

7 класс

**Задача 1. Что больше?**

Из пластилина слепили кубик с длиной ребра  $a = 5$  см, в центре которого имеется полость кубической формы. Толщина стенок получившейся коробочки составила  $h = 1$  см. Что больше: объём полости или объём пластилина?

**Задача 2. Морская миля**

Сколько километров содержится в одной морской миле?

*Примечание.*

1. Морская миля определяется как длина части экватора на поверхности земного шара при смещении на одну угловую минуту. Таким образом, перемещение на одну морскую милю вдоль экватора соответствует изменению географических координат на одну минуту долготы.

2. Экватор — воображаемая линия пересечения с поверхностью Земли плоскости, перпендикулярной оси вращения планеты и проходящей через её центр. Длина экватора приблизительно равна 40 000 км.

3. Вавилоняне придумали деление окружности на  $360^\circ$  (соответственно делению года в вавилонском календаре на 360 дней).

4. Один градус делится на 60 угловых минут.

**Задача 3. Поездка**

Из Серпухова в Чехов экспериментатор Глюк ехал на «Волге» с постоянной скоростью 80 км/час. На обратном пути трасса была загружена, и он ехал столько же времени, сколько затратил на путь от Серпухова до Чехова, со скоростью  $v_2 = 30$  км/час. Оставшийся участок пути оказался свободным, и Глюк мчался со скоростью  $v_3 = 100$  км/час. Определите среднюю скорость автомобиля на всём пути от Серпухова до Чехова и обратно.

**Задача 4. Транспорт**

На рисунке 1 показан транспортёр. Какова его цена деления?

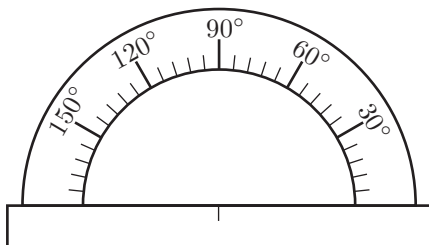


Рис. 1

7 класс

**Задача 1. Что больше?**

Из пластилина слепили кубик с длиной ребра  $a = 5$  см, в центре которого имеется полость кубической формы. Толщина стенок получившейся коробочки составила  $h = 1$  см. Что больше: объём полости или объём пластилина?

**Задача 2. Морская миля**

Сколько километров содержится в одной морской миле?

*Примечание.*

1. Морская миля определяется как длина части экватора на поверхности земного шара при смещении на одну угловую минуту. Таким образом, перемещение на одну морскую милю вдоль экватора соответствует изменению географических координат на одну минуту долготы.

2. Экватор — воображаемая линия пересечения с поверхностью Земли плоскости, перпендикулярной оси вращения планеты и проходящей через её центр. Длина экватора приблизительно равна 40 000 км.

3. Вавилоняне придумали деление окружности на  $360^\circ$  (соответственно делению года в вавилонском календаре на 360 дней).

4. Один градус делится на 60 угловых минут.

**Задача 3. Поездка**

Из Серпухова в Чехов экспериментатор Глюк ехал на «Волге» с постоянной скоростью 80 км/час. На обратном пути трасса была загружена, и он ехал столько же времени, сколько затратил на путь от Серпухова до Чехова, со скоростью  $v_2 = 30$  км/час. Оставшийся участок пути оказался свободным, и Глюк мчался со скоростью  $v_3 = 100$  км/час. Определите среднюю скорость автомобиля на всём пути от Серпухова до Чехова и обратно.

**Задача 4. Транспорт**

На рисунке 1 показан транспортёр. Какова его цена деления?

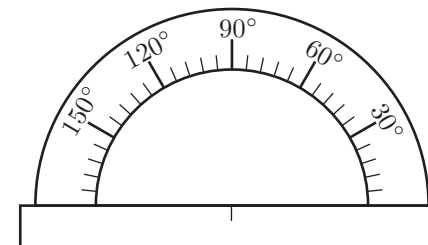


Рис. 1

8 класс

**Задача 1. Ртуть, масло и вода**

В U-образную трубку налили ртуть. Затем в правое колено добавили масло, а в левое — воду. В результате оказалось, что верхние уровни воды и масла совпадают, а нижние — отличаются на  $\Delta H = 4$  мм.

Какой столб выше: воды или масла? Вычислите высоту столба масла. Плотность ртути  $\rho_{\text{рт}} = 13,6$  г/см<sup>3</sup>, плотность масла  $\rho_{\text{м}} = 900$  кг/м<sup>3</sup>, плотность воды  $\rho_{\text{в}} = 1000$  кг/м<sup>3</sup>.

**Задача 2. Наблюдательный машинист**

Длинный поезд едет со скоростью  $v_0$ . По соседним путям его обгоняет электричка, скорость которой  $v = 72$  км/ч. Машинист электрички заметил, что он проехал мимо поезда за  $t_1 = 100$  с.

На обратном пути электричка и поезд вновь встретились. На этот раз по часам машиниста оказалось, что время прохождения электрички мимо поезда равно  $t_2 = 20$  с. Какова скорость  $v_0$  поезда?

**Задача 3. Запрограммированное таяние**

В сосуде с водой плавает кусок льда массы  $m = 0,5$  кг. Система находится в тепловом равновесии. Сколько тёплой воды при температуре  $t = 30$  °С нужно добавить в сосуд, чтобы объём выступающей из воды части льда уменьшился в  $n = 2,4$  раза? Удельная теплота плавления льда  $\lambda = 330$  кДж/кг, удельная теплоёмкость воды  $c_{\text{в}} = 4,2$  кДж/(кг · °С).

**Задача 4. Равновесие рычага I**

При какой массе груза  $m$ , закреплённого на блоке, возможно равновесие однородного рычага массы  $M$ , изображённого на рисунке 1? Штрихами рычаг делится на 7 равных фрагментов. Весом блока можно пренебречь.

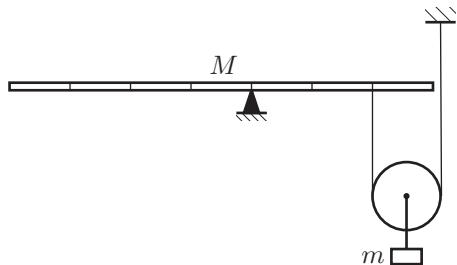


Рис. 1

8 класс

**Задача 1. Ртуть, масло и вода**

В U-образную трубку налили ртуть. Затем в правое колено добавили масло, а в левое — воду. В результате оказалось, что верхние уровни воды и масла совпадают, а нижние — отличаются на  $\Delta H = 4$  мм.

Какой столб выше: воды или масла? Вычислите высоту столба масла. Плотность ртути  $\rho_{\text{рт}} = 13,6$  г/см<sup>3</sup>, плотность масла  $\rho_{\text{м}} = 900$  кг/м<sup>3</sup>, плотность воды  $\rho_{\text{в}} = 1000$  кг/м<sup>3</sup>.

**Задача 2. Наблюдательный машинист**

Длинный поезд едет со скоростью  $v_0$ . По соседним путям его обгоняет электричка, скорость которой  $v = 72$  км/ч. Машинист электрички заметил, что он проехал мимо поезда за  $t_1 = 100$  с.

На обратном пути электричка и поезд вновь встретились. На этот раз по часам машиниста оказалось, что время прохождения электрички мимо поезда равно  $t_2 = 20$  с. Какова скорость  $v_0$  поезда?

**Задача 3. Запрограммированное таяние**

В сосуде с водой плавает кусок льда массы  $m = 0,5$  кг. Система находится в тепловом равновесии. Сколько тёплой воды при температуре  $t = 30$  °С нужно добавить в сосуд, чтобы объём выступающей из воды части льда уменьшился в  $n = 2,4$  раза? Удельная теплота плавления льда  $\lambda = 330$  кДж/кг, удельная теплоёмкость воды  $c_{\text{в}} = 4,2$  кДж/(кг · °С).

**Задача 4. Равновесие рычага I**

При какой массе груза  $m$ , закреплённого на блоке, возможно равновесие однородного рычага массы  $M$ , изображённого на рисунке 1? Штрихами рычаг делится на 7 равных фрагментов. Весом блока можно пренебречь.

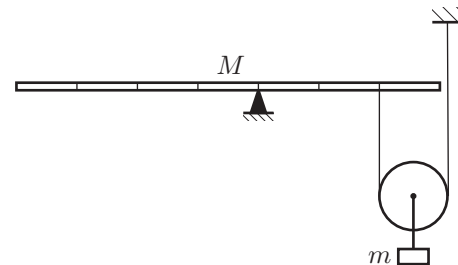


Рис. 1

9 класс

**Задача 1. Равновесие рычага II**

При каких массах груза  $m$  возможно равновесие однородного рычага массы  $M$ , изображённого на рисунке 1? Штрихами рычаг делится на 7 равных фрагментов.

**Задача 2. Катящееся колесо**

Колесо диаметра  $D$  катится без проскальзывания по горизонтальной поверхности (рис. 2). В некоторый момент времени скорость верхней точки  $B$  колеса равна  $v_0$ . Чему в этот момент равно ускорение нижней точки  $A$ , которой колесо касается горизонтальной поверхности?

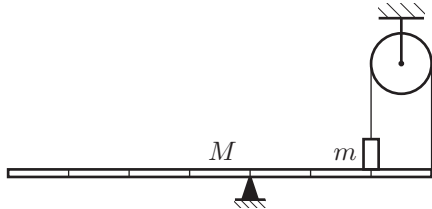


Рис. 1

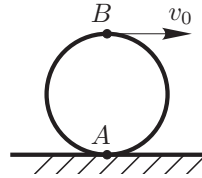


Рис. 2

**Задача 3. Лёд и спирт**

В сосуде в тепловом равновесии находятся вода объёма  $V = 0,5$  л и кусочки льда. В сосуд начинают вливать спирт, температура которого  $0^\circ\text{C}$ , перемешивая содержимое. Сколько спирта нужно влить, чтобы лёд утонул? Плотность спирта  $\rho_c = 800 \text{ кг/м}^3$ . Считайте плотности воды и льда равными  $1000 \text{ кг/м}^3$  и  $900 \text{ кг/м}^3$  соответственно. Теплотой, выделяющейся при смешивании воды и спирта, пренебречь. Считайте, что объём смеси воды и спирта равен сумме объёмов исходных компонентов.

**Задача 4. Разные скорости**

На прямолинейном участке пути  $AB$  тело двигалось с постоянным ускорением. В начале пути скорость равнялась  $v_A$ , в конце  $v_B$ . Найдите скорость  $v_S$  в середине пути. Сравните её со скоростью  $v_t$ , которую тело имело спустя ровно половину времени своего движения по участку  $AB$ .

Какая из этих скоростей больше,  $v_S$  или  $v_t$ ? Ответ обоснуйте.

**Задача 5. Плавление льда**

Кусок охлаждённого льда поместили в калориметр. В таблице 1 приведены результаты измерений температуры содержимого калориметра. Изобразите на одном рисунке графики изменения температуры льда и воды от времени. На основании экспериментальных данных определите удельные теплоёмкости  $c_{\text{л}}$  льда и  $c_{\text{в}}$  воды.

Удельная теплота плавления льда  $\lambda = 330 \text{ кДж/кг}$ . Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

Таблица 1

$t, ^\circ\text{C}$	$\tau, \text{с}$
-4,8	0
-2,5	5
0,0	10
0,0	15
0,0	20
0,0	320
0,0	330
0,0	340
2,5	350
4,9	360

10 класс

**Задача 1. Равновесие рычага III**

При каких массах груза  $m$  возможно равновесие однородного рычага массы  $M$ , изображённого на рисунке 1? Штрихами рычаг делится на 7 равных фрагментов.

Постройте график зависимости силы реакции рычага  $N(m)$ , с которой он действует на верхний груз.

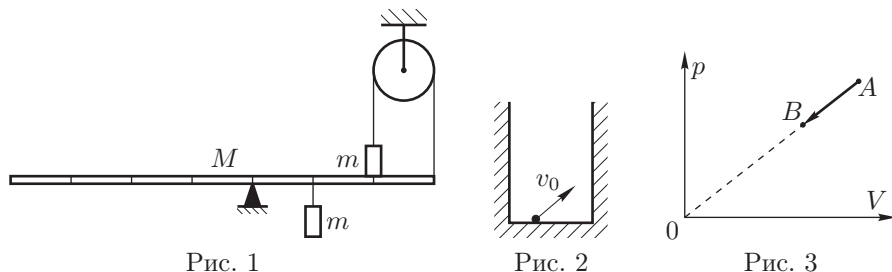
**Задача 2. Катапульта**

На горизонтальной площадке между двумя гладкими стенками установлена катапульта (рис. 2). Катапульта выстреливает шариками, начальная скорость которых  $v_0$ .

Какое максимальное число ударов о стенки может совершить шарик перед тем, как упадёт на площадку? Удары шарика о стенки считайте абсолютно упругими. Расстояние между стенками равно  $L_0$ . Положение катапульти и угол вылета шарика можно изменять.

**Задача 3. Расширение идеального газа**

При переводе идеального газа из состояния  $A$  в состояние  $B$  его давление уменьшалось прямо пропорционально объёму (рис. 3), а температура понизилась от  $127^\circ\text{C}$  до  $51^\circ\text{C}$ . На сколько процентов уменьшился объём газа?



**Задача 4. Модернизация**

У экспериментатора Глюка был школьный стрелочный вольтметр, позволяющий измерять напряжение до  $U_1 = 4$  В. Методом подбора Глюк установил, что если последовательно с вольтметром подключить резистор сопротивлением  $R = 6$  кОм, тогда этим вольтметром можно будет измерять напряжение до  $U_2 = 10$  В. Тогда Глюк решил продолжить модернизацию вольтметра.

Он рассчитал, что если параллельно вольтметру подключить шунт (резистор сопротивлением  $R_{\text{ш}}$ ), то с помощью получившегося прибора можно будет измерять силу тока до  $I_{\text{max}} = 10$  мА. Каково сопротивление шунта  $R_{\text{ш}}$ ?

Продолжение условия смотри на втором листе.

10 класс

**Задача 1. Равновесие рычага III**

При каких массах груза  $m$  возможно равновесие однородного рычага массы  $M$ , изображённого на рисунке 1? Штрихами рычаг делится на 7 равных фрагментов.

Постройте график зависимости силы реакции рычага  $N(m)$ , с которой он действует на верхний груз.

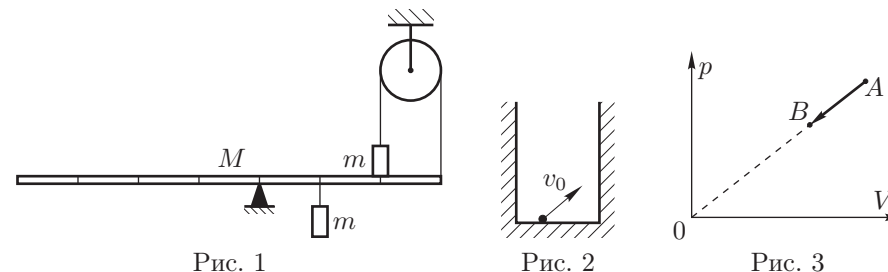
**Задача 2. Катапульта**

На горизонтальной площадке между двумя гладкими стенками установлена катапульта (рис. 2). Катапульта выстреливает шариками, начальная скорость которых  $v_0$ .

Какое максимальное число ударов о стенки может совершить шарик перед тем, как упадёт на площадку? Удары шарика о стенки считайте абсолютно упругими. Расстояние между стенками равно  $L_0$ . Положение катапульти и угол вылета шарика можно изменять.

**Задача 3. Расширение идеального газа**

При переводе идеального газа из состояния  $A$  в состояние  $B$  его давление уменьшалось прямо пропорционально объёму (рис. 3), а температура понизилась от  $127^\circ\text{C}$  до  $51^\circ\text{C}$ . На сколько процентов уменьшился объём газа?



**Задача 4. Модернизация**

У экспериментатора Глюка был школьный стрелочный вольтметр, позволяющий измерять напряжение до  $U_1 = 4$  В. Методом подбора Глюк установил, что если последовательно с вольтметром подключить резистор сопротивлением  $R = 6$  кОм, тогда этим вольтметром можно будет измерять напряжение до  $U_2 = 10$  В. Тогда Глюк решил продолжить модернизацию вольтметра.

Он рассчитал, что если параллельно вольтметру подключить шунт (резистор сопротивлением  $R_{\text{ш}}$ ), то с помощью получившегося прибора можно будет измерять силу тока до  $I_{\text{max}} = 10$  мА. Каково сопротивление шунта  $R_{\text{ш}}$ ?

Продолжение условия смотри на втором листе.

### Задача 5. Штангенциркуль

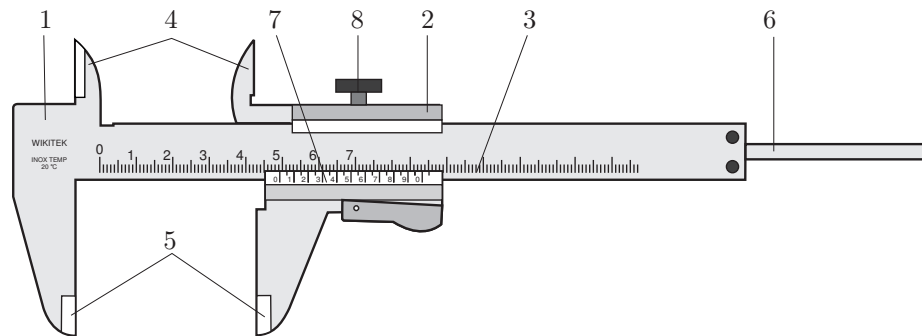


Рис. 4

Штангенциркуль имеет измерительную штангу (отсюда и название) с основной шкалой и нониус — вспомогательную шкалу для отсчёта долей делений (рис. 4). Точность измерения при помощи штангенциркуля обычно составляет от десятых до нескольких сотых долей миллиметра.

Обозначения на рисунке 4:

1. Штанга.
2. Подвижная рамка.
3. Шкала штанги.
4. Губки для внутренних измерений.
5. Губки для наружных измерений.
6. Линейка глубиномера.
7. Нониус.
8. Винт для зажима рамки.

Порядок отсчёта показаний штангенциркуля по шкалам штанги и нониуса вы можете понять из следующих примеров.

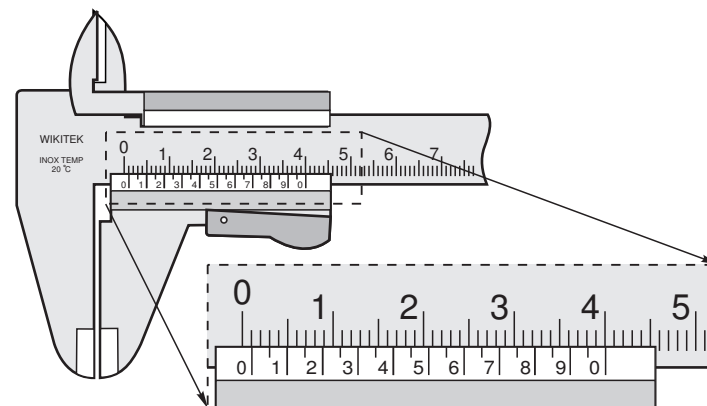


Рис. 5

Сначала подвижную рамку сдвигают влево до соприкосновения с губками для наружных измерений. Затем рамку сдвигают вправо так, что второй штрих нониуса (отсчёт ведётся слева) совпадает с третьим штрихом штанги (рис. 5). На сколько сотых долей миллиметра была сдвинута штанга?

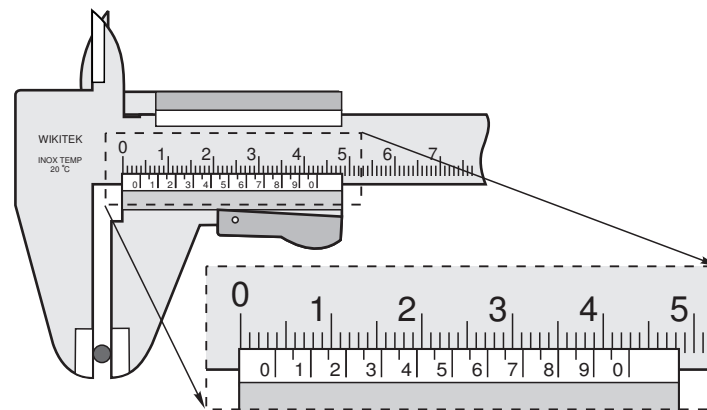


Рис. 6

Между губками штанги и подвижной рамки поместили проволоку (рис. 6). Определите по шкале штангенциркуля её диаметр с максимальной точностью.

Продолжение задачи смотри на обороте.

## 11 класс

### Задача 1. Равновесие рычага IV

При каких массах груза  $m$  возможно равновесие однородного рычага массы  $M$ , изображённого на рисунке 1? Приведите анализ системы на устойчивость. Штрихами рычаг делится на 7 равных фрагментов.

Найдите, какие значения может принимать сила натяжения перекинутой через блок нити.

*Примечание.* Равновесие системы устойчиво, если при повороте рычага в любую сторону относительно опоры на малый угол система возвращается в исходное положение.

### Задача 2. Нелипкая доска

Брусok массы  $m$  покоится на закреплённой снизу пружине жёсткостью  $k$ . Верхняя поверхность бруска незначительно возвышается над неподвижными массивными боковыми ограничителями (рис. 2). С высоты  $H$  на брусок без начальной скорости падает доска массы  $m$ . Удары между доской, бруском и ограничителями абсолютно неупругие, но поверхности тел не слипаются. На какую максимальную высоту  $H'$  над ограничителями сможет подняться доска при последующем движении? Считайте, что  $kH \gg mg$ .

### Задача 3. Висящий цилиндр

В вертикальном теплопроводящем цилиндре массы  $m$ , закрытом подвижным поршнем, находится водяной пар и небольшое количество воды (рис. 3). Поршень площади  $S$  привязан нитью к штативу. Температура окружающей среды  $100^\circ\text{C}$ , атмосферное давление  $p_0$ .

Вначале цилиндр удерживают, а затем отпускают. Какая влажность установится в цилиндре после того, как система придёт в тепловое равновесие? На сколько процентов изменится объём под поршнем, если внешнюю температуру уменьшить на 10 %?

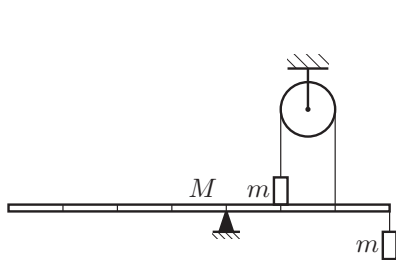


Рис. 1

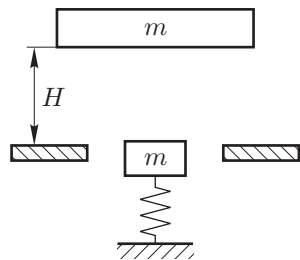


Рис. 2

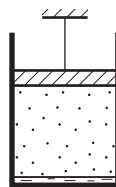


Рис. 3

### Задача 4. Зарядка конденсатора

Электрическая цепь состоит из батареи, конденсатора, двух одинаковых резисторов, ключа  $K$  и амперметра  $A$ . Вначале ключ разомкнут, конденсатор не заряжен (рис. 4). Ключ замыкают, и начинается зарядка конденсатора. Определите скорость зарядки конденсатора  $\Delta q/\Delta t$  в тот момент, когда сила тока  $I_1$ , протекающего через амперметр, равна 1,6 мА.

Известно, что максимальная сила тока  $I_{\max}$ , прошедшего через батарею, равна 3 мА.

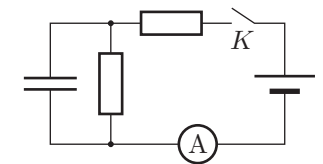


Рис. 4

### Задача 5. Тень

Над горизонтальной поверхностью расположено параллельно ей светящееся кольцо диаметра  $d = 2$  м. Между кольцом и поверхностью расположен соосный кольцу непрозрачный квадрат со стороной  $d$  (рис. 5). Расстояния от кольца до квадрата и от квадрата до поверхности равны  $H = 3$  м (рис. 6). Чему равна площадь полной тени на горизонтальной поверхности? На рисунке 5 тень изображена условно.

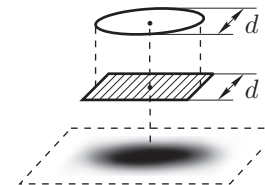


Рис. 5

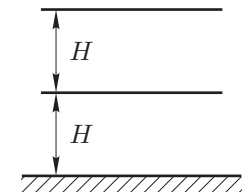


Рис. 6