

## 7 класс

### 1. «Экспедиция»

Во время экспедиции в Карпатах была получена следующая таблица:

Н, м	423	501	570	644	811	999	1128	1164	1264
р, мм рт. ст.	733	726	720	714	701	687	676	671	664

- 1) Постройте примерный график  $p(h)$ .
- 2) Найдите зависимость  $p(h)$ .
- 3) С какой быстротой изменяется давление при подъёме на гору?

### 2. «Разные меры»

Три брата, Петя, Никита и Мирослав, пошли в кружок по физике, где им дали задание: найти объём предмета правильной формы, например, почтовой коробки. Каждый из братьев хотел сделать работу по-своему. Петя привык к метрической системе, поэтому использовал сантиметровую ленту (см). Никита был недавно в путешествии по Америке, поэтому решил воспользоваться дюймовой линейкой (in). Мирослав увлекается историей России, поэтому решил измерить всё в ладонях (лад).

В итоге, ребята получили такие значения длины, высоты и ширины: у Пети – 18,0 см; 19,0 см; 42,0 см; у Никиты – 18,5'; 7,0'; 7,5'; у Мирослава - 4,0 лад; 1,8 лад; 1,7 лад.

- 1) Кто из ребят явно ошибся при измерениях?
- 2) Почему посчитанные значения объёмов отличаются?

Явной считается ошибка больше, чем в 5%. В таблице сказано, что 1 лад = 10,5 см, 1' = 2,5 см.

### 3. «Траволатор»

За день Костя дважды шёл в торговом центре по траволатору (горизонтальный эскалатор). Костя очень торопился и не смотрел, на какой именно траволатор заходит. Утром он насчитал 60 ступеней. Вечером он заглядывался на каждую рекламную вывеску, поэтому двигался с меньшей в два раза, чем утром, скоростью и запомнил 90 ступеней. В какую сторону движется траволатор? Сколько ступенек насчитает Костя, если будет идти по неработающему траволатору?

### 4. «Карандаш»

Известно, что длина окружности связана с радиусом этой окружности соотношением  $l = 2\pi R$ , где  $l$  – длина окружности,  $R$  – её радиус, а  $2 \cdot \pi = 2 \cdot 3,14$  – коэффициент пропорциональности. Пусть у вас имеется цилиндрический карандаш и тонкая измерительная лента с сантиметровыми делениями. Предложите способ, с помощью которого можно было бы измерить диаметр карандаша наиболее точно.

## 8 класс

### 1. «Следы на песке»

Рабочий утрамбовывает песок тяжёлой плитой массой 140 кг с площадью рабочей поверхности плиты  $S = 30 \times 42 \text{ см}^2$ . За плитой идёт рабочий массой  $m = 90 \text{ кг}$ . Площадь подошвы одного ботинка  $s = 250 \text{ см}^2$ . Будет ли оставаться след от ботинка на песке?

### 2. «Изменяющийся куб»

Из старой алюминиевой велосипедной рамы изготовили игральный куб плотностью  $2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ . Куб нагрели, после чего длины рёбер увеличились на 0,3%. На сколько изменилась плотность куба?

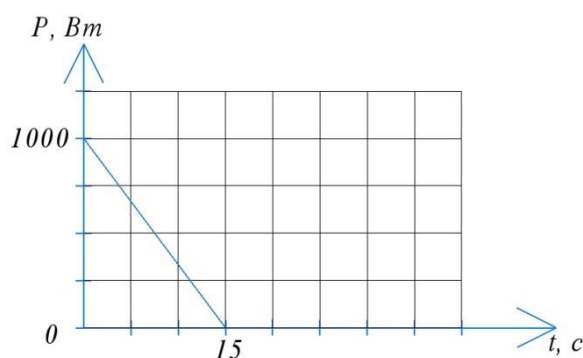
### 3. «Заготовка»

В термос наливают воду почти до краёв при температуре  $t_0 = 100^\circ\text{C}$ . Затем внутрь бросают небольшую металлическую заготовку при температуре  $t_1 = 386^\circ\text{C}$ . График зависимости мощности теплопередачи от времени показан на рисунке.

1) Как менялась со временем температура заготовки, если мощность теплопередачи заготовки прямо пропорциональна разности температур?

2) Какой объём имеет заготовка?

Считать, что вода, с которой контактирует заготовка, очень быстро испаряется всё время, пока не установится тепловое равновесие в термосе с заготовкой. Уровень воды после охлаждения заготовки не изменился. Конечная температура воды в термосе равна  $t_0 = 100^\circ\text{C}$ . Удельная теплота парообразования воды равна  $2,3 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$ , плотность воды -  $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ .



### 4. «Эксперимент»

Ньютон экспериментально доказал, что все тела вблизи поверхности Земли, будучи сброшенными с одной высоты, падают одновременно, то есть быстрота падения не зависит от их массы. Предложите способ, с помощью которого это можно доказать теоретически, имея при себе 2 груза разной массы и лёгкую верёвку.

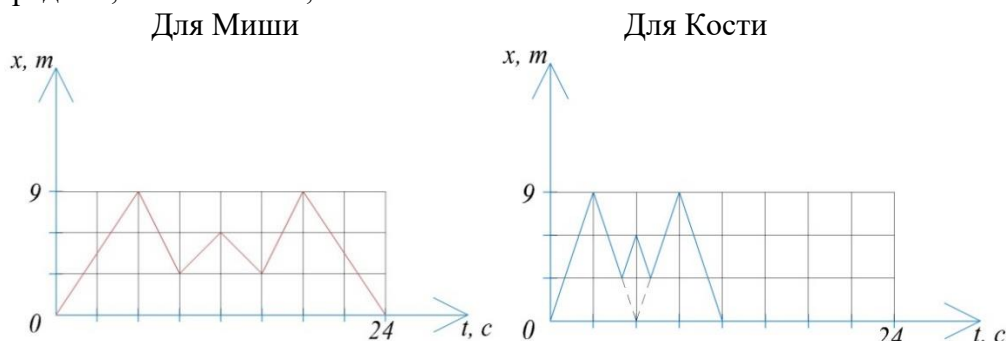
## 9 класс

### 1. «Челночный бег»

В школьных соревнованиях по челночному бегу участвовали Костя и Миша.

График зависимости координаты от времени каждого юноши показан на рисунках.

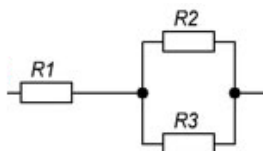
- 1) Постройте график зависимости проекции скорости от времени для каждого юноши.
- 2) Насколько ближе к окончанию забега Костя по сравнению с Мишей к исходу второй секунды?
- 3) С какой скоростью должен был бы двигаться Миша на участке от второй до третьей секунды, если бы он, в среднем, бежал так же, как Костя?



### 2. «От перемены мест сумма меняется»

Общее сопротивление участка цепи, изображённого на рисунке, равно 20 Ом.

Если поменять местами резисторы 1 и 3, сопротивление увеличится на 0,4%. Если поменять местами 1 и 2, то сопротивление схемы станет в 10 раз больше первоначального. Определите сопротивление резисторов 1, 2 и 3.



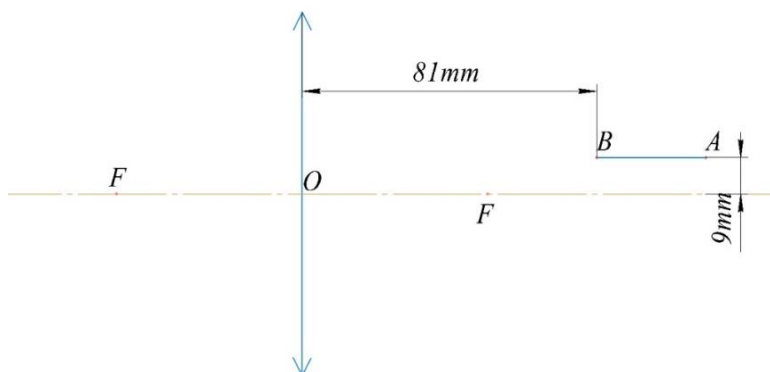
### 3. «Кулинар»

Максим решил потренироваться перед кулинарным конкурсом. Он взял кастрюлю с водой, закрыл крышкой и поставил на газовую плиту. Максим заметил, что при этом вода с  $50^{\circ}\text{C}$  до  $51^{\circ}\text{C}$  нагревалась 5 секунд, а если взять кастрюлю с вдвое меньшим радиусом дна, но с таким же количеством воды, увеличив количество сгораемого газа в единицу времени в полтора раза, то с  $50^{\circ}\text{C}$  до  $51^{\circ}\text{C}$  вода будет нагреваться уже 2 секунды. За какое время вода остынет в маленькой кастрюле с  $51^{\circ}\text{C}$  до  $50^{\circ}\text{C}$ , если её снять с плиты? Теплоёмкость кастрюли пренебрежимо мала.

### 4. «Механикус»

Механикус поймал Алладина с ковром-самолётом в бутылку и разглядывал их через линзу. В некоторый момент времени ковёр летел параллельно главной оптической оси линзы так, как показано на рисунке. Ближайший край ковра находится на расстоянии  $l=81\text{ мм}$ , расстояние до ГОО от ковра-самолёта –  $h=9\text{ мм}$ .

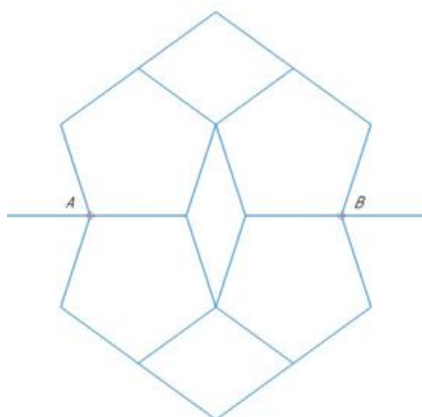
Механикус знает, что изображение ковра-самолёта вдвое меньше по длине, чем сам ковёр-самолёт в бутылке. Помогите Механикусу определить длину ковра-самолёта. Фокусное расстояние у линзы равно  $F=40\text{ мм}$ .



## 10 класс

### 1. «Схема»

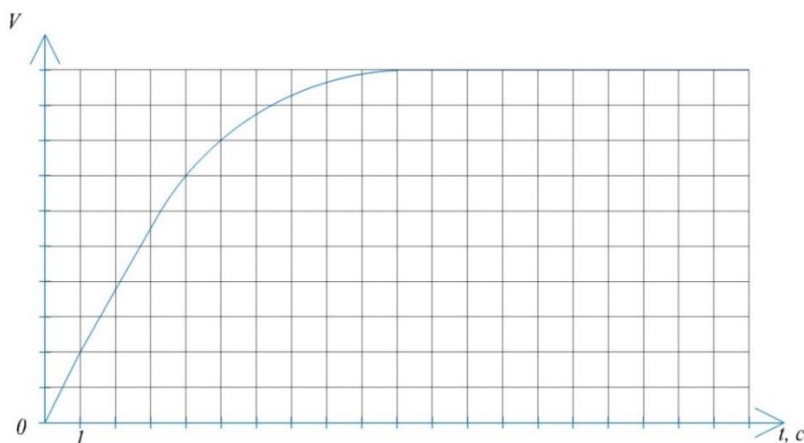
Определите сопротивление между точками А и В, если каждое ребро имеет сопротивление, которое равно R.



### 2. «Учения»

На учениях из пикирующего с начальной скоростью 0 м/с бомбардировщика на большой высоте сброшена авиабомба массой 70 кг. Для оценки потерь энергии на трение бомбе был установлен датчик скорости. По графику зависимости скорости бомбы от времени определите тепловую мощность, выделяющуюся из-за трения в моменты  $t_1 = 4$  с и  $t_2 = 19$  с.

*Примечание: во время печати графика принтеру не хватило чернил на градуировку шкалы скоростей.*



### 3. «Прогулка»

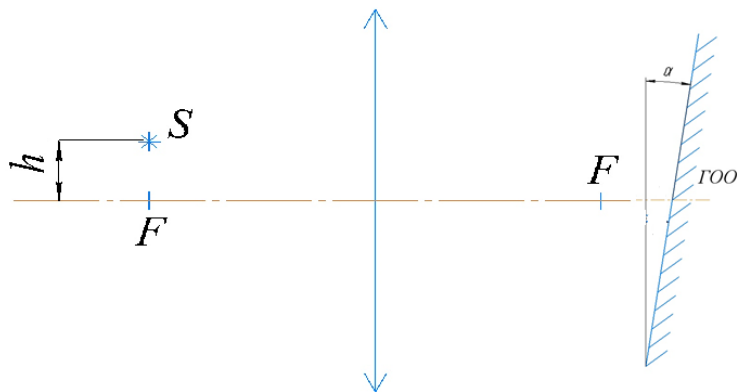
Два брата, Коля и Петя, вместе выходят из дома на прогулку по прямой берёзовой аллее. Петя сразу набирает скорость  $1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  и идёт всё время с такой скоростью. Коля решил сэкономить силы, начав движение со скоростью  $v < 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Затем Коля стал увеличивать свою скорость через равные промежутки времени  $\Delta t = 1$  с сначала на  $\frac{1}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , потом на  $\frac{1}{8} \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , потом на  $\frac{1}{16} \frac{\text{м}}{\text{с}}$  и т.д.

1) С какой минимальной скоростью должен был начать движение Коля, чтобы к концу девятнадцатой секунды после начала движения перестать отставать от Пети?

2) На каком расстоянии от Пети окажется Коля к концу девятнадцатой секунды после начала движения?

#### 4. «Наноробот-светлячок»

Специальный наноробот-светлячок (размеры робота порядка нанометров) находится в фокальной плоскости на малой высоте  $h$  над ГОО линзы. За линзой стоит зеркало, наклонённое под углом  $\alpha$  к ГОО. Найдите высоту  $h$ , если изображение светлячка находится на высоте  $\frac{h}{3}$  над ГОО,  $\alpha = 0,001$  рад,  $F = 40$  мм.



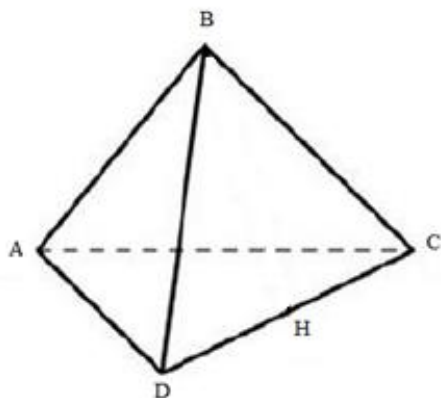
#### 5. «Исследование»

Петя решил исследовать расширение газа в необычном процессе. В специализированную установку он поместил некоторый объём водорода при температуре 300 К. В установке водород стал расширяться, причём давление от объёма зависело так:  $p = \frac{k}{V^2}$ , где  $k$  – постоянный коэффициент. Помогите Пете определить отведённое количество теплоты и конечную температуру водорода, если теплоёмкость во время всего процесса равнялась 4,15 Дж/К, а конечный объём вдвое больше начального.

## 11 класс

### 1. «Стойка ЛЭП»

Часть металлического каркаса от стойки ЛЭП – правильную пирамиду  $ABCD$  (все треугольники равносторонние) решили испытать. Перед испытаниями конструкция была не заряжена. Её поместили в однородное электрическое поле напряжённостью  $E$ , направив вектор  $\vec{E}$  вдоль  $AB$ . На ребре  $AC$  появился заряд  $q_1$ , на  $AD$  – заряд  $q_2$ . Затем конструкцию развернули так, что поле стало направлено по  $BH$  ( $BH$  – высота треугольника  $DBC$ ). Найдите индуцированные на каждом ребре конструкции заряды в этом случае

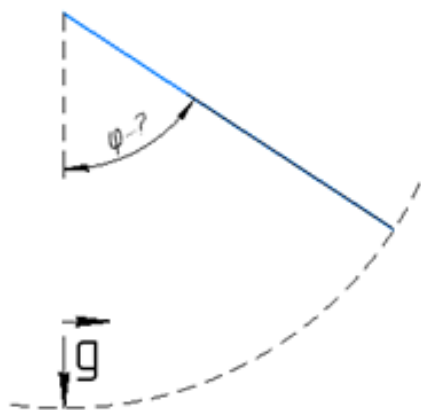


### 2. «Соломинка с водой»

Тонкую соломинку длиной  $l$  и радиусом  $r$ , полную жидкостью, раскручивают. При этом соломинка движется по дуге окружности так, что один из концов вращается с линейной скоростью  $v$  относительно другого конца соломинки, который мы считаем закреплённым.

При каком угле  $\varphi$  жидкость начнёт вытекать из соломинки?

Коэффициент поверхностного натяжения жидкости считать равным  $\sigma$ .



### 3. «Необычное кипение»

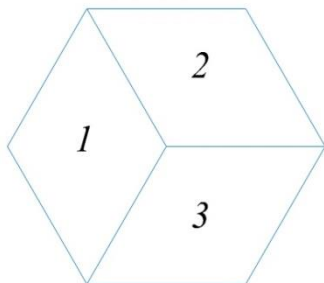
От длинного металлического прута отрезали кусок длиной  $L = 1$  м, правый конец которого помещен в кипящий жидкий водород. На расстоянии  $l = 81$  см от левого конца куска лежит маленькая капля жидкого азота. Левый конец погрузили в кипящий хлор. Какая доля водорода выкипит, пока испарится вся капля азота? Количество кипящего хлора очень велико.

Температура кипения жидкого водорода равна  $-252.6^\circ\text{C}$ , температура кипения хлора равна  $-34.1^\circ\text{C}$ , температура кипения жидкого азота равна  $-195.8^\circ\text{C}$ .

Принять, что энергия переходит только через прут, поток энергии через любой мелкий кусочек прута прямо пропорционален разности температур на границах этого кусочка.

#### 4. «Неидеальное деление»

Сосуд с идеальным газом хотели поделить на три части с помощью теплоизолирующих перегородок так, как показано на рисунке (вид сверху). Однако, при установке перегородок случайно в каждой перегородке образовалась маленькая дырочка. Размер дырочки мал по сравнению с длиной пробега молекул газа. Как и было запланировано, температуры в каждой части держали неизменными и равными 100 К, 200 К и 300 К в первой, второй и третьей части соответственно. Давление в первой части измеряется и равно 1 атмосфере. Определите давление во второй и третьей части сосуда.



#### 5. «Перестановка»

Две тонкие линзы расположены друг за другом так, что их главные оптические оси совпадают. Фокусное расстояние первой линзы  $F_1 = -2$  см, а второй  $F_2 = 1,5$  см. Эта система создаёт изображение спички, расположенной перпендикулярно главной оптической оси и длиной 2 см. Величина изображения  $h_1 = 1$  см, а само оно получилось перевёрнутое. Какой будет величина изображения, если линзы поменять местами?