 1$  м/с. Временем перехода с одного эскалатора на другой пренебречь.

3. Масса стеклянной банки, наполненной маслом наполовину (по объему), равна  $m_1 = 1,5$  кг. Для полного заполнения банки в нее долили воду массой  $m_2 = 1,5$  кг. Определите массу пустой банки. Плотность масла  $= 800$  кг/м<sup>3</sup>, плотность воды  $= 1000$  кг/м<sup>3</sup>.

4. В тонкостенный сосуд с вертикальными стенками высотой  $H = 27$  см налиты равные массы воды и масла, полностью заполняющие сосуд. Определите гидростатическое давление на расстоянии  $h = 5$  см от дна сосуда (внешнее давление не учитывать). Жидкости не смешиваются. Плотность масла  $= 800$  кг/м<sup>3</sup>, плотность воды  $= 1000$  кг/м<sup>3</sup>.

5. В широкий сосуд с водой вертикально установлена длинная трубка, площадь поперечного сечения которой



$S = 2$  см<sup>2</sup>. Нижний конец трубки находится на  $L = 10$  см ниже уровня воды. Какую максимальную массу масла

можно налить в трубку, чтобы масло не выливалось из нее через нижнее отверстие? Плотность воды  $= 1000$  кг/м<sup>3</sup>.

6. Однородный стержень длиной  $l = 1,2$  м лежит на упоре (см. рисунок). Для удержания стержня в горизонтальном положении нужно давить с силой  $F_1 = 200$  Н на ее короткий конец либо действовать с направленной вертикально вверх силой  $F_2 = 100$  Н на ее длинный конец. Определите массу стержня и место расположения точки упора.

7. Пустая пластиковая коробочка плавает в воде, погрузившись на  $\frac{2}{3}$  своего объема. После того как в нее положили кусочек металла массой  $m = 10$  г, она осталась на плаву, погрузившись на  $\frac{3}{4}$  своего объема. Определите массу коробочки. Плотность воды  $= 1000$  кг/м<sup>3</sup>.

8. В батарею водяного отопления вода поступает при температуре  $t_1 = 80$  °С по трубе площадью поперечного сечения  $S = 500$  мм<sup>2</sup> со скоростью  $v = 1,2$  м/с, а выходит из батареи, имея температуру  $t_2 = 40$  °С. Какое количество теплоты получает отапливаемое помещение в течение суток? Удельная теплоемкость воды  $c = 4200$  Дж/(кг · °С).

9. В медный сосуд массой  $m_1$ , нагретый до температуры  $t_1 = 350$  °С, положили лед массой

$m_2 = 600$  г при температуре  $t_2 = 10$  °C. После установления теплового равновесия в сосуде оказалось  $m_3 = 550$  г льда, смешанного с водой. Определите массу сосуда  $m_1$ . Потери тепла пренебrecь. Удельная теплоемкость льда  $c = 2100$  Дж/(кг · °C), удельная теплота плавления льда  $\lambda = 3,2 \cdot 10^5$  Дж/кг, удельная теплоемкость воды  $c = 4200$  Дж/(кг · °C), удельная теплоемкость меди  $c = 390$  Дж/(кг · °C)

**10.** На контакты, делящие длину однородного проволочного кольца в отношении 1:2, подается некоторое постоянное напряжение  $U$ . При этом в кольце выделяется мощность  $P_1 = 72$  Вт. Какая мощность выделялась бы в кольце при том же напряжении, если бы контакты были расположены по диаметру кольца?

**11.** Если из некоторой точки, расположенной на высоте  $h$  над землей, бросить горизонтально со скоростью  $v_0$  небольшое тело, то оно упадет на землю через время  $t_1 = 1$  с. Если с той же скоростью тело бросить вертикально вверх, то оно упадет на землю через время  $t_2 = 2$  с. Определите скорость  $v_0$ , высоту  $h$  и дальность полета по горизонтали  $l$  в первом опыте. Сопротивление воздуха не учитывать, считать  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

**12.** Через легкий блок с неподвижной осью перекинута легкая нерастяжимая нить, к концам которой прикреплены небольшие грузы массами  $m_1 = 0,4$  кг и  $m_2 = 0,6$  кг. В начальный момент грузы удерживаются на одной высоте, затем легкому грузу сообщают направленную вертикально вниз скорость  $v_0 = 4$  м/с. Через какое время грузы опять окажутся на одной высоте? Сопро-

тивление воздуха не учитывать, считать  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. **13.** На гладкой горизонтальной поверхности расположены два бруска массами  $m_1 = 0,9$  кг и  $m_2 = 1,6$  кг, соединенные легкой пружиной жесткостью  $k = 20$  Н/м. Сначала бруски удерживают так, что пружина сжата на  $l = 10$  см. Затем отпускают первый брусок, а в тот момент когда пружина становится недеформированной, отпускают и второй брусок. Найдите максимальное ускорение (по модулю) второго бруска в процессе дальнейшего движения. **14.** На дне цилиндра, заполненного воздухом при нормальных условиях, лежит шарик радиусом  $r = 2$  см и массой  $m = 5$  г. Во сколько раз нужно увеличить давление воздуха, чтобы шарик мог взлететь? Воздух считать идеальным газом, его температура поддерживается постоянной. **15.** Один моль идеального одноатомного газа сначала нагревается при постоянном давлении из начального состояния с температурой  $T_1 = 300$  К, а затем при постоянном объеме переводится в состояние с температурой  $T_2 = 400$  К. Оказалось, что за время всего процесса газу передано количество теплоты  $Q = 4000$  Дж. Во сколько раз изменился объем, занимаемый газом?

**16.** Два маленьких одинаковых по размеру заряженных проводящих шарика, находящихся друг от друга на расстоянии  $l = 20$  см, отталкиваются с силой  $F_1 = 3$  мН. После того как шарики были приведены в соприкосновение и затем разведены на прежнее расстояние, они стали отталкиваться с силой  $F_2 = 4$  мН. Во сколько раз отличаются начальные заряды шариков?

## Математика

**1** (4 балла). В записи  $9 \times 6 + 14 : 2 + 2 : 3 + 7 = 22$  расставьте две пары скобок так, чтобы получилось верное равенство.

**2** (4 б.). Биссектриса внешнего угла при вершине  $A$  треугольника  $ABC$  параллельна его стороне  $BC$ . Верно ли, что треугольник  $ABC$  равнобедренный? Ответ обоснуйте.

**3** (4 б.). Маша, помогая бабушке на даче, прополола три одинаковые грядки с клубникой. На первую и вторую грядки Маша потратила 58 мин, а на первую и третью – 48 мин. За какое время были прополоты все три грядки, если третью грядку Маша пропалывала с той же скоростью, как первую и вторую в среднем?

**4** (7 б.). а) Постройте график функции

$$y = \frac{x^3 - 9x}{(x - 3)(x + 3)}$$

б) При каких значениях  $k$  прямая  $y = kx - 5$  не имеет с построенным графиком ни одной общей

точки?

**5** (6 б.). Прямая, проходящая через вершину  $P$  треугольника  $PQR$ , перпендикулярна биссектрисе его угла  $Q$  и пересекает прямую  $QR$  в точке  $A$ . Прямая, проходящая через вершину  $R$  треугольника, перпендикулярна той же самой биссектрисе и пересекает прямую  $PQ$  в точке  $C$ . Найдите  $QR$ , если  $PQ = 6$ ,  $AR = 2$ .

**6** (4 б.). Сократите дробь  $\frac{a-b}{\sqrt{-a}-\sqrt{-b}}$ .

**7** (6 б.). Из пункта круговой трассы выехал мотоцикл, а через 40 мин следом за ним отправился автомобиль. Через 2 ч автомобиль догнал мотоцикл в первый раз, а еще через 2,5 ч – во второй раз. Определите скорость мотоцикла, если длина трассы 50 км.

**8** (6 б.). В прямоугольном треугольнике  $ABC$  угол  $B$  равен  $15^\circ$ . Из вершины прямого угла  $C$  проведены высота  $CH$  и медиана  $CM$ . Найдите отношения  $CH : AB$  и  $MH : BC$ .

**9** (4 б.). Решите неравенство

$$x^2 - 2x + |6x - 30| \leq 15.$$

**10** (5 б.). При каком значении параметра  $a$  сумма квадратов корней уравнения  $x^2 + (2a - 5)x + (a^2 - 5a + 6) = 0$  минимальна?

**11** (6 б.). Количество кустов смородины в саду в 4 раза больше количества кустов жимолости, а количество кустов крыжовника кратно количеству кустов жимолости. Если число кустов крыжовника увеличить в 5 раз, то их станет на 22 больше, чем кустов смородины. Сколько всего кустов в саду, если известно, что их не менее 90?

**12** (6 б.). Длины двух сторон треугольника равны 27 и 29, а медиана, проведенная к третьей

стороне, равна 26. Найдите высоту треугольника, проведенную к стороне, равной 29.

**13** (4 б.). Решите уравнение

$$\sqrt{6x+1} + \sqrt{4x+2} = \sqrt{8x} + \sqrt{2x+3}.$$

**14** (5 б.). Найдите  $2 \sin^2 2\alpha$ , если

$$\frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha} + \frac{1}{\operatorname{ctg}^2 \alpha} + \frac{1}{\sin^2 \alpha} + \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

**15** (7 б.). Сумма первых трех членов убывающей геометрической прогрессии равна  $\frac{14}{3}$  а сумма их квадратов равна  $\frac{84}{3}$ . Найдите первый член этой прогрессии.

<https://kvant.ras.ru/pdf/2015/2015-56s.pdf> Ссылка на статью