

**Подготовка к первому этапу олимпиады по физике  
(школьный этап).**

**1. Кинематика.**

**1.1. Равномерное движение.**

**Задача 1.** Владислав и Станислав участвовали в велогонках. На старте Владислав, двигаясь вдвое быстрее Станислава, ушёл в отрыв. Через 10 минут после старта велосипед Владислава сломался, и оставшуюся часть дистанции велогонщик шёл пешком со скоростью 6 км/ч. Участники гонки достигли финиша одновременно через 30 минут после старта. Считая скорость Станислава постоянной, найдите длину дистанции от старта до финиша.

**Задача 2.** Велосипедист с постоянной скоростью 15 км/ч курсирует между пунктами  $A$  и  $B$ , начиная из пункта  $A$ . Пешеход курсирует по той же дороге между пунктами  $A$  и  $B$ , начиная из пункта  $B$ , со скоростью 5 км/ч. Расстояние между пунктами  $A$  и  $B$  равно 10 км. Через какое время у них произойдет третья встреча на дороге и где, если они начали движение одновременно?

**Задача 3.** Два самолета летят навстречу друг другу параллельными курсами. Скорость первого самолета  $v_1 = 200$  км/ч, а второго —  $v_2 = 540$  км/ч. Из пулемета, расположенного на первом самолете, обстреливают второй, перпендикулярно курсу. На каком расстоянии друг от друга будут находиться отверстия в борту самолета, если пулемет делает  $n = 3000$  выстрелов в минуту?

**Задача 4.** Два корабля идут параллельными встречными курсами. Один на север со скоростью  $v_1$ , другой на юг со скоростью  $v_2$ . В настоящий момент расстояние между ними равно  $L$ . Через сколько времени расстояние между кораблями станет минимальным, если оно равно  $d$ ?

**Задача 5.** От буксира, идущего против течения реки, оторвалась лодка. В тот момент, когда лодку заметили, она находилась на расстоянии  $S$ . С буксира быстро опустили катер, который доплыл до лодки и возвратился с нею назад. Сколько времени, заняла поездка катера и какое расстояние он проплыл в одну и другую стороны, если скорость катера и буксира относительно воды равны соответственно  $v_1$  и  $v_2$ .

**Задача 6.** Два тела  $A$  и  $C$  движутся в плоскости  $XOY$ . Их координаты изменяются со временем по законам:  $X_A = 2 \cdot t$ ,  $Y_A = 5 \cdot t$ ,  $X_C = t + 1$ ,  $Y_C = t + 4$ . Встретятся ли эти тела, и если да, то каковы координаты точки встречи?

**Задача 7.** Два катера, шедшие навстречу друг другу, встретились у моста и разошлись. Повернув через 1 ч, они вновь встретились на расстоянии 4 км от моста.

Определить скорость течения, полагая, что скорости катеров относительно воды оставались неизменными.

**Задача 8.** Пловец переапливает реку шириной  $L$  по прямой, перпендикулярной берегу, и возвращается обратно, затратив на весь путь 4 мин. Проплывая такое же расстояние вдоль берега реки и возвращаясь обратно, он затрачивает 5 мин. Во сколько раз скорость пловца относительно воды больше скорости течения?

**Задача 9.** Между двумя пунктами, расположенными на реке на расстоянии  $L = 100$  км один от другого, курсирует катер. Катер проходит это расстояние по течению за время 8 ч, а против течения за время 10 ч. Определить скорость течения реки и скорость катера относительно воды.

**Задача 10.** Два корабля движутся параллельно друг другу в противоположные стороны со скоростями  $v_1$  и  $v_2$ . С одного из них стреляют в другой. Под каким углом (к курсу обстреливаемого корабля) надо направить орудие, чтобы попасть в цель, если выстрел производится в момент, когда оба судна находятся на прямой перпендикулярной к направлению их движения? Скорость снаряда  $v_0$  считать постоянной.

**1.2. Закон сложения скоростей.**

**Задача 1.** Человек, стоящий на крутом берегу озера, тянет за веревку находящуюся на воде лодку. Скорость, с которой человек выбирает веревку, постоянна и равна  $v_0$ . Какую скорость  $v$  будет иметь лодка в момент, когда угол между веревкой и вертикалью равен  $\alpha$ ?

**Задача 2.** Нижний край опирающейся о стену лестницы скользит по полу со скоростью 2 м/с. Определите скорость верхнего края лестницы, когда она образует со стеной угол  $\alpha = 60^\circ$ .

**Задача 3.** Мальчик плывет со скоростью в 2 раза меньшей, чем скорость течения реки. В каком направлении он должен плыть к другому берегу, чтобы его снесло течением как можно меньше? На какое расстояние его снесет, если ширина реки 100 м?

**Задача 4.** Определить скорость ветра, если при движении автобуса со скоростью 15 м/с капли дождя, имеющие вертикальную составляющую 10 м/с, на стекле автобуса образуют полосу под углом  $30^\circ$ .

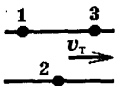
**Задача 5.** Лодочник должен переплыть реку из пункта  $A$  в  $B$ , находящийся на одном перпендикуляре с пунктом  $A$  к берегу. Если лодку направить по прямой  $AB$ , то через время  $t_1$  она причалит к берегу на расстоянии  $S$  от пункта  $B$ . Если плыть под некоторым углом  $\alpha$  к прямой  $AB$ , то в пункт  $B$  можно попасть

2

через время  $t_2$ . Считая скорость лодки относительно воды постоянной, определите ширину реки, скорость течения и угол  $\alpha$ .

**Задача 6.** От причалов А и В находящихся на расстоянии 2,4 км на разных берегах, отходят два катера. Они идут вдоль прямой АВ с одинаковыми относительно воды скоростями  $v$  и встречаются через 5 мин после отплытия. Найти величину и направление скоростей катеров относительно прямой АВ, если скорость течения 7,2 км/ч, а прямая АВ образует с берегом угол  $30^\circ$ .

**Задача 7.** Три пристани расположены так, что расстояния между ними равны. От второй пристани к первой и третьей одновременно и с одинаковыми скоростями относительно воды 10 км/ч отошли два катера. Как только один из катеров достиг первой пристани, с него в воду был опущен предмет, который проплыл мимо третьей пристани на 10 ч позже, чем туда приплыл второй катер. Определить расстояние между пристанями, если скорость течения 3 км/ч.



**Задача 8.** По шоссе со скоростью 16 м/с движется автобус. Человек находится на расстоянии 50 м от шоссе и 400 м от автобуса. В каком направлении должен бежать человек, чтобы оказаться в некоторой точке шоссе одновременно или раньше автобуса, если он может бежать со скоростью 4 м/с?

**Задача 9.** Корабль идет на запад со скоростью 6,5 м/с. Ветер дует с юго-запада со скоростью 3,5 м/с. Какую скорость  $v$  ветра зарегистрируют приборы, расположенные на корабле? Каково будет показываемое этими приборами направление ветра относительно курса корабля?

**Задача 10.** Два самолета одновременно вылетают из одного места по двум взаимно перпендикулярным направлениям. Один со скоростью 300 км/ч, другой со скоростью 400 км/ч. Как возрастает со временем расстояние между самолетами? Как велико это расстояние в момент, когда первый самолет пролетел путь 900 км?

### 1.3. Неравномерное движение.

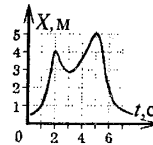
**Задача 1.** Расстояние между двумя станциями равно 3 км поезд проходит со средней скоростью 54 км/ч. При этом на разгон он затрачивает 20 с, затем идет равномерно и для замедления до полной остановки тратит 10 с. Какова наибольшая скорость поезда?

**Задача 2.** Машина проходит 50 км пути со скоростью 40 км/ч. С какой скоростью, она должна проходить следующие 50 км, чтобы средняя скорость движения на 100-километровом участке составила 50 км/ч?

**Задача 3.** Один автомобиль проехал первую половину пути со скоростью 80 км/ч, другую – со скоростью 40 км/ч. Второй автомобиль тот же участок пути проехал, двигаясь половину времени со скоростью 80 км/ч, а оставшееся время – со скоростью 40 км/ч. Найти отношение средних скоростей этих автомобилей.

**Задача 4.** Расстояние между расположенными друг за другом городами А и В, В и С равны  $L=100$  км и  $R=100$  км. Автомобиль ехал из А в В со скоростью  $v=100$  км/ч, из В в С со скоростью  $V=50$  км/ч и возвратился в В со скоростью  $V$ . Определить среднюю скорость за время движения. Какова была бы средняя скорость, если бы автомобиль вернулся в город А, двигаясь из В со скоростью  $v$ ?

**Задача 5.** Найти путь  $L$  изменение координаты  $x$  и среднюю скорость  $v$  точки, двигавшейся вдоль оси ОХ в соответствии с графиком движения, показанным на рисунке, за промежуток времени от момента  $t_1=1$  с до момента  $t_2=6$  с.



**Задача 6.** Автомобиль проехал вторую половину пути со скоростью в 1,5 раза больше, чем первую. Определить скорость автомобиля на первой и второй половинах пути, если средняя скорость автомобиля на всем пути равна 30 км/ч.

**Задача 7.** Спортсмен пробегает на тренировке 2 км за 5 минут, а затем, не спеша, возвращается в исходную точку за 10 минут.

а) Какова средняя скорость движения в течение первых 5 минут?

б) Какова средняя скорость движения при возвращении обратно?

в) Какова средняя скорость движения в течение 15 минут?

г) Какова средняя скорость прохождения всего пути?

**Задача 8.** Город В находится на расстоянии 100 км за городом А и на расстоянии 180 км перед городом С. Автомобиль ехал из города А в В со скоростью 100 км/ч, из В в С со скоростью 60 км/ч, а из С в В со скоростью 90 км/ч. Определить среднюю путевую и среднюю скорость перемещения за все время поездки, если город В автомобиль проехал без остановки, а городе С останавливался на 2 ч.

**Задача 9.** Тело падает без начальной скорости с высоты  $h = 450\text{ м}$ . Найти среднюю скорость падения на второй половине пути.

**Задача 10.** Найти среднюю скорость поезда, зная, что на прохождение четырех дистанций, длины которых относятся как  $1:3:4:2$ , потребовались промежутки времени, относящиеся как  $2:4:3:1$ , а на последнем участке скорость поезда была  $80\text{ км/ч}$ .

#### 1.4. Равноускоренное движение.

**Задача 1.** С какой скоростью  $v_0$  нужно бросить вертикально вверх тело, чтобы оно прошло путь  $s=100\text{ м}$  за время  $t=6\text{ с}$ ?

**Задача 2.** Шарик, пущенный вверх по наклонной плоскости, проходит два последовательно равных отрезка длиной  $l$  каждый и продолжает двигаться дальше. Первый отрезок шарик прошел за  $t$  секунд, второй за  $3t$  секунд. Найдите скорость шарика в конце первого отрезка пути.

**Задача 3.** Поезд прошел расстояние между двумя станциями  $s = 17\text{ км}$  со средней скоростью  $60\text{ км/ч}$ . При этом на разгон в начале движения и торможение перед остановкой он потратил в общей сложности  $4$  мин, а остальное время двигался с постоянной скоростью  $v$ . Чему равна эта скорость?

**Задача 4.** Лифт начинает подниматься с ускорением  $a=2,2\text{ м/с}^2$ . Когда его скорость достигла  $v = 2,4\text{ м/с}$ , с потолка кабины лифта начал падать болт. Чему равны время  $t$  падения болта и перемещение болта при падении относительно Земли? Высота кабины лифта  $H = 2,5\text{ м}$ .

**Задача 5.** От движущегося поезда отцепляют последний вагон. Поезд продолжает двигаться с той же скоростью. Сравните пути, пройденные поездом и вагоном к моменту остановки вагона. Ускорение вагона можно считать постоянным.

**Задача 6.** Тело бросили вертикально вверх со скоростью  $40\text{ м/с}$ . В то же самое время с высоты  $60\text{ м}$  падает свободно другое тело. В каком месте они встретятся?

**Задача 7.** Мячик бросили вертикально вверх с точки, находящейся на высоте  $h$ . Определить начальную скорость мячика, время движения и скорость падения, если известно, что за время движения он пролетел путь  $3h$ .

**Задача 8.** Выпущенный вверх с начальной скоростью  $1000\text{ м/с}$  снаряд надо в минимальное время поразить вторым снарядом, скорость которого на  $10\%$  меньше. Выстрелы производятся из одного и того же места.

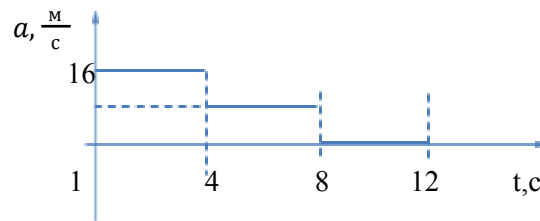
Через сколько секунд после первого выстрела должен быть произведен второй? Сопротивлением пренебречь.

**Задача 9.** Поезд, двигаясь с постоянным, положительным ускорением и начальной скоростью  $18\text{ км/ч}$ , за третью секунду движения прошел  $8\text{ м}$ . Какой путь пройдет поезд за пятую секунду движения? Чему равна скорость в конце пятой секунды?

**Задача 10.** За пятую секунду точка прошла  $5\text{ см}$  и остановилась. Какой путь она прошла за третью секунду?

#### 1.5. Графическое представление движения.

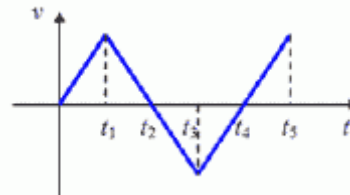
**Задача 1.** Исходя из графика ускорения, с учетом того, что  $v_0=0$  и  $x_0=0$ , построить графики скорости и движения.



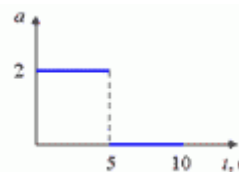
**Задача 2.** Парашютист, прыгая с самолета, некоторое время падает, не раскрывая парашюта, а затем его раскрывает. Начертите приблизительно график скорости и ускорения парашютиста.

**Задача 3.** Двигатель метеорологической ракеты с вертикальным взлетом работает  $10\text{ с}$ , в течение которых ракета движется с ускорением  $40\text{ м/с}^2$ . Найти наибольшую высоту подъема ракеты. Построить график зависимости скорости ракеты от времени.

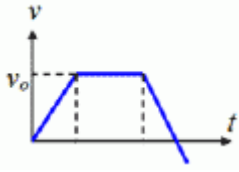
**Задача 4.** Дан график зависимости скорости движения тела от времени. Построить графики зависимости ускорения, перемещения и пройденного пути от времени.



**Задача 5.** Дан график зависимости ускорения от времени. Найти перемещение за  $10\text{ с}$ .



**Задача 6.** График зависимости скорости некоторого тела от времени изображен на рисунке. Начертить графики зависимости ускорения, координаты и пути от времени.



**Задача 7.** По графику скорости построить графики ускорения, координаты и пути от времени.



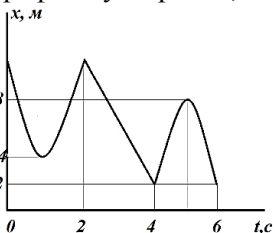
**Задача 8.** Тело движется по прямой с ускорением  $a = 0,5 \text{ м/с}^2$ . Начальная скорость тела  $v_0 = -5 \text{ м/с}$ , начальная координата равна  $x_0 = 2 \text{ м}$ . Записать уравнение движения, скорости. Определить время движения тела до остановки и путь, пройденный телом до остановки. Построить график зависимости скорости от времени.

**Задача 9. Шарик в полете.** В баллистической лаборатории получили зависимость значений скорости  $v$  брошенного вверх шарика от его высоты  $h$  над уровнем стола. Результаты измерений для последовательных моментов времени представлены в таблице.

№	1	2	3	4	5	6	7	8
$h, \text{ см}$	100	180	220	270	320	250	140	50
$v, \text{ м/с}$	7,2	6,0	5,3	4,2	2,8	4,7	6,6	9,0

Известно, что в одном из измерений (возможно и в первом) скорость была определена неверно, найдите в каком. Для этого постройте график с результатами измерений в таких координатах, в которых он должен быть линейным. Рассчитайте максимальную высоту подъема шарика над столом? Через какое время после первого измерения шарик упал на стол? Ускорение свободного падения  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ .

**Задача 10.** Исходя из графика движения, построить графики ускорения, скорости и движения тела.



**Задача 1.** Из исходной точки беговой дорожки стадиона стартуют два бегуна с разницей во времени  $\Delta t = 2,0 \text{ с}$ . Через какое, минимальное время, они снова окажутся в одной точке, если один спортсмен пробегает полный круг за время  $T_2 = 70,0 \text{ с}$ , а другой — за время  $T_1 = 65,0 \text{ с}$ ?

**Задача 2.** Длина часовой стрелки московских курантов 3 м, длина минутной стрелки 3,3 м. Найти отношение скоростей перемещения концов указанных стрелок.

**Задача 3.** С какой скоростью и в каком направлении должен лететь самолет на широте 60°, чтобы летчик видел солнце неподвижным? Радиус Земли 6400 км.

**Задача 4.** При повороте автомобиля передние колеса движутся со скоростями  $V_1$  и  $V_2$ . Найти радиус окружности  $R$ , по которой движется автомобиль, а также угловую скорость его движения. Расстояние между его колесами  $l$ .

**Задача 5.** По низкой круговой орбите летит спутник. В момент времени  $t_0$  он оказался в точке А. На какое расстояние от касательной удалится спутник через 20 с? Радиус Земли 6400 км, ускорение свободного падения  $10 \text{ м/с}^2$ .



**Задача 6.** Угол поворота диска радиусом 10 см изменяется со временем по закону  $\phi = 4 + 2 \cdot t - t^2$ . Определите зависимость от времени угловой скорости, углового ускорения и линейной скорости точек диска.

**Задача 7.** Материальная точка движется по окружности радиусом 10 см. Пройденный путь зависит от времени по закону  $l = t$ . Найти линейную и угловую скорости, ускорение точки и число оборотов сделанных ею за 5 с.

**Задача 8.** Точка движется по окружности с постоянным угловым ускорением  $1 \text{ рад/с}^2$ . Найти угол между скоростью и ускорением через 1 с после начала движения. Начальная скорость точки равна нулю.

**Задача 9.** Частица движется по окружности с постоянным тангенциальным ускорением. Найти угол между скоростью и ускорением через один полный оборот. Начальная скорость точки равна нулю.

**Задача 10.** Точка движется по окружности радиусом 2 м по закону  $\phi = 2 + 2 \cdot t - 2 \cdot t^2$ . Определить путь пройденный точкой до остановки. Определить ускорение точки в момент времени 0,5 с.

**1.6. Тело, брошенное горизонтально.**

**Задача 1.** Камень брошенный горизонтально сбашни с начальной скоростью  $10\text{ м/с}$  упал на расстоянии  $10\text{ м}$  от башни. С какой высоты он был брошен?

**Задача 2.** Камень бросили с вышки в горизонтальном направлении. Через  $2\text{ с}$  он упал на землю на расстоянии  $40\text{ м}$  от основания вышки. Определить высоту вышки, начальную скорость и конечную скорость камня. Составить уравнение траектории камня.

**Задача 3.** С горы в горизонтальном направлении бросили камень со скоростью  $15\text{ м/с}$ . Через какое время скорость камня будет направлена под углом  $45^\circ$  к горизонту.

**Задача 4.** Камень брошен с горы горизонтально с начальной скоростью  $15\text{ м/с}$ . Через какое время его скорость будет направлена под углом  $30^\circ$  к горизонту?

**Задача 5.** Тело брошено горизонтально. Через  $5\text{ с}$  после броска направление скорости и ускорения составили друг с другом угол  $30^\circ$ . Найдите скорость в этот момент.

**Задача 6.** Тело, находящееся на высоте  $80\text{ м}$  над землей, брошено горизонтально с начальной скоростью  $15\text{ м/с}$ . Найти скорость тела в тот момент, когда оно окажется на высоте  $60\text{ м}$  над землей.

**Задача 7.** Тело, брошено горизонтально с начальной скоростью  $30\text{ м/с}$ . Найти нормальное, тангенциальное и полное ускорение тела через  $2\text{ с}$  такого движения. Найти радиус кривизны траектории в указанной точке.

**Задача 8.** С башни высотой  $10\text{ м}$  бросают в горизонтальном направлении камень со скоростью  $23\text{ м/с}$ . Одновременно с поверхности Земли под углом  $30^\circ$  к горизонту бросают камень со скоростью  $20\text{ м/с}$  навстречу первому. На каком расстоянии от основания башни находится точка бросания второго камня, если они столкнулись в воздухе?

**Задача 9.** Две стальные плиты высотой  $40\text{ см}$  и  $60\text{ см}$  помещены рядом и образуют вертикальную щель шириной  $2\text{ см}$ . На первой плите перпендикулярно к щели подкатывает шарик со скоростью  $1\text{ м/с}$  и проваливается в нее. Несколько раз ударившись о стенки шарик падает на пол. Диаметр шарика  $0,6\text{ см}$ . Сколько раз шарик ударится о стенки щели перед касанием пола? Удары считать абсолютно упругими.

**Задача 10.** На высоком берегу озера находится пулемет, из которого стреляют в горизонтальном направлении. Начальная скорость пули  $V_0$ . Какую максимальную скорость могли иметь пули при падении в воду, если высота берега  $H$ ?

**1.7. Тело, брошенное под углом к горизонту.**

**Задача 1.** Какую наименьшую начальную скорость должен получить при ударе футбольный мяч, чтобы перелететь через стену высотой  $H$ , находящуюся на расстоянии  $s$ ?

**Задача 2.** Пренебрегая сопротивлением воздуха, сравните время падения шарика с некоторой высоты  $H$  в двух случаях: 1) шарик падает свободно; 2) на половине пути он ударяется о наклонную плоскость с углом  $45^\circ$  при основании.

**Задача 3.** Какую минимальную скорость должен иметь мотоциклист при отрыве от края трамплина с углом наклона  $\alpha$  к горизонту, чтобы перепрыгнуть ров шириной  $S$ , если высота края трамплина  $h$ ?

**Задача 4.** По дороге со скоростью  $72\text{ км/ч}$  едут два автомобиля: грузовой и за ним легковой. С заднего колеса грузовой машины срывается камень. На каком расстоянии должна держаться легковая автомашина, чтобы камень не попал в нее?

**Задача 5.** Под каким углом к горизонту нужно бросить камень со скоростью  $15\text{ м/с}$ , чтобы он попал в точку, расположенную на высоте  $7\text{ м}$  и на расстоянии  $10\text{ м}$  по горизонтали от места броска?

**Задача 6.** Камень брошен под углом  $30^\circ$  к горизонту. На некоторой высоте камень был дважды спустя  $7\text{ с}$  и  $9\text{ с}$  после броска. Определить начальную скорость камня и максимальную высоту подъема.

**Задача 7.** Тело падает с высоты  $H$  без начальной скорости. На высоте  $h$  оно ударяется о площадку, расположенную под углом  $\alpha$  к горизонту. На какую максимальную высоту может после этого подняться тело?

**Задача 8.** С воздушного шара поднимающегося с ускорением  $0,5\text{ м/с}^2$ , через  $4\text{ с}$  после старта бросают груз со скоростью  $5,5\text{ м/с}$  (относительно шара) под углом  $30^\circ$  к горизонту. Как долго будет падать и на каком расстоянии от места старта упадет груз?

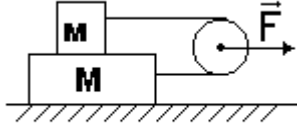
**Задача 9.** Миномет установлен на расстоянии  $8,1\text{ км}$  от вертикального обрыва высотой  $210\text{ м}$ . в каких точках траектории мины будут иметь максимальную скорость и ускорение? Как близко к основанию

обрыва могут падать мины, если их начальная скорость  $360\text{ м/с}$ ?

**Задача 10.** Камень, брошенный со скоростью  $v_0 = 10\text{ м/с}$ , имел спустя 1 сек скорость  $v = 8\text{ м/сек}$ . Под каким углом был брошен камень?

## 2. Динамика.

**Задача 1.** Система, состоящая из двух связанных брусков и подвижного блока, находится на гладком столе (рис.8). При какой минимальной силе  $F$  бруски будут проскальзывать друг относительно друга, если коэффициент трения между ними  $\mu$ ? Масса верхнего бруска  $m$ , нижнего  $M$  ( $M > m$ ).



**Задача 2.** За какое время тело соскользнет с наклонной плоскости высотой  $h = 5,0\text{ м}$ , наклоненной под углом  $45^\circ$  к горизонту, если по плоскости с углом наклона  $30^\circ$  оно движется равномерно?

**Задача 3.** Машина массой  $m = 500\text{ кг}$  движется по виражу радиуса  $R = 9,0\text{ м}$  с постоянной скоростью. Когда она проходит путь  $\pi R/2$  ее импульс меняется на величину  $p = 3000\text{ кг}\cdot\text{м/с}$ . Найти коэффициент трения между машиной и покрытием дороги.

**Задача 4.** Тела массами  $m_1 = 3,0\text{ кг}$  и  $m_2 = 2,0\text{ кг}$ , связанные нитью, находятся на горке, как это указано на рисунке. Найти натяжение нити, если горка помещена в лифт, движущийся вертикально вверх с ускорением  $2,0\text{ м/с}^2$ . Коэффициент трения равен  $0,40$ , угол наклона горы равен  $30^\circ$ .

**Задача 5.** Полусферическая чаша радиусом  $R$  вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через ее центр. Песчинка находится на внутренней поверхности сферы. Коэффициент трения песчинки о поверхность равен  $\mu$ . Радиус вектор, проведенный к песчинке из центра сферы, образует угол  $\alpha$  с вертикалью. С какой угловой скоростью должна вращаться сфера, чтобы песчинка начала подниматься вверх по поверхности чаши?

**Задача 6.** С каким максимальным ускорением может двигаться вверх по наклонной дороге автомобиль, если угол наклона дороги к горизонту  $30^\circ$ , а коэффициент трения между колесами автомобиля и дорогой  $0,60$ ?

**Задача 7.** С какой скоростью можно увеличивать число оборотов в секунду колёс мотоцикла, чтобы не происходило пробуксовки? Коэффициент трения колёс о дорогу  $\mu = 0,70$ , радиус колеса  $R = 0,30\text{ м}$ .

Считать, что на заднее колесо, приводящее его в движение, приходится половина веса мотоцикла.

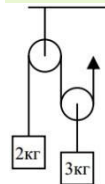
**Задача 8.** На клине массы  $M$  с углом наклона  $\alpha$ , находящемся на гладкой горизонтальной поверхности, лежит тело массы  $m$  (масса тела много меньше массы клина). Какую минимальную горизонтальную силу надо приложить к клину, чтобы тело начало подниматься вверх?

Коэффициент трения между телом и клином равен  $\mu$

**Задача 9.** При исследовании некоторой планеты оказалось, что спутник, запущенный на высоту равную одному проценту от радиуса планеты над экватором, остается неподвижным относительно планеты. Найти среднюю плотность планеты, если период ее обращения вокруг своей оси равен  $T = 6\text{ ч}$ . Гравитационная постоянная равна  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}\text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{кг}^2$ .

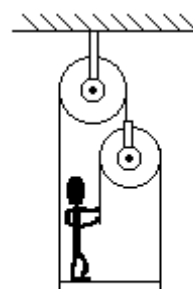
**Задача 10.** Оценить минимальную массу звезды, при которой свет, исходящий с ее поверхности, не достигнет внешнего наблюдателя. Радиус звезды  $R$ .

**Задача 11.** Найдите модуль и направление ускорения, с которым нужно двигать конец нити для того, чтобы правый груз, имеющий массу  $m = 3\text{ кг}$ , оставался неподвижным? Массой нити и блоков можно пренебречь. Нить нерастяжима, трение отсутствует. Ускорение свободного падения принять равным  $g = 10\text{ м/с}^2$ .



## 3. Статика.

**Задача 1.** К бруску привязаны три веревки, натянутые с силами  $F_1 = 100\text{ Н}$ ,  $F_2 = 200\text{ Н}$  и  $F_3 = 250\text{ Н}$ . Каковы углы между веревками, если брусок остается в покое?



**Задача 2.** 20 человек массой  $60\text{ кг}$  стоит на балке весом  $30\text{ кг}$ , подвешенной на блоках (рис.10). Длина балки между точками опоры  $3\text{ м}$ . Определить, какую силу должен приложить человек и в каком месте он должен встать, чтобы балка находилась в равновесии и занимала горизонтальное положение.

**Задача 3.** На столе в один ряд лежат 10 кубиков. С какой силой нужно, взявшись за два крайних руками, сдавить кубики, чтобы оторвать их от стола? Массы кубиков  $m$ , коэффициент трения кубика о кубик  $k$ .

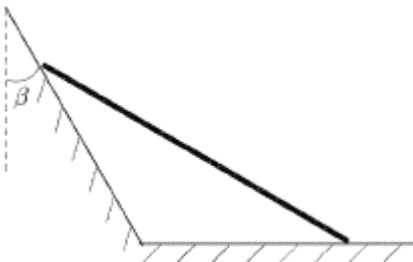
**Задача 4.** Под каким минимальным углом к горизонту можно прислонить к вертикальной стенке однородную лестницу, если коэффициент трения между лестницей и полом равен  $\mu_1$ , а коэффициент трения между лестницей и стеной равен  $\mu_2$ ?

**Задача 5.** На горизонтальной поверхности лежит куб массой 1,0 кг. В центре верхней грани лежит небольшое тело массой 100 г. Край куба аккуратно приподнимают, поворачивая вокруг нижнего ребра. Куб по поверхности не скользит. Определите угол между гранью куба и горизонтальной поверхностью, при котором вся система будет находиться в равновесии.

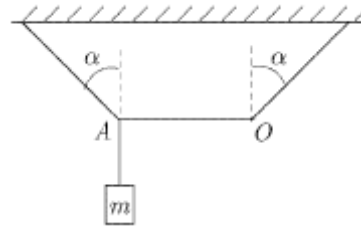
**Задача 6.** Однородный шар радиусом  $R$  висит на веревке, касаясь вертикальной стены. Привязанная к стене веревка образует со стеной угол  $\alpha$ , а ее продолжение внутрь шара пересекает диаметр шара, проведенный через точку касания шара со стеной, на расстоянии  $R/2$  от центра шара. При каком минимальном коэффициенте трения шара о стену возможно равновесие системы?

**Задача 7.** Где находится центр масс однородного проволочного полукольца?

**Задача 8.** Лестница прислонена к наклонной стене, образующей угол  $\beta$  с вертикалью. При каком коэффициенте трения лестницы о стенку возможно равновесие даже в том случае, когда пол идеально гладкий.



**Задача 9.** Груз массы  $m$  висит на подвесе, собранном из невесомых нерастяжимых нитей (см. рис.). Какую силу  $F$  нужно приложить в точке  $O$ , чтобы система находилась в равновесии, а модуль силы  $F$  был минимально возможным?



**Задача 10.** Длинный шест постоянного сечения, сделанный из однородного материала, прислонен к стене так, что он образует угол  $\alpha$  с горизонтом. Найти соотношение между коэффициентами трения шеста о пол и стену, при котором возможно равновесие шеста.

#### 4. Законы сохранения.

##### 4.1. Импульс тела.

**Задача 1.** Шар массы  $m$ , летящий со скоростью  $V_1$ , упруго ударяется о стену под углом  $\alpha_1$ . Определить среднюю силу, с которой шар действует на стенку, если длительность удара равна  $\tau$ .

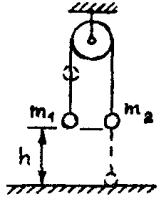
**Задача 2.** На тело в течение  $10$  с действует постоянная сила величиной  $0,5$  Н. Определить массу тела, если под действием этой силы скорость изменилась на  $5$  м/с.

**Задача 3.** Два тела массами  $2$  г и  $3$  г движутся по взаимно перпендикулярным направлениям со скоростями  $5$  м/с и  $4$  м/с. Определить импульс системы тел.

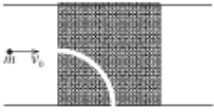
**Задача 4.** Шар массой  $m$  подлетает перпендикулярно к неподвижной стене со скоростью  $V$ . Определить импульс силы, с которой стена действует на шар, считая удар абсолютно упругим. С какой средней силой шар действует на стену, если длительность удара  $\tau$ ?

**Задача 5.** Человек, находящийся в лодке начинает бежать вдоль нее с ускорением  $a$  относительно лодки. Пренебрегая силами сопротивления воды движению лодки, найти ускорение лодки относительно воды. Определить среднюю горизонтальную составляющую силы, с которой бегущий человек действует на лодку.

**Задача 6.** Два груза массами  $m_1$  и  $m_2$  подвешены на концах нити, перекинутой через блок. Оба груза вначале неподвижны и находятся на одной высоте  $h$  над горизонтальной подставкой. Найти величину изменения импульса грузов за время, прошедшее от начала их движения до момента, когда один из грузов коснется подставки. Нить невесома и нерастяжима, блок невесом.



**Задача 7. Пулепровод.** В кубе массой  $M$ , расположенном на горизонтальных направляющих. Имеется канал в виде четверти дуги окружности. Пуля массой  $m$  влетает в канал со скоростью  $V_0$  и движется по нему без трения. С какой скоростью пуля удалится от куба после вылета из канала? Считать, что в начале, куб покоится. Трением куба о направляющие пренебречь. Влиянием силы тяжести пренебречь.



#### 4.2. Закон сохранения импульса.

**Задача 1.** По горизонтальным рельсам без трения с постоянной скоростью  $V_1$  катится платформа с установленным на ней орудием. Из орудия производят выстрел в направлении движения платформы. Скорость снаряда относительно платформы сразу после выстрела равна  $V$ . Зная, что платформа сразу же после выстрела продолжает движение со скоростью  $V_2$ , определите отношение масс платформы и снаряду.

**Задача 2.** На корме и носу неподвижной лодки длиной  $L$  массы  $M$  сидят два рыбака. Масса рыбака сидящего на корме  $m_1$ , на носу  $m_2$ . Как переместится лодка, если рыбаки поменяются местами?

**Задача 3.** Тележка с песком катится со скоростью  $1\text{ м/с}$  по горизонтальной дороге без трения. В тележку попадает шар массой  $2\text{ кг}$ , летящий горизонтально навстречу тележке со скоростью  $5\text{ м/с}$ . Определите скорость тележки после столкновения, зная, что шар застрял в песке, а масса тележки с песком  $10\text{ кг}$ .

**Задача 4.** Летящая горизонтально, со скоростью  $10\text{ м/с}$  граната, разрывается на две части массами  $1\text{ кг}$  и  $1,5\text{ кг}$ . Найти величину и направление скорости меньшего куска, если больший осколок после взрыва полетел со скоростью  $25\text{ м/с}$  в прежнем направлении.

**Задача 5.** Снаряд массой  $1\text{ кг}$  разрывается на два осколка в верхней точке своей траектории на высоте  $60\text{ м}$ . в момент взрыва скорость снаряда была равной  $500\text{ м/с}$ . Первый осколок массой  $0,6\text{ кг}$  полетел вертикально вниз и достиг земли через  $0,5\text{ с}$ . Найти скорости обоих осколков сразу же после взрыва.

**Задача 6.** На прямолинейном горизонтальном участке пути стоят 5 одиноковых вагонов. Промежутки между соседними вагонами одинаковы и равны  $30\text{ м}$ . К крайнему вагону подкатывает еще один такой же вагон, имеющий скорость  $2\text{ м/с}$ . В результате 5 последовательных столкновений вагоны сцепляются вместе, т.е. все 6 вагонов соединяются в один состав. Найти время между первым и последним столкновениями. Силами сопротивления пренебречь.

**Задача 7.** Граната разрывается в наивысшей точке траектории на два одинаковых осколка. Один из осколков летит в обратном направлении с той же по модулю скоростью, которую имела граната до разрыва. На каком расстоянии, от места бросания гранаты, упадет на землю второй осколок, если расстояние по горизонтали от места бросания до точки, над которой произошел разрыв гранаты, составляет  $15\text{ м}$ ? Граната брошена с поверхности Земли. Сопротивление воздуха не учитывать.

**Задача 8.** Кузнечик сидит на одном конце соломинки длины  $50\text{ см}$ , покоящейся на гладком полу. С какой минимальной относительно пола скоростью он должен прыгнуть, чтобы при приземлении попасть точно на второй конец соломинки? Масса кузнечика в 3 раза больше массы соломинки. Размеры кузнечика и трением между полом и соломинкой пренебречь.

**Задача 9.** Снаряд, имеющий начальную скорость  $V$ , разрывается в верхней точке траектории на высоте  $H$  на две равные части. Один осколок падает вертикально вниз, второй – на расстоянии  $S$  по горизонтали от места падения первого осколка. Определить время движения осколков от момента разрыва до падения на землю. Сопротивления воздуха не учитывать.

#### 4.3. Механическая работа.

**Задача 1.** Тело массой  $10\text{ кг}$  поднимают вертикально с поверхности Земли с ускорением  $5\text{ м/с}^2$  на высоту  $20\text{ м}$ . Найти совершенную при этом работу. Сопротивлением воздуха пренебречь.

**Задача 2.** Какую работу нужно совершить человеку массой  $m$ , чтобы за время  $\tau$  подняться по движущемуся вниз эскалатору на высоту  $h$ , если скорость эскалатора равна  $V$ , а угол его наклона к горизонту равен  $\alpha$ ?

**Задача 3.** Однородный брусок массы  $m$  с размерами  $b \times 2b \times 4b$  кладут поочередно разными гранями на горизонтальную плоскость. Определить потенциальную энергию системы брусок-земля в каждом из трех случаев, выбирая за начало отсчета

плоскость и считая, что в первом случае вертикально расположено наиболее короткое, а в третьем случае – наиболее длинное ребро бруска.

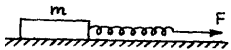
**Задача 4.** На край доски массой 3,2 кг длиной 1 м, лежащей на гладкой горизонтальной поверхности, положили свинцовый брусок массой 1,6 кг. На брусок действует горизонтально направленная сила 12 Н. Найти работу, совершенную над доской к тому моменту, когда брусок переместится относительно земли на расстояние 1 м, если коэффициент трения между доской и бруском 0,25.

**Задача 5.** Два одинаковых груза нужно поднять на крышу дома. Один человек решил поднимать груз на веревке равномерно вертикально вверх, второй – тянуть груз равномерно вверх по трапу, угол наклона которого к горизонту составил 60°, а коэффициент трения между грузом и трапом 0,05. Во сколько раз отличаются работы, совершенные при подъеме грузов на крышу дома обоими людьми?

**Задача 6.** Человек массой 70 кг, неподвижно стоящий на коньках, бросив вперед в горизонтальном направлении снежный ком массой 3,5 кг. Какую работу совершил человек при броске, если после броска он откатился назад на расстояние 0,2 м? Коэффициент трения коньков о лед 0,01.

**Задача 7.** При броске тела от поверхности Земли под некоторым углом к горизонту была совершена работа 58,8 Дж. На каком расстоянии от места бросания тело упало на Землю, если его масса 1 кг, а максимальная высота подъема 3 м?

**Задача 8.** Брусок массой 1 кг покоится на горизонтальной шероховатой поверхности. К нему прикреплена пружина жесткости 20 Н/м. Какую работу необходимо совершить, для того, чтобы сдвинуть с места брусок, растягивая пружину в горизонтальном направлении, если коэффициент трения между бруском и поверхностью 0,2?



**Задача 9.** Шарик массой 100 г подвешен на нити длиной 1 м. Его приводят в движение так, что он обращается по окружности, лежащей в горизонтальной плоскости, которая находится на расстоянии  $l/2$  от точки подвеса. Какую работу  $A$  надо совершить для сообщения шарика такого движения.

**Задача 10.** Вагонетку массой 3 т поднимают по рельсам в гору, наклон которой к горизонту равен 30°. Какую работу совершила сила тяги на пути 50 м, если известно, что вагонетка двигалась с ускорением  $0,2 \text{ м/с}^2$ ? Коэффициент трения принять равным 0,1.

#### 4.4. Мощность и КПД.

**Задача 1.** Автомобиль массой 1500 кг едет по горизонтальному участку дороги со скоростью 72 км/ч. На какую величину увеличивается развиваемая двигателем мощность при движении автомобиля с той же скоростью в гору уклон которой составляет 0,1 рад? Силу сопротивления в обоих случаях считать одинаковой.

**Задача 2.** Самолет массой 3 т для взлета должен иметь скорость 360 км/ч и длину разбега 600 м. Какова должна быть минимальная мощность мотора, необходимая для взлета самолета? Силу сопротивления считать пропорциональной силе нормального давления, средний коэффициент сопротивления принять равным 0,2. Движение при разгоне считать равноускоренным.

**Задача 3.** Поезд, отходящий от станции, за 5 мин развивает скорость 64,8 км/ч. Масса поезда 600 т, коэффициент трения 0,004. Определите среднюю мощность локомотива за время равноускоренного движения. Какова должна быть минимальная мощность локомотива, чтобы указанное время поезд набрал такую скорость?

**Задача 4.** При спуске с небольшого уклона один тепловоз идет со скоростью  $V_1$  и развивает максимальную мощность  $N_1$ . Второй тепловоз на том же участке пути идет со скоростью  $V_2$  и развивает мощность  $N_2$ . С какой скоростью могут везти по этому пути тепловозы в сцепе друг с другом составом массой  $m$ ? Коэффициент трения равен  $\mu$ .

**Задача 5.** Тягач массой 15 т, обладающий мощностью 375 кВт, поднимается равномерно в гору с наклоном 30°. Какую максимальную скорость может развить тягач на подъеме, если при спуске с горы с выключенным мотором он движется с той же скоростью?

**Задача 6.** Автомобиль массой 4 т подходит к горке высотой 12 м и длиной 80 м со скоростью 36 км/ч. Какую среднюю мощность развивает автомобиль на подъеме, если скорость при постоянной силе тяги на вершине горы оказалась равной 21,6 км/ч? Коэффициент трения 0,1.

**Задача 7.** Веревка массой 30 кг связана своими концами и переброшена через неподвижный блок. Обезьяна массой 12 кг прыгает на веревку и начинает карабкаться вверх. Некоторое время она находится на одной и той же высоте. Сколько времени она сможет продержаться на этой высоте, если максимальная мощность развиваемая обезьяной равна 360 Вт?

Какую работу при этом совершает обезьяна за это время? Трением в блоке пренебречь.

**Задача 8.** Какую мощность должен развить человек, чтобы подняться вверх по движущемуся вниз эскалатору метро на высоту  $h$  за время  $t$ ? Скорость эскалатора постоянна и равна  $V$ , угол наклона эскалатора к горизонту  $\alpha$ . Какую мощность должен развить человек, чтобы за тоже время спустится с этой высоты по эскалатору, движущемуся вверх? Какую мощность должен развить человек, чтобы находится на указанном эскалаторе на одной и той же высоте? Масса человека  $m$ .

**Задача 9.** Результирующая сила, действующая на движущуюся по прямой частицу массой  $480\text{г}$ , измеряется через каждый интервал длиной  $10\text{ см}$ , начиная с точки  $x = 0,0$ . Полученные значения силы  $F$  равны:  $26,0$ ;  $28,5$ ;  $35,6$ ;  $29,6$ ;  $32,8$ ;  $40,1$ ;  $46,6$ ;  $42,2$ ;  $48,8$ ;  $52,6$ ;  $55,8$ ;  $60,2$ ;  $60,6$ ;  $58,2$ ;  $53,7$ ;  $50,3$ ;  $45,6$ ;  $45,2$ ;  $43,2$ ;  $38,9$ ;  $35,1$ ;  $30,8$ ;  $27,2$ ;  $21,0$ ;  $22,2$ ;  $18,6$ . Определите полную работу, совершаемую над частицей при ее полном перемещении.

#### 4.5. Теоремы о кинетической, потенциальной энергии. Теорема о полной энергии. Закон сохранения энергии.

**Задача 1.** Массивная плита движется вверх со скоростью  $V$ . На ее горизонтальную поверхность с высоты  $h$  падает упругий шарик. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите высоту, на которую подпрыгнет шарик после удара о плиту. Все расстояния отсчитывать от точки удара шарика о плиту.

**Задача 2.** Маятник, состоящий из шара массы  $m$  радиуса  $R$ , подвешенного на невесомой нерастяжимой нити длиной  $L$ , отклонили от вертикали на угол  $\alpha$ , а затем отпустили. Определить скорость шара в нижней точке, пренебрегая влиянием воздуха. Считать  $L \gg R$ .

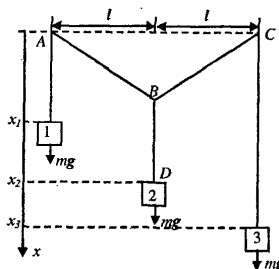
**Задача 3.** Два шара массами  $m_1$  и  $m_2$  движутся навстречу друг другу со скоростями  $V_1$  и  $V_2$ . Определить скорость шаров после центрального абсолютноупругого удара.

**Задача 4.** Для забивания сваи массой  $100\text{кг}$  используется копер, неподвижная часть которого массой  $400\text{кг}$  свободно падает с высоты  $2\text{м}$ . Найти среднюю силу сопротивления грунта, если в результате одного удара свая уходит в землю на глубину  $10\text{см}$ . Удар груза о сваю считать абсолютно неупругим и мгновенным.

**Задача 5.** Прямоугольный длинный брусок массы  $M$  лежит на гладком горизонтальном столе. В середину боковой короткой грани бруска попадает пуля массы  $m$ , летевшая со скоростью  $v$  перпендикулярно этой грани. На какое расстояние войдет пуля в брусок, если

средняя сила сопротивления бруска движению пули равна  $F$ ?

**Задача 6.** В вертикальную стену на одной высоте на расстоянии  $2l$  друг от друга забиты два гвоздя. Через гвозди перекинута невесомая нерастяжимая нить. К концам ее и к середине прикреплены три одинаковые груза. Вначале средний груз удерживают так, чтобы нить была слегка натянута, нить между гвоздями горизонтальна, а средний груз находился на одинаковом расстоянии от обоих гвоздей. В некоторый момент средний груз отпускают без начальной скорости. Определить максимальное смещение среднего груза от его исходного положения и его скорость в момент прохождения положения равновесия. Трением пренебречь.



**Задача 7.** Во время старта ракеты массой  $M$ , двигатели которой развивают мощность  $N$ , на некоторое время  $\tau$  неподвижно зависает в вертикальном положении над Землей. Определить скорость истечения газов из сопла двигателей в указанный промежуток времени.

**Задача 8.** Автомобиль массой  $1\text{т}$  трогается с места и проходит по горизонтальной дороге расстояние  $20\text{м}$  за время  $2\text{с}$ , двигаясь равноускоренно. Найти минимальную мощность двигателя автомобиля, пренебрегая силами сопротивления движению.

**Задача 9.** На краю длиной тележки массой  $M$ , стоящей на гладкой горизонтальной площадке, лежит тело массы  $m$ , коэффициент трения которого о тележку равен  $\mu$ . В тело попадает пуля массы  $m$ , летящая горизонтально со скоростью  $V$  вдоль оси тележки, и застревает в нем. На какое расстояние переместится тело по тележке?

#### 5. Гидростатика.

**Задача 1.** Тело плавает в воде погрузившись в нее на  $\frac{3}{4}$  своего объема. Какая часть объема тела будет погружена в глицерин? Плотность воды  $1000\text{кг/м}^3$ , глицерина  $1250\text{кг/м}^3$ .

**Задача 2.** Толстостенный стеклянный стакан емкостью  $V$  мл плавает в воде. После того, как было налито пол стакана воды, он погрузился на  $\frac{2}{3}$  своего объема. Определите массу стекла. Считать, что



Оцените удельную теплоёмкость вещества в жидком состоянии и удельную теплоту плавления при условии, что удельная теплоёмкость в твердом состоянии  $c = 1,0 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$ .

**Задача 7.** Горячий чай наливают доверху в большую кружку. Чтобы он остыл до температуры, когда его можно будет пить, должно пройти 20 минут. Тот же чай можно налить в блюдце диаметром в два раза больше, чем кружка. Известно, что одну кружку чая можно разлить целиком в пять блюдец, а количество теплоты, отдаваемое в единицу времени с единицы поверхности чая прямо пропорционально разности температур чая и окружающей среды. Найти через какое время можно будет пить чай из блюдца, если исходная температура чая в кружке и в блюдце одинаковые. Считайте, что во всём объёме чая в каждый момент времени устанавливается одна и та же температура.

**Задача 8.** Герои романа Жюль Верна «Потерянный остров» после крушения воздушного шара оказались на необитаемом острове. У них была последняя спичка и они разожгли огонь. Однако, после затопления их жилища огонь погас.

Инженер Сайрес смог опять разжечь огонь, используя линзу, сделанную из стекол от двух часов, которую он заполнил водой. Оцените, какое время понадобилось ему чтобы зажечь трут (мох), если мощность солнечного излучения равна приблизительно  $700 \text{ Вт/м}^2$ , плотность мха примерно  $100 \text{ кг/м}^3$ , теплоёмкость  $2000 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{°C)}$ , температура воспламенения около  $70^\circ\text{C}$ .

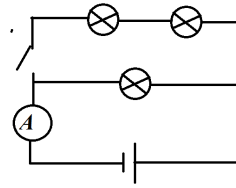
**Задача 9.** Теплопроводность ограждения измеряется в  $\text{Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ , и определяет, какая мощность передаётся через  $1 \text{ м}^2$  ограждения, если разность температур воздуха по обе стороны от него различаются на  $1^\circ\text{C}$ . Дан дом, боковая поверхность которого равна  $500 \text{ м}^2$ , 10% которой составляют окна, а поверхность крыши равна пятой части боковой поверхности. Теплопроводность внешних стен дома равна  $0,33 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ , окон  $2 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ , а крыши –  $0,25 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ .

1. Какую мощность надо тратить на обогрев дома в январе, чтобы поддерживать внутри всего дома температуру  $25^\circ\text{C}$  при внешней температуре  $15^\circ\text{C}$ ?

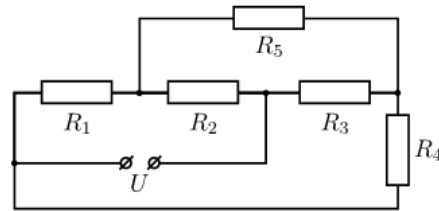
2. Стены изнутри дома утеплили твёрдым пенопластом, теплопроводность которого равна  $1 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$ . На сколько сократилась требуемая мощность?

**Задача 10.** Два шарика движутся с одинаковыми скоростями навстречу друг другу по одной прямой. После их неупругого соударения выделяется некоторое количество теплоты. Масса одного из шариков вдвое больше другого. Если масса большего шарика возрастет, то количество выделившейся теплоты увеличится в 1,2 раза. Во сколько раз теперь отличаются массы шаров?

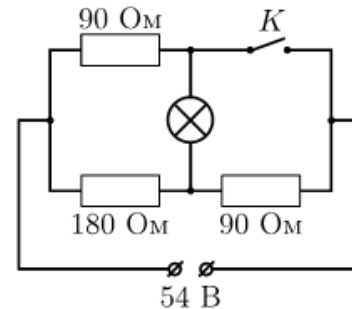
**Задача 1.** Три одинаковые лампы и амперметр включены так, как показано на рисунке. Во сколько раз отличаются показания амперметра при разомкнутом и замкнутом ключе? Напряжение поддерживается постоянным.



**Задача 2.** Найдите силу тока, текущего через сопротивление  $R_5$  (см. рисунок), если  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 10 \text{ Ом}$ ,  $R_5 = 3 \text{ Ом}$ ,  $U = 12 \text{ В}$ . Найдите также общее сопротивление цепи.



**Задача 3.** В собранной схеме (см. рисунок) лампочка горит одинаково ярко как при замкнутом, так и при разомкнутом ключе К. Найдите напряжение на лампочке.



**Задача 4. «Электросалфетка Серпинского».**

Определите сопротивление изготовленного из однородной проволоки контура (рис.4), подключенного за клеммы А и В. Сопротивление одной стороны «внутреннего» треугольника R.

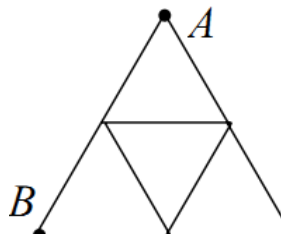


Рис. 4

**Задача 5. «Странный вольтметр».**

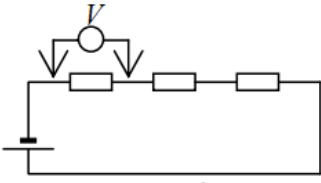


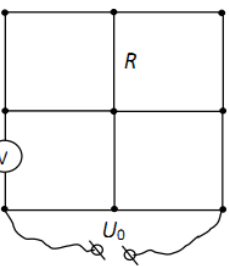
Рис. 2

Во время лабораторной работы ученик подключил последовательно три одинаковых резистора и подключил их к источнику постоянного напряжения (см. рис.2), а затем измерял напряжение на различных участках этой цепи напряжение при помощи вольтметра. Подключенный параллельно всем трем резисторам вольтметр показал 3В, а подключенный параллельно одному резистору (см. рис.2) – 0,8В. Каковы будут показания вольтметра, если его подключить двум резисторам?

**Задача 6.** Для измерения сопротивления резистора  $R$  собирают схему из батарейки, амперметра и вольтметра. Вольтметр подключён параллельно резистору и показывает  $U_1=1$  В, а амперметр, подключённый к ним последовательно, показывает  $I_1=1$ А. После того, как приборы в схеме поменяли местами, вольтметр стал показывать  $U_2=2$ В, а амперметр  $I_2=0,5$ А. Считать батарейку идеальной. Определите по этим данным сопротивления резистора, амперметра и вольтметра.

**Задача 7.** Проволочное кольцо включено в электрическую цепь. В случае, когда контакты делят длину кольца в отношении 1:2, в нем выделяется мощность  $P_1=108$  Вт. Определите выделяемую в кольце мощность  $P_2$  в случае, когда контакты расположены по диаметру кольца при таком же токе во внешней цепи.

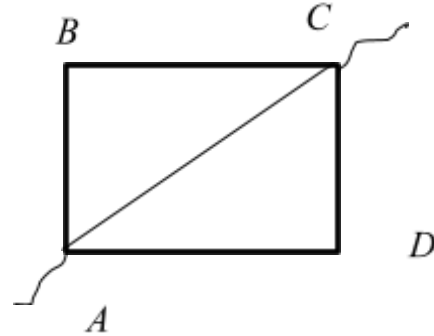
**Задача 8.** Электрическая цепь представляет собой проволочную сетку, состоящую из звеньев, имеющих одинаковое сопротивление  $R$ . Одно звено заменено на вольтметр, сопротивление которого тоже равно  $R$ . К сетке подключён источник напряжения  $U_0 = 20$  В так, как показано на рис. Найдите показание вольтметра.



**Задача 9.** Имеются 3 резистора, сопротивления которых равны  $R_1 = R_2 = 20$  Ом,  $R_3 = 30$  Ом. Из всех этих резисторов изготовлен нагревательный элемент,

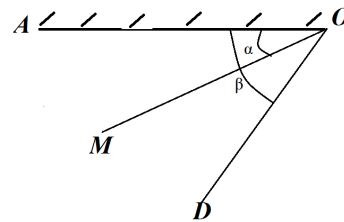
который при подключении к источнику напряжением  $U = 200$  В развивает мощность  $P = 1$  кВт. Определите, каким образом соединены резисторы в нагревателе, и нарисуйте это соединение.

**Задача 10.** Из однородной проволоки изготовили квадратную рамку с диагональю. Омметр, подключенный к точкам  $A$  и  $B$ , показал сопротивление  $R = 10$  Ом. Каким будет показания омметра, если его подключить к точкам  $C$  и  $D$ ?



### 8. Световые явления.

**Задача 1.** Зеркальная дверь  $AO$  может вращаться вокруг оси, перпендикулярной плоскости рисунка и проходящей через точку  $O$ . Мальчик  $M$  и девочка  $D$  стоят перед дверью, как показано на рисунке, причем угол  $\angle AOM = \alpha = 30^\circ$ ,  $\angle AOD = \beta = 60^\circ$ . На какой угол  $\varphi$  в направлении указанной стрелкой, нужно повернуть дверь, чтобы мальчик перестал видеть в нем изображение девочки?

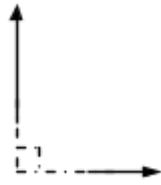


**Задача 2.** Чайка сидит на спокойной поверхности моря. К ней на глубине  $h = 5$  м подплывает акула. На какое расстояние по горизонтали  $L$  может подплыть акула к чайке, прежде чем та сможет заметить акулу?

**Задача 3.** С изменением удаления предмета от собирающей линзы, расстояние  $g$  между ним и его действительным изображением также изменяется. Определите минимальное из возможных таких расстояний. Определите также линейное увеличение изображения (т.е. отношение размера изображения  $H$  к размеру предмета  $h$ ) при этом расстоянии. Фокусное расстояние линзы  $F$  считать известным.

**Задача 4.** Дан предмет  $AB$  и его изображение  $A_1B_1$ , полученное одной линзой, причем продолжения

предмета и его изображения образуют перпендикуляр. Возможно ли такое? Если нет, то почему? Если да, то найдите построением расположение линзы и ее фокусов. (рис.1).



А

В

В2

рис.1

**Задача 5.** Гвоздь расположен параллельно главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии  $h = 33$  мм от оси. Фокусное расстояние линзы  $F = 50$  мм. Концы А и В гвоздя находятся на расстоянии  $3F$  и  $3F/2$  от плоскости линзы. Найдите длину изображения гвоздя.

**Задача 6.** Два луча пересекаются в точке А, образуя угол  $45^\circ$ . На пути расходящихся лучей перпендикулярно одному из них ставят плоское зеркало. Определить длину пути каждого луча до зеркала, если расстояние между точкой А и ее изображением в зеркале равно  $l = 28$  см.

**Задача 7.** Небольшой предмет помещен между двумя плоскими зеркалами, поставленными под углом  $45$  градусов. Найдите расстояние от предмета до линии пересечения плоскостей зеркал, если расстояние между его первыми изображениями равно  $10$  см.

**Задача 8.** Маленький шарик падает с высоты  $1$  м на тонкую собирающую линзу с фокусным расстоянием  $50$  см и разбивает ее. Сколько времени будет существовать мнимое изображение шарика в этой линзе?

**Задача 9.** Предмет помещают на расстоянии  $d = 4F$  от линзы. Определите, во сколько раз изображение предмета на экране меньше самого предмета. Постройте изображение предмета, полученного на экране с помощью линзы.

**Задача 10.** Обнаружив неглубокое подземное круглое озеро радиуса  $R = 200$  м ученые провели высокоточные оптические измерения и установили, что кривизна поверхности воды в нем отличается от кривизны радиуса Земли. Причем так, что поверхность воды в центре озера расположена на  $\Delta h = 1$  мм ниже воображаемой сферы проходящей через края озера и имеющей радиус кривизны Земли. Эхолокация показала, что под озером находится сферическая неоднородность породы того же радиуса, что и само озеро. Центр неоднородности лежит точно под центром озера, и своим верхом она касается озера (см. рис). Найдите плотность материала неоднородности, считая, что плотность окружающих

пород равна средней плотности Земли  $5515 \text{ кг/м}^3$ . Радиус Земли  $6400$  км.

### 9. Молекулярная физика.

**Задача 1.** Определите отношение веса  $1 \text{ м}^3$  сухого воздуха к весу  $1 \text{ м}^3$  воздуха влажностью  $50 \%$ . Обе порции взяты при атмосферном давлении и температуре  $20^\circ\text{C}$ . Отношение молекулярного веса воды к молекулярному весу воздуха принять равным  $0,6$ . упругость водяных паров при температуре  $20^\circ\text{C}$  равна  $17,5$  мм рт. ст.

**Задача 2.** В сильно разреженный воздух помещен плоский диск, одна из сторон которого нагрета до температуры  $40^\circ\text{C}$ , а другая до  $20^\circ\text{C}$ . Определите силу, которую нужно приложить к диску, чтобы он оставался неподвижным. Площадь диска  $S = 10 \text{ см}^2$ . Давление воздуха  $P = 10$  мм рт. ст., температура  $20^\circ\text{C}$ . (Укажите для решения задачи нужно предположить, что молекула отражается от диска со скоростью, определяемой температурой соответствующей поверхности.)

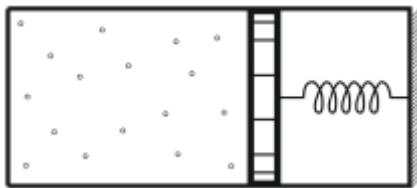
**Задача 3.** В сосуде объемом  $1 \text{ м}^3$  под подвижным поршнем находится насыщенный водяной пар и  $12$  г воды. При данной температуре плотность пара равна  $8 \text{ г/м}^3$ , а давление  $1,2$  кПа. Какое давление установится в сосуде, если объем изотермически увеличить в  $5$  раз?

**Задача 4.** Два аэростата имеют оболочки одинаковой массы. Первый имеет легко растяжимую герметичную оболочку, у второго фиксированный объем, но снизу имеется небольшое отверстие. Первоначально в аэростатах содержится одинаковая масса воздуха, имеющая температуру и давление окружающей среды, причем эта масса в  $n=10$  раз больше массы оболочки. На сколько надо подогреть воздух внутри каждого аэростата, чтобы он взлетел? Температура окружающего воздуха  $T=300\text{K}$ .

**Задача 5.** Внутри горизонтального цилиндра находится смесь азота и гелия, запечатая поршнем с давящей на него пружиной (см. Рис). В отсеке, где находится пружина, создан вакуум. Пружина не деформирована, когда поршень прижат к противоположному торцу цилиндра. Если в течение минуты пропускать ток  $I = 4\text{A}$  через сопротивление  $r = 1 \text{ Ом}$  расположенное внутри цилиндра, то температура смеси поднимается на  $10^\circ\text{C}$  после установления равновесия; за такое короткое время газ под поршнем не успевает обменяться теплом с окружающей средой. Из-за того, что материал стенок оказался проницаем для атомов гелия, через очень большой интервал времени он полностью улетучился из цилиндра, при этом объем газа сократился

15

на 25% от его первоначального значения, имея температуру, вернувшуюся к исходному равновесному с окружающей средой значению. Найти количество азота в смеси. Пренебрегайте теплоемкостями стенок, поршня и сопротивления. Поршень перемещается без трения.



**Задача 6.** Если перевернуть стакан, до краёв наполненный водой, то она из него вытечет. Если же перевернуть открытый флакон с глазными каплями, то жидкость вытекать не будет. Оцените размер отверстия во флаконе, при котором вода будет из него вытекать. Поверхностное натяжение воды  $0,073 \text{ Н/м}$ .

**Задача 7.** В двух одинаковых сосудах находятся одинаковые массы кислорода и азота. Давление кислорода равно  $1 \text{ атм}$ , давление азота  $3 \text{ атм}$ . Сосуды соединяют тонкой трубкой, газы перемешиваются. Каким станет давление в системе после установления равновесия? Теплообмен с окружающей средой пренебрежимо мал. Молярная масса кислорода  $32 \text{ г/моль}$ , азота  $28 \text{ г/моль}$ .

**Задача 8.** Стеклообразная пробирка длины  $l$  приведена в соприкосновение открытым концом с поверхностью ртути в широком сосуде. Температура и давление воздуха равны  $T_0$  и  $P_0$ . Если пробирку нагреть до некоторой температуры  $T$ , а затем вновь охладить до температуры  $T_0$ , то уровень ртути в пробирке поднимется на высоту  $h$ . Определить температуру  $T$ . Провести числовой расчёт для  $T_0 = 273 \text{ К}$ ,  $P_0 = 10^5 \text{ Па}$ ,  $l = 1 \text{ м}$ ,  $h = 0,1 \text{ м}$ . Давлением паров ртути пренебречь.

**Задача 9.** Воздух с относительной влажностью  $\phi_1 = 84\%$  перевели из состояния с давлением  $p_1 = 102 \text{ кПа}$  и объёмом  $V_1 = 45 \text{ л}$  в состояние с давлением  $p_2 = 85 \text{ кПа}$  и объёмом  $V_2 = 54 \text{ л}$ . Какой стала относительная влажность воздуха в конце процесса.

**Задача 10.** В некотором процессе над газом совершена работа  $A' = 100 \text{ Дж}$ , при этом его внутренняя энергия возросла на  $\Delta U = 80 \text{ Дж}$ , а температура увеличилась на  $\Delta t = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ . Найдите среднюю теплоёмкость газа в этом процессе.