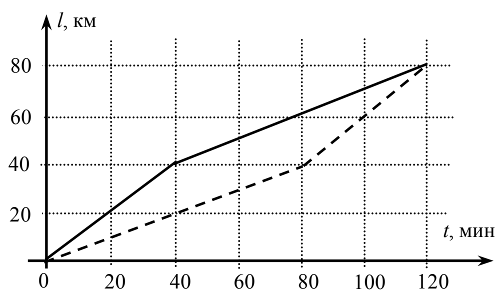
7 класс

Задача 1. На полпути. Из пункта *А* в пункт *Б* по прямой дороге выезжают два автомобиля. Первый половину всего пути едет со скоростью 60 км/ч, а вторую половину пути со скоростью 30 км/ч. Второй автомобиль наоборот, первую половину пути едет со скоростью 30 км/ч, а вторую половину пути со скоростью 60 км/ч. В результате, в пункт *Б* они приезжают одновременно через 120 мин после старта. На одних координатных осях постройте графики зависимостей расстояний, пройденных автомобилями от времени их движения и определите, с каким временным интервалом они проехали середину дистанции, и какое максимальное расстояние было между ними во время движения.

Возможное решение

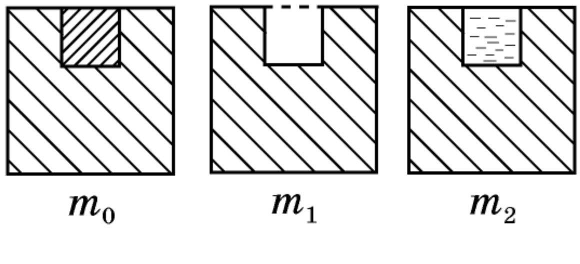
Так как скорости на равных участках отличаются в 2 раза, во столько же раз отличаются и времена движения на них. Следовательно, изменение скоростей происходит на 40-й и 80-й минутах. А весь пройденный путь тогда равен 80 км. Построим по этим характерным точкам график. Из которого видно, что с 40-й по 80-ю минуту расстояние между машинами было наибольшим и равным 20 км, а середину дистанции машины прошли с интервалом 40 мин.



Критерии оценивания

1. Определены времена движения на участках — 3 балла
2. Найден весь путь — 2 балла
3. График — 3 балла
   - подписаны величины и единицы измерения на осях — 1 балл
   - оцифрованы деления через равные интервалы — 1 балл
   - построены зависимости пути — 1 балл
4. Определено максимальное, расстояние — 1 балл
5. Найден временной интервал между проездами середины — 1 балл

Задача 2. Куб с лункой. Если в теле массой $m_0 = 1,6$ кг вырезать лунку в форме куба, то его масса станет равна $m_1 = 1,2$ кг, а если эту лунку заполнить водой (см. рисунок), то масса тела будет равна $m_2 = 1,7$ кг. Определите плотность ρ_x материала, из которого изготовлено тело. Плотность воды $\rho_B = 1,0$ г/см^3.



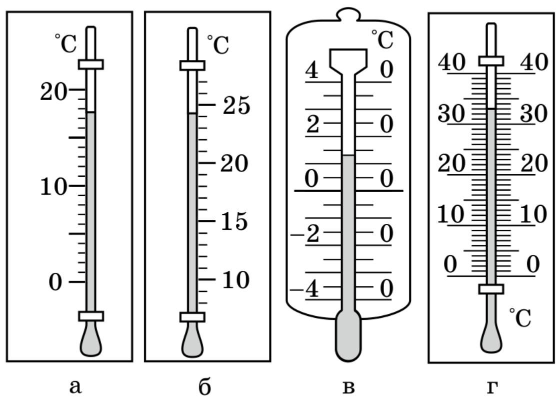
Возможное решение

Найдём массу воды в лунке: $m_B = m_2 - m_1 = 0,5$ кг. Объем воды в лунке $V_B = m_B / \rho_B = 500$ см^3. Масса материала, извлечённого из лунки $m_x = m_0 - m_1 = 0,4$ кг, а плотность этого материала $\rho_x = m_x / V_B = 0,8$ г/см^3.

Критерии оценивания

1. Определены масса воды в лунке — 2 балла
2. Найден объем лунки — 3 балла
3. Найдена масса материала, извлечённого из лунки — 2 балла
4. Найдена плотность материала кубика — 3 балла

Задача 3. Быстрые термометры. На рисунке изображены шкалы четырех термометров. Определите, у какого их них наибольшая цена деления и чему она равна. Какой термометр сейчас показывает наибольшую температуру и чему она равна?



Термометры внесли в комнату. Через час температура в ней стала медленно увеличиваться, причем за равные промежутки времени на одинаковую величину. Определите, во сколько раз будут отличаться максимальная и минимальная скорости движения верхней границы столбиков жидкости в термометрах. Поясните, как получены ваши ответы. Применять свои линейки для измерений при решении нельзя.

Возможное решение

Для ответа на первые вопросы задачи составим табличку, в которую занесем цену деления каждого термометра и его показания

№	а	б	в	г
Δt, ^{0}C	1	1	5 – максимум	1
t, ^{0}C	18	24	15	33 – максимум

Напомним, в случае если указатель шкалы располагается между штрихами, показания снимаются по ближайшему штриху, а не рассчитываются пропорционально доле цены деления!

Для сравнения скоростей подъема столбиков выберем по возможности большее одинаковое изменение температуры, которое можно измерить на всех шкалах (например, 15^{0}С, так как вторым термометром (б) большую разность температур уже не измерить). Подбирая совпадающие деления, выразим высоты подъема столбиков при нагревании на 15^{0}С в делениях шкалы второго термометра. Они составят:

для термометра *а* 12 делений

для термометра *б* 15 делений

для термометра *в* (изменение высоты столбика при нагревании на 80^0С соответствует 19 делениям термометра *б*, следовательно, нагреванию на 15^0С будет соответствовать 3,6 деления)

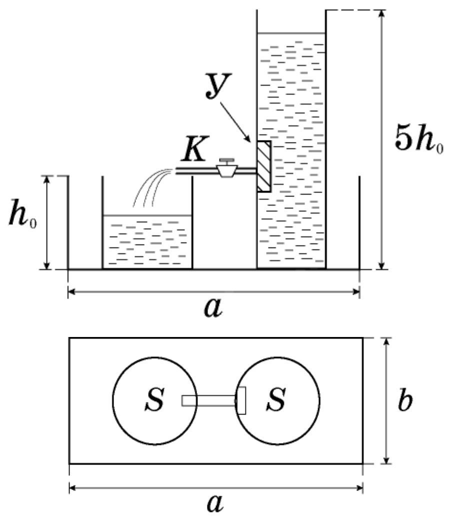
для термометра *г* (изменение высоты столбика при нагревании на 40^0С соответствует 18 делениям термометра *б*, следовательно, нагреванию на 15^0С будет соответствовать 6,8 деления).

Таким образом, отношение максимальной и минимальной скоростей подъемов столбиков (в термометрах *б* и *в*, соответственно) равно 15/3,6 = 4,2.

Критерии оценивания

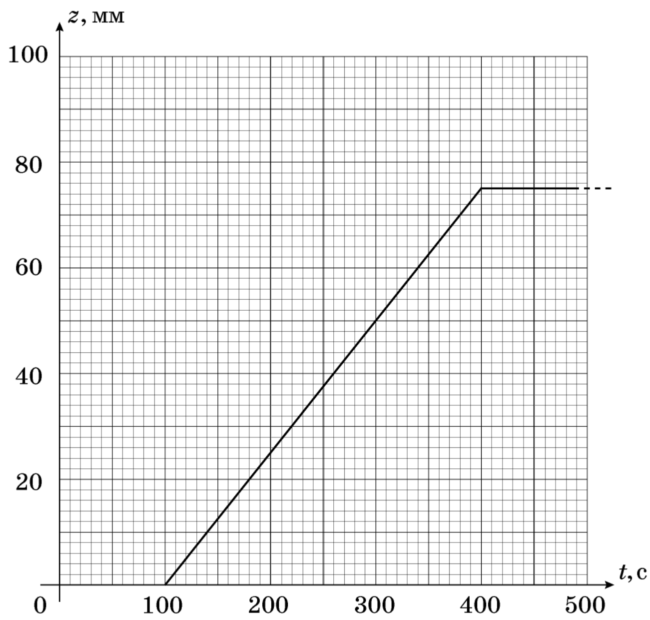
1.	Определена цена деления каждого термометра	1 балл
2.	Выбрана максимальная цена деления	1 балл
3.	Определены показания каждого термометра (если приведены дробные значения, балл не ставится)	1 балл
4.	Выбрана максимальная температура	1 балл
5.	Описан метод сравнения скоростей	2 балла
6.	Приведены результаты сопоставления изменения высот столбиков при одинаковых изменениях температуры	2 балла
7.	Найдено отношение скоростей (диапазон от 4,0 до 4,4)	2 балла

Задача 4. Из полного в порожнее (1). В прямоугольном поддоне со сторонами $a = 30$ см, $b = 20$ см и высотой бортика h_0 = 10 см стоят цилиндрические сосуды с площадью основания $S = 100$ см^2 каждый (см. рисунок). Высота первого сосуда h_0, а второго $5h_0$. В высокий сосуд через отверстие в стенке вставлена тонкая трубка с краном *К*, второй конец которой лежит на стенке низкого сосуда. В этом положении трубка горизонтальна. Благодаря наличию устройства *У*, при открытом кране *К* уровень воды в высоком сосуде понижается с постоянной скоростью υ = 1,0 мм/с. Первоначально в низком сосуде и поддоне воды нет, а уровень воды в высоком сосуде равен $5h_0$. В момент времени t = 0 кран открывают. Постройте график зависимости уровня воды z в поддоне от времени t после открытия крана (0 < t < 500 с).



Возможное решение

Так как площади сечения сосудов одинаковы, а уровень воды в высоком сосуде понижается со скоростью υ = 1 мм/с, низкий сосуд заполнится через время $t_1 = h_0/\upsilon = 100$ с после открытия крана. До этого момента воды в поддоне нет. Начиная с момента времени t_1, вытекающая вода начинает заполнять поддон. Всего в поддон вытечет объем воды равный $V = 3h_0S = 3000$ см^3. Этот объем воды будет вытекать в течение времени t_2 = 300 с и растечется по площади S_1 равной площади поддона минус площадь сечения двух сосудов: $S_1 = ab - 2S = 400$ см^2. Из условия равенства объемов получаем $V = S_1z_м$, где $z_м$ максимальный уровень воды в поддоне, и окончательно: $z_м = V/S_1 = 3h_0S/(ab - 2S) = 7{,}5$ см = 75 мм. График зависимости $z(t)$ представлен на рисунке.



Критерии оценивания

1. Определено время заполнения низкого сосуда — 1 балл
2. Определено общее время вытекания воды из высокого сосуда — 1 балл
3. Определена площадь поверхности воды в поддоне — 2 балла
4. Использовано условие равенства объемов — 1 балл
5. Определен максимальный уровень воды в поддоне — 2 балла
6. Представлен правильный график зависимости z от t — 3 балла
   - Подписаны оси и указаны единицы измерения, выбран удобный масштаб с равными делениями — 1 балл
   - Наличие трех участков на графике — 1 балл
   - Верно нанесены характерные точки изломов — 1 балл

8 класс

Задача 1. Средняя деревенская. На перемещение из города в деревню с постоянной скоростью, автомобиль затратил время t. На обратном пути водитель ехал быстрее, и добрался до города за вдвое меньшее время. За какое время доехала бы машина от города до деревни, если бы водитель поддерживал скорость равную средней скорости своего движения за поездку туда и обратно?

Возможное решение

Обозначим расстояние от города до деревни за s. Тогда скорость автомобиля на пути из города в деревню равна s/t, а на обратном $2s/t$. Рассчитаем среднюю скорость всего движения: $\upsilon = \frac{2s}{3t/2} = \frac{4s}{3t}$. Откуда, время движения t_0 от города до деревни, при скорости равной средней скорости движения за поездку туда и обратно равно: $t_0 = \frac{3}{4}t$.

Критерии оценивания

1.	Записана скорость на пути из города в деревню	2 балла
2.	Записана скорость на обратном пути	2 балла
3.	Найдена средняя скорость на всем пути	4 балла
4.	Найдено искомое время движения	2 балла

Задача 2. Зимой и летом… Экспериментатор Глюк обратил внимание, что в начале зимы показания двух уличных термометров (один proградуирован в градусах Фаренгейта, а дугой в градусах Цельсия) совпадая по модулю, имеют разные знаки $11{,}5^0$F и $-\ 11{,}5^0$C. Когда наступили суровые морозы, показания термометров опять совпали, но теперь уже и по знаку $-\ 40^0$F и $-\ 40^0$C. Определите, какую температуру покажет термометр в градусах Цельсия, когда показания второго будут равны $+40^0$F.

Возможное решение

Так как обе шкалы линейные, то линеен и закон преобразования из градусов Фаренгейта в градусы Цельсия. Запишем его: $T_C = aT_F + b$, где a и b – постоянные коэффициенты. $T_{F1} = 11{,}5\ ^0$F, $T_{C1} = -\ 11{,}5\ ^0$C, $T_{F2} = -\ 40\ ^0$F, $T_{C2} = -\ 40\ ^0$C, $T_{F3} = 40\ ^0$F, T_{C3} – необходимо найти.

Решая систему, определяем $a = \frac{T_{C1} - T_{C2}}{T_{F1} - T_{F2}} = 0{,}56\ ^0\text{C}/^0\text{F}$ и $b = \frac{T_{C2}T_{F1} - T_{C1}T_{F2}}{T_{F1} - T_{F2}} = -\ 17{,}9\ ^0$C.

Подставив $T_{F3} = 40\ ^0$F в полученный закон, получим $T_{C3} = aT_{F3} + b = 4{,}5\ ^0$C.

Критерии оценивания

1. Высказана идея, как найти закон перевода шкал — 1 балл
2. Записана система уравнений — 2 балла
3. Найдены коэффициенты в законе перевода (по 3 балла за каждый) — 6 баллов*
4. Найдена искомая температура — 1 балл

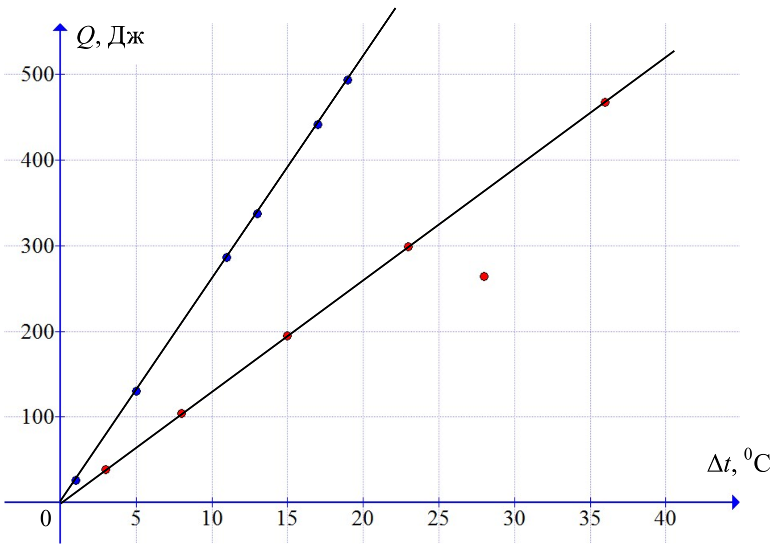
* правильные альтернативные решения должны оцениваться полным баллом!

Задача 3. Шариковая смесь. В лаборатории калориметрии провели серию экспериментов по нагреванию стальных шариков двух различных масс. В таблице приведены значения изменений температуры шариков Δt в зависимости от подведенного к ним количества теплоты Q. К сожалению, по неопытности лаборант занес в одну таблицу данные для разных шариков. Построив график, определите, во сколько раз отличались массы шариков и найдите какой из результатов явно надо отбросить, как промах экспериментатора.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q, Дж	440	195	40	470	25	340	105	260	130	290	495	300
Δt, ^{0}C	17	15	3	36	1	13	8	28	5	11	19	23

Возможное решение

Нанесем все экспериментальные точки на поле графика с осями Δt и Q. Так как при нагревании $Q = mc\Delta t$, то зависимость для каждого из тел должна быть линейной. Все точки, за исключением одной хорошо ложатся на прямые, а точку Q = 260 Дж следует перемерить. Отношение масс пропорционально отношению угловых коэффициентов наклона прямых: $\frac{m_1}{m_2} = 2$.

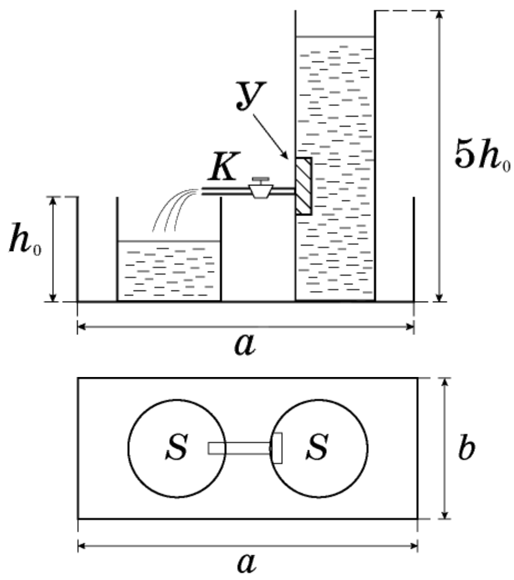


Задание можно уносить с собой!!!

Критерии оценивания

1. Теоретическое обоснование линейности зависимости Q и Δt — 1 балл
2. Теоретическое обоснование пропорциональности отношения масс и угловых коэффициентов наклона — 1 балл
3. График $Q(\Delta t)$ или $\Delta t(Q)$ — 4 балла
   - подписаны величины и единицы измерения на осях — 1 балл
   - оцифрованы деления через равные интервалы — 1 балл
   - нанесены точки и проведены прямые (не ломаные) — 2 балла
4. Определено отношение масс (±5%) — 2 балла
5. Найдена точка выброса — 2 балла

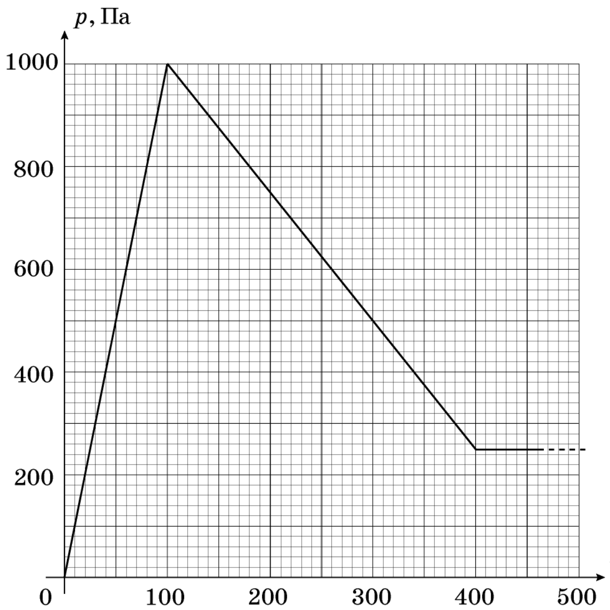
Задача 4. Из полного в порожнее (2). В прямоугольном поддоне со сторонами $a = 30$ см, $b = 20$ см и высотой бортика $h_0 = 10$ см стоят легкие цилиндрические сосуды с площадью основания $S = 100\text{ см}^2$ каждый (см. рисунок). Высота первого сосуда h_0, а второго $5h_0$. Дно поддона шероховатое. В высокий сосуд через отверстие в стенке вставлена тонкая трубка с краном K, второй конец которой лежит на стенке низкого сосуда. В этом положении трубка горизонтальна. Благодаря наличию устройства $У$, при открытом кране K уровень воды в высоком сосуде понижается с постоянной скоростью $\upsilon = 1{,}0$ мм/с. Первоначально в низком сосуде и поддоне воды нет, а уровень воды в высоком сосуде равен $5h_0$. В момент времени $t = 0$ кран открывают. Постройте график зависимости давления p, оказываемого низким сосудом на дно поддона, от времени t после открытия крана ($0 < t < 500$ с).



Возможное решение

Так как площади сечения сосудов одинаковы, а уровень воды в высоком сосуде понижается со скоростью $\upsilon = 1$ мм/с, низкий сосуд заполнится через время $t_1 = h_0/\upsilon = 100$ с после открытия крана. До этого момента воды в поддоне нет, сила Архимеда на сосуд не действует, а давление, оказываемое низким сосудом на дно поддона, равномерно возрастает $p(t) = \rho gh = \rho g\upsilon t$. Максимальное значение давления p_m достигается при $t = t_1$ и равно $p_m = 1000$ Па.

С момента времени t_1, вытекающая вода начинает заполнять поддон и появляется возрастающая сила Архимеда, действующая на сосуды. Всего в поддон вытечет объем воды равный $V = 3h_0S = 3000$ см^3. Этот объем воды будет вытекать в течение времени $t_2 = 300$ с и растечется по площади S_1, равной площади поддона минус площадь сечения двух сосудов: $S_1 = ab - 2S = 400$ см^2. Из условия равенства объемов получаем $V = S_1z_м$, где $z_м$ максимальный уровень воды в поддоне, и окончательно:



$z_м = V/S_1 = 3h_0S/(ab - 2S) = 7{,}5$ см $= 75$ мм. После этого вытекание воды прекратится и никаких изменений в системе происходить не будет.

Максимальная сила Архимеда, действующая на сосуд при уровне воды в поддоне $z_м$, равна $F_A = \rho gSz_м = 7{,}5$ Н. При этом достигается минимальное давление заполненного водой низкого сосуда на дно поддона $p_{мин} = p_m - F_A/S = 1000 - 750 = 250$ Па.

График зависимости $p(t)$ представлен на рисунке.

Критерии оценивания

1.	Определено время заполнения низкого сосуда	1 балл
2.	Определено максимальное давление низкого сосуда на дно поддона	1 балл
3.	Определено общее время вытекания воды из высокого сосуда	1 балл
4.	Определен максимальный уровень воды в поддоне	2 балла
5.	Определена максимальная сила Архимеда	1 балл
6.	Определено минимальное давление низкого сосуда на дно поддона	2 балла
7.	Представлен правильный график зависимости $p(t)$	2 балла

- Подписаны оси и указаны единицы измерения, выбран удобный масштаб с равными делениями — 0,5 балла
- Наличие трех участков на графике — 0,5 балла
- Верно нанесены характерные точки изломов — 1 балл

9 класс

Задача 1. Мост. Поезд въезжает на мост со скоростью υ_0. Если он будет на мосту разгоняться с ускорением a, то проедет мост за время $t_1 = 30$ с, если с таким же ускорением он будет тормозить, то проедет мост за время $t_2 = 60$ с. За какое время t_3 поезд проедет мост при равномерном движении со скоростью υ_0?

Возможное решение

Обозначив длину моста за L, запишем кинематические уравнения:

$$L = \upsilon_0 t_1 + \frac{at_1^2}{2} \text{ – для равноускоренного движения} \quad (1)$$

$$L = \upsilon_0 t_2 - \frac{at_2^2}{2} \text{ – для равнозамедленного движения} \quad (2)$$

$$L = \upsilon_0 t_3 \text{ – для равномерного движения} \quad (3)$$

После умножения уравнения (1) на t_2^2 и уравнения (2) на t_1^2 сложим их.

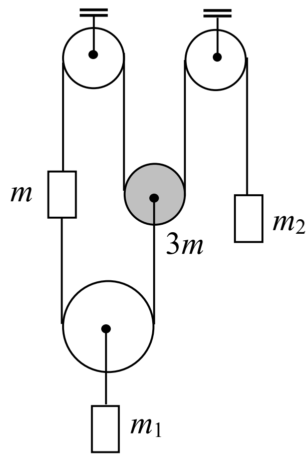
Получим: $\upsilon_0 = \frac{L(t_1^2+t_2^2)}{t_1 t_2 (t_1+t_2)}$. После подстановки υ_0 в уравнение (3) найдем время, за которое поезд проедет мост при равномерном движении со скоростью υ_0:

$t_3 = \frac{t_1 t_2 (t_1+t_2)}{t_1^2+t_2^2} = 36$ с.

Критерии оценивания

1.	Записано уравнение для равноускоренного движения	2 балла
2.	Записано уравнение для равнозамедленного движения	2 балла
3.	Записано уравнение для равномерного движения	1 балл
4.	Найдено υ_0	3 балла
5.	Ответ для t_3 в общем виде	1 балл
6.	Численный ответ для t_3	1 балл

Задача 2. Равновесие. Система состоит из нескольких грузов, подвешенных на невесомых нитях, перекинутых через невесомые и один массивный (выделен серым цветом) блоки. Масса $m = 1$ кг. Определите, при каких значениях масс m_1 и m_2 система будет находиться в равновесии. Трения в осях блоков нет.



Возможное решение

Обозначим силу натяжения верхней нити за T_2, а нижней за T_1. Тогда условия равенства нулю суммы вертикальных сил, действующих на элементы системы, примут вид:

1) для груза m_2: $m_2 g = T_2$
2) для блока $3m$: $3mg = 2T_2 - T_1$
3) для груза m_1: $m_1 g = 2T_1$
4) для груза m: $mg = T_2 - T_1$

Решая систему уравнений, получим: $m_1 = 2m$ = 2 кг, $m_2 = 2m$ = 2 кг.

Критерии оценивания

1.	Условие равновесия груза m_2	2 балла
2.	Условие равновесия блока $3m$	2 балла
3.	Условие равновесия груза m_1	2 балла
4.	Условие равновесия груза m	2 балла
5.	Решение системы уравнений и получение численного ответа	2 балла

Задача 3. Два в одном. В калориметр, частично заполненный водой при температуре t_0 = 10°C, опустили кубик №1, имеющий начальную температуру t = 70°C и после прекращения теплообмена температура содержимого калориметра достигла t_1 = 25°C. Если бы вместо кубика №1, в калориметр опустили кубик №2, нагретый до такой же температуры t, то после прекращения теплообмена температура содержимого калориметра достигла бы t_2 = 35°C. До какой температуры t_3 увеличится температура содержимого калориметра, если в него опустить сразу оба кубика, нагретые до температуры t? Теплообменом с окружающей средой пренебречь. Вода из калориметра не выливается.

Возможное решение

Уравнения теплового баланса в трех случаях имеют вид:

1) $C(t_1 - t_0) = C_1(t - t_1)$

2) $C(t_2 - t_0) = C_2(t - t_2)$

3) $C(t_3 - t_0) = (C_1 + C_2)(t - t_3)$, C и C_i – полные теплоемкости воды и кубиков.

Решая систему уравнений, получим: $t_3 = 40{,}7^0$C.

Критерии оценивания

1.	Составлены уравнения теплового баланса для каждого процесса три уравнения по 2 балла за каждое	6 баллов
2.	Решение систем (допускается ранняя численная подстановка)	4 балла

Задача 4. Выделение нелинейности. В лаборатории линейной электродинамики экспериментатор Глюк исследовал вольтамперную характеристику резистора, занося в таблицу значения силы тока *I*, текущего через резистор и поданное на него напряжение *U*. Позже выяснилось, что кроме результатов Глюка в таблицу, попали данные, полученные в соседней лаборатории нелинейных элементов. Построив график, определите, какие результаты относятся к эксперименту Глюка. Найдите сопротивление исследуемого резистора. Какие данные могут соответствовать как резистору, так и нелинейному элементу?

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
U, В	0,2	3,0	0,4	0,7	1,0	1, 3	1,9	1,4	1,6	1,8	2,4	0,7	2,0	2,2	2,3
I, А	0,03	0,43	0,02	0,04	0,08	0,14	0,27	0,14	0,23	0,33	0,34	0,10	0,49	0,75	0,98

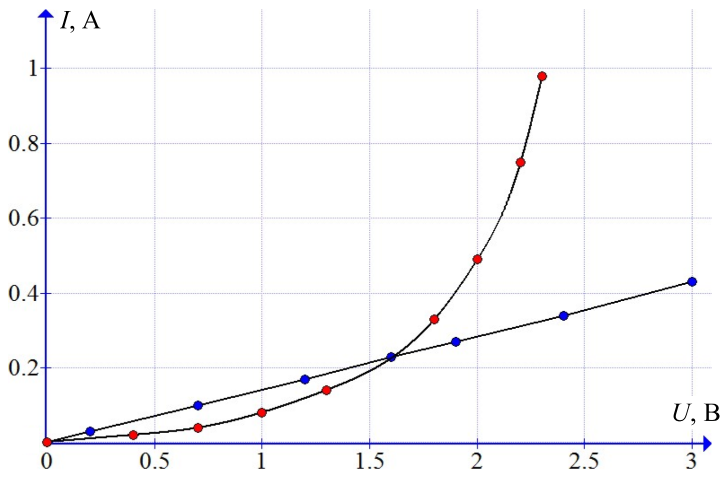
Возможное решение

Нанесем все экспериментальные точки на поле графика с осями *U* и *I*. Так как по закону Ома зависимость силы тока от напряжения для резистора должна быть линейной, выделим точки, лежащие на одной прямой, в широком диапазоне напряжений. Не попавшие на прямую точки, относятся к нелинейному элементу.

Резистору соответствуют точки таблицы:

U, В	0,2	0,7	1,2	1,9	2,4	3,0
I, А	0,03	0,10	0,17	0,27	0,34	0,43

Точка *U* = 1,6 В может соответствовать как резистору, так и нелинейному элементу.

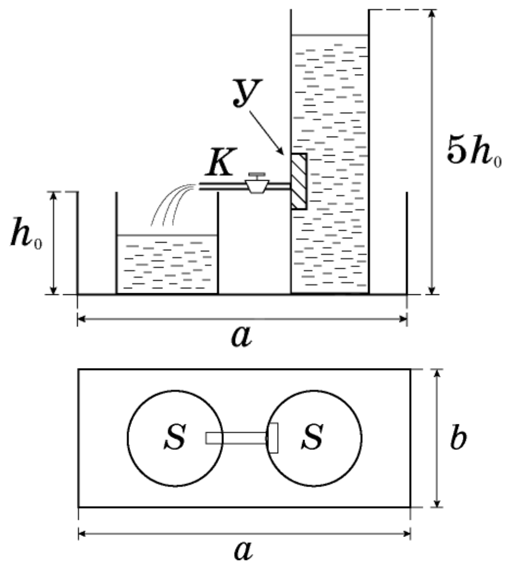


По угловому коэффициенту наклона прямой, находим сопротивление резистора *R* = 7 Ом.

Критерии оценивания

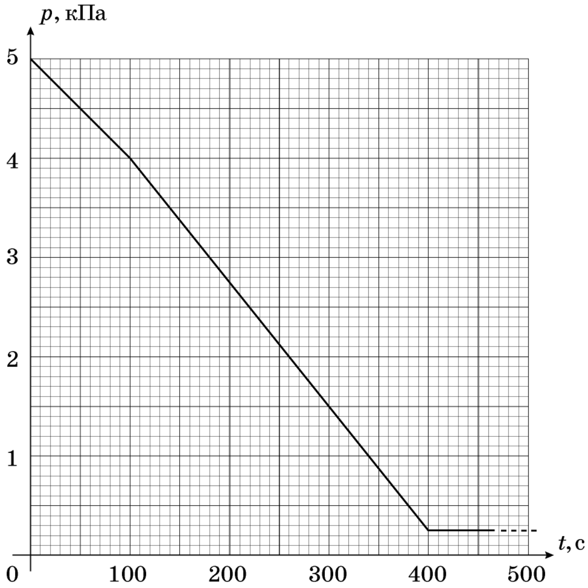
1. Теоретическое обоснование линейности зависимости *I* от *U* — 2 балла
2. График — 4 балла
   - подписаны величины и единицы измерения на осях — 1 балл
   - оцифрованы деления через равные интервалы — 1 балл
   - верно нанесенные точки, соединенные гладкими линиями (не ломаными) — 2 балла
3. Определено сопротивление резистора (±5%) — 2 балла
4. Найдена точка неоднозначной принадлежности — 2 балла

Задача 5. Из полного в порожнее (3). В прямоугольном поддоне со сторонами $a = 30$ см, $b = 20$ см и высотой бортика h_0 = 10 см стоят легкие цилиндрические сосуды с площадью основания $S = 100\text{ см}^2$ каждый (см. рисунок). Высота первого сосуда h_0, а второго $5h_0$. Дно поддона шероховатое. В высокий сосуд через отверстие в стенке вставлена тонкая трубка с краном *К*, второй конец которой лежит на стенке низкого сосуда. В этом положении трубка горизонтальна. Благодаря наличию устройства *У*, при открытом кране *К* уровень воды в высоком сосуде понижается с постоянной скоростью v = 1,0 мм/с. Первоначально в низком сосуде и поддоне воды нет, а уровень воды в высоком сосуде равен $5h_0$. В момент времени t = 0 кран открывают. Постройте график зависимости давления p, оказываемого высоким сосудом на дно поддона, от времени t после открытия крана ($0 < t < 500$ с).



Возможное решение

Так как площади сечения сосудов одинаковы, а уровень воды в высоком сосуде понижается со скоростью υ = 1 мм/с, низкий сосуд заполнится через время $t_1 = h_0/\upsilon$= 100 с после открытия крана. До этого момента воды в поддоне нет, сила Архимеда на сосуд не действует, а давление, оказываемое высоким сосудом на дно поддона, равномерно убывает $p(t) = \rho g(5h_0 - \upsilon t)$. При $t = 0$ давление высокого сосуда равно p_0 = 5000 Па, а при $t = t_1$ давление уменьшается до p_1 = 4000 Па.



Начиная с момента времени t_1, вытекающая вода начинает заполнять поддон и появляется возрастающая сила Архимеда, действующая на сосуды. Всего в поддон вытечет объем воды равный $V = 3h_0S$ = 3000 см^3. Этот объем воды будет вытекать в течение времени t_2 = 300 с и растечется по площади S_1, равной площади поддона минус площадь сечения двух сосудов: $S_1 = ab - 2S$ = 400 см^2. Из условия равенства объемов получаем $V = S_1z_м$, где $z_м$ максимальный уровень воды в поддоне, и окончательно: $z_м = V/S_1 = 3h_0S/(ab - 2S)$ = 7,5 см = 75 мм. После этого вытекание воды прекратится и никаких изменений в системе происходить не будет. Максимальная сила Архимеда, действующая на сосуд при уровне воды в поддоне $z_м$, равна $F_A = \rho gSz_м$ = 7,5 Н. При этом в высоком сосуде остается столб воды высотой h_0, на который действует сила тяжести $F_т = \rho gSh_0$ = 10 Н. Давление сосуда на дно поддона в этот момент $p_{мин} = (F_т - F_A)/S$ = 250 Па.

График зависимости $p(t)$ представлен на рисунке.

Критерии оценивания

1. Определено время заполнения низкого сосуда — 1 балл
2. Определено давление высокого сосуда на дно поддона в момент заполнения низкого сосуда — 1 балл
3. Определено общее время вытекания воды из высокого сосуда — 1 балл
4. Определен максимальный уровень воды в поддоне — 2 балла
5. Определена максимальная сила Архимеда — 1 балл
6. Определено минимальное давление низкого сосуда на дно поддона — 2 балла
7. Представлен правильный график зависимости $p(t)$ — 2 балла
   - Подписаны оси и указаны единицы измерения, выбран удобный масштаб с равными делениями — 0,5 балла
   - Наличие трех участков на графике — 0,5 балла
   - Верно нанесены характерные точки изломов — 1 балл

Задание можно уносить с собой!!!

10 класс

Задача 1. Шарик в полете. В баллистической лаборатории получили зависимость значений скорости υ 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, см	100	180	220	270	320	250	140	50
υ, м/с	7,2	6,0	5,3	4,2	2,8	4,7	6,6	9,0

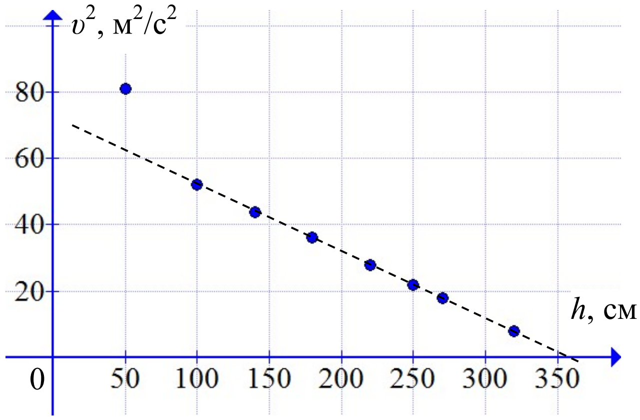
- Известно, что в одном из измерений (возможно и в первом) скорость была определена неверно. Найдите в каком. Для этого постройте график с результатами измерений в таких координатах, в которых он должен быть линейным.
- Рассчитайте максимальную высоту подъема шарика над столом?
- Через какое время после первого измерения шарик упал на стол?

Ускорение свободного падения g = 9,8 м/с^2.

Возможное решение

Из закона сохранения энергии $\frac{m\upsilon_0^2}{2} = \frac{m\upsilon^2}{2} + mgh$ получаем: $\upsilon^2 = \upsilon_0^2 - 2gh$, где υ_0 – скорость на уровне стола. Следовательно, зависимость скорости от высоты будет линейной, например, в осях $\upsilon^2(h)$.

Нанесем экспериментальные точки на поле графика с осями υ^2 и h.



Все точки, кроме соответствующей h = 50 см, лежат на одной прямой, пересекающей ось h в районе H =365 см. Это и есть максимальная высота подъема. Время полета с высоты h_1 = 100 см до падения, с начальной скоростью 7,2 м/с можно найти, решив квадратное уравнение $0 = 1 + 7,2t - 9,8t^2/2$, выбрав положительный корень t = 1,6 с.

Критерии оценивания

1. Теоретическое обоснование линейности зависимости υ^2 от h 2 балла
2. График 3 балла
   - подписаны величины и единицы измерения на осях 1 балл
   - оцифрованы деления через равные интервалы 1 балл
   - верно нанесенные точки, соединенные гладкими линиями (не ломаными) 1 балл
3. Найдена точка выброса 1 балл
4. Определена максимальная высота подъема (±5%) 2 балла
5. Найдено время полета с высоты 100 см до падения (±5%) 2 балла

Задача 2. Кап-кап-кап. Маленький шарик, заполненный водой, подвешен на нити длиной L. В нижней точке шарика имеется маленькое отверстие, из которого без начальной скорости, очень часто, вытекают капельки воды. Под шариком на расстоянии h от него расположена горизонтальная плоскость. Нить с шариком отклоняют от вертикали на угол φ_0 ($\varphi_0 << 1$) и отпускают. При каком значении h капелька, оторвавшаяся от шарика в его нижнем положении, попадает на плоскость в ту же точку, в которую попадает капелька, оторвавшаяся от шарика в момент его максимального отклонения от вертикали? Сопротивлением воздуха пренебречь.
Примечание: для углов, выраженных в радианах при $\alpha << 1$ $\sin\alpha \approx \alpha$, $\cos\alpha \approx 1 - \alpha^2/2$

Возможное решение

В нижнем положении скорости шарика и оторвавшейся от него капли горизонтальны. Запишем закон сохранения энергии:

$$\frac{m\upsilon^2}{2} = mgL\left(1-\cos\alpha\right) \approx mgL\frac{\varphi^2}{2}.$$

Из него следует:

$$\upsilon = \varphi_0(gL)^{1/2}. \qquad (1)$$

Время падения капли с высоты h при нулевой вертикальной составляющей скорости

$$t = (2h/g)^{½}.$$

Таким образом, капля, оторвавшаяся от шарика в нижнем положении, попадет на плоскость на расстоянии x_0 от точки O.

$$x_0 = \upsilon t = \varphi_0(2hL)^{1/2}. \qquad (2)$$

В то же время, капля, оторвавшаяся от шарика в положении максимального отклонения, падает вертикально также на расстоянии x_0 от точки O, при этом

$$x_0 = L\sin\varphi_0 \sim L\varphi_0. \qquad (3)$$

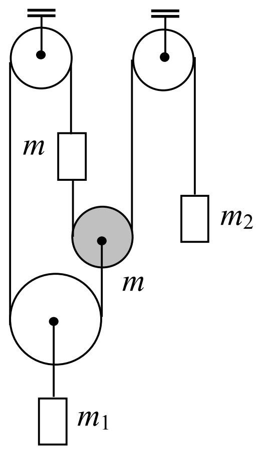
Приравнивая (2) и (3), получаем $h = L/2$.

Примечание: Детальный анализ зависимости x от угла отклонения φ шарика показывает, что при движении шарика из нижнего положения горизонтальное расстояние до точки падения сначала становится большим чем x_0 (в первый момент скорость остается практически такой же, как и в нижней точке, а угол «броска» начинает увеличиваться), а затем возвращается обратно в положение x_0.

Критерии оценивания

1.	Идея использования закона сохранения энергии	2 балла
2.	Определена скорость шарика в нижней точке	2 балла
3.	Записано время падения капли, оторвавшейся в нижнем положении	1 балл
4.	Определено расстояние x_0 для капли, оторвавшейся в нижнем положении	2 балла
5.	Определено расстояние x_0 для капли, оторвавшейся в верхнем положении	1 балл
6.	Получено значение h	2 балла

Задача 3. Равновесие (2). Система состоит из нескольких грузов, подвешенных на невесомых нитях, перекинутых через невесомые и один массивный (выделен серым цветом) блоки. Масса m = 1 кг. Определите, при каких значениях масс m_1 и m_2 система будет находиться в равновесии. Трения в осях блоков нет.



Возможное решение

Обозначим силу натяжения правой нити за T_2, а левой за T_1. Тогда условия равенства нулю суммы вертикальных сил, действующих на элементы системы, примут вид:

1) для груза m_2: $m_2 g = T_2$

2) для блока m: $mg = 2T_2 - T_1$

3) для груза m_1: $m_1 g = 2T_1$

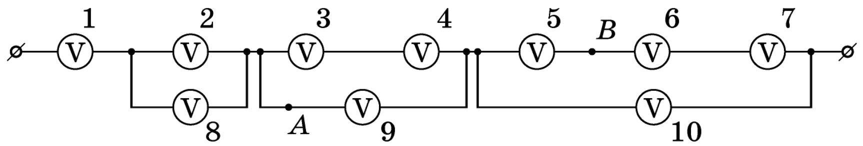
4) для груза m: $mg = T_1 - T_2$

Решая систему уравнений, получим: $m_1 = 6m$ = 6 кг, $m_2 = 2m$ = 2 кг.

Критерии оценивания

1.	Условие равновесия груза m_2	2 балла
2.	Условие равновесия блока m	2 балла
3.	Условие равновесия груза m_1	2 балла
4.	Условие равновесия груза m	2 балла
5.	Решение системы уравнений и получение численного ответа	2 балла

Задача 4. Вольтметры, вольтметры… Электрическая цепь составлена из 10 одинаковых вольтметров. Показания вольтметра №1 равно U_1 = 12 В. Определите показания остальных вольтметров и напряжение между точками A и B.



Возможное решение

1. Показания вольтметра U определяются силой тока I, текущего через него: $U = IR$, где R – сопротивление вольтметра.
2. При параллельном соединении приборов сила тока делится в отношении, обратном сопротивлениям участков, поэтому $I_2 = I_8 = I_1 / 2$;

$I_3 = I_4 = I_9 / 2 = I_1 / 3$; $I_5 = I_6 = I_7 = I_{10} / 3 = I_1 / 4$.

3. Из пп.1 и 2 получаем показания вольтметров:

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U, В	12	6	4	4	3	3	3	6	8	9

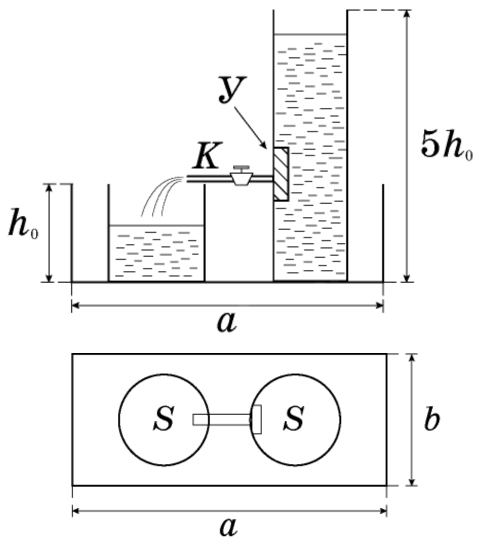
4. Напряжение между точками A и B цепи равно $U_{AB} = U_9 + U_5 = 11\,\text{В}$.

Примечание: общее напряжение в цепи: $U_0 = U_1 + U_8 + U_9 + U_{10} = 35\,\text{В}$.

Критерии оценивания

1. Связь силы тока, текущего через вольтметр, с его сопротивлением 1 балл
2. Найдена сила тока, текущего через вольтметры 2 и 8 1 балл
3. Найдена сила тока, текущего через вольтметры 3 и 9 2 балла
4. Найдена сила тока, текущего через вольтметры 5 и 10 2 балла
5. Найдено нарпяжение на каждом из ворльтметров 3 балла
6. Найдено нарпяжение на участке AB 1 балл

Задача 5. Из полного в порожнее (4). В прямоугольном поддоне с размерами $a = 30$ см, $b = 20$ см и высотой бортика h_0 = 10 см стоят легкие цилиндрические сосуды с площадью основания S = 100 см^2 каждый (см. рисунок). Высота первого сосуда h_0, а второго $5h_0$. Дно поддона тщательно отполировано и **вода под сосуды не подтекает**. В высокий сосуд через отверстие в стенке вставлена тонкая трубка с краном K, второй конец которой лежит на стенке низкого сосуда.

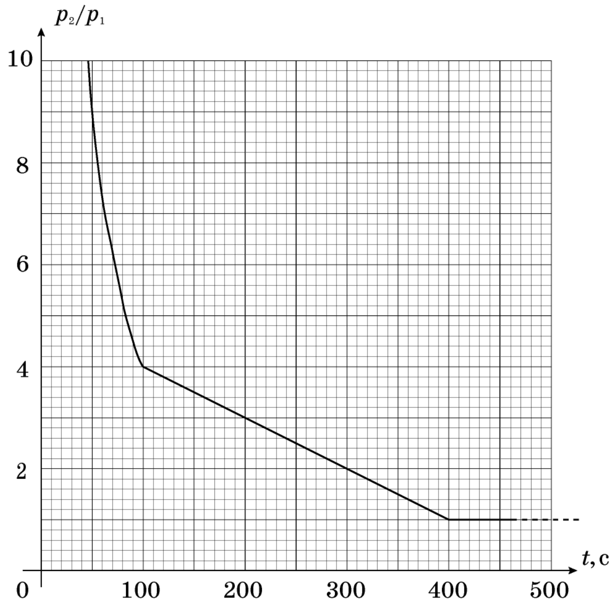


В этом положении трубка горизонтальна. Благодаря наличию устройства *У*, при открытом кране уровень воды в высоком сосуде понижается с постоянной скоростью υ = 1,0 мм/с. Первоначально в низком сосуде и поддоне воды нет, а уровень воды в высоком сосуде равен $5h_0$. В момент времени $t = 0$ кран открывают. Постройте график зависимости отношения давлений $\alpha = p_2/p_1$ от времени t после открывания крана для $0 < t < 500$ с, где p_1 – давление низкого сосуда на дно поддона, а p_2 – давление высокого сосуда на дно поддона. Атмосферное давление не учитывать.

Возможное решение

Так как площади сечения сосудов одинаковы, уровень воды h_1 в низком сосуде повышается с той же скоростью, с какой понижается уровень воды h_2 в высоком сосуде. $h_1 = \upsilon t$; $h_2 = 5h_0 - \upsilon t$.

Заполнение низкого сосуда происходит в течение времени $t_1 = h_0/\upsilon = 100$ с после открытия крана и давление, оказываемое низким сосудом на дно поддона, равномерно возрастает $p_1(t) = \rho g h_1 = \rho g \upsilon t$. В то же время давление, оказываемое высоким сосудом на дно поддона, равномерно убывает $p_2(t) = \rho g(5h_0 - \upsilon t)$.



В интервале времени $0 < t < 100$ с отношение давлений

$$\alpha(t) = p_2(t)/p_1(t) = (5h_0/\upsilon t) - 1,$$

т.е. уменьшается по гиперболическому закону от бесконечности при $t = 0$ до $\alpha = 4$ при $t = t_1 = 100$ с. Начиная с этого момента, низкий сосуд остается заполненным, вода вытекает в поддон, но сила Архимеда не возникает, так как вода под сосуды не подтекает по условию задачи, давление $p_1 = \rho g h_0$ не зависит от времени. Из высокого сосуда вода продолжает вытекать с той же скоростью до выравнивания уровней воды в сосудах, т.е. до $t_2 = 400$ с. При этом, по-прежнему $p_2(t) = \rho g(5h_0 - \upsilon t)$. Следовательно, в интервале времени $100 < t < 400$ с $\alpha(t) = p_2(t)/p_1(t) = 5 - \upsilon t/h_0$, т.е. уменьшается линейно от $\alpha = 4$ при $t = t_1 = 100$ с до $\alpha = 1$ при $t = t_2 = 400$ с.

При $t > 400$ с переливание воды прекращается, и сосуды оказывают на дно одинаковое давление, $\alpha = 1$. График зависимости $\alpha(t)$ представлен на рисунке.

Критерии оценивания:

1. Определено время t_1 заполнения низкого сосуда 1 балл
2. Определена зависимость $p_1(t)$ от времени при $t < 100$ с 1 балл
3. Определена зависимость $p_2(t)$ от времени при $t < 100$ с 1 балл
4. Определена зависимость $\alpha(t)$ от времени при $t < 100$ с 1 балл
5. Определено время t_2 прекращения переливания воды 1 балл

6. Определена зависимость $p_1(t)$ от времени при $100 < t < 400$ с 1 балл
7. Определена зависимость $p_2(t)$ от времени при $100 < t < 400$ с 1 балл
8. Определена зависимость $\alpha(t)$ от времени при $100 < t < 400$ с 1 балл
9. Представлен правильный график зависимости $p(t)$ 2 балла
   - Подписаны оси и указаны единицы измерения, выбран удобный масштаб с равными делениями 0,5 балла
   - Наличие трех участков на графике 0,5 балла
   - Верно нанесены характерные точки изломов 1 балл

Задание можно уносить с собой!!!

11 класс

Задача 1. Перепутанные шарики. В баллистической лаборатории исследовались зависимости значений скоростей υ шариков, выпущенных вверх из небольшой катапульты, стоящей на столе, от высоты h их подъема над уровнем стола. К сожалению, в спешке в таблицу с результатами измерений попали данные для двух разных шариков.

- Определите, какие данные относятся к одному, а какие к другому шарику. Для этого постройте график с результатами измерений в таких координатах, в которых он должен быть линейным.
- Рассчитайте, во сколько раз отличаются максимальные высоты подъема шариков над столом.
- Определите времена полета шариков?

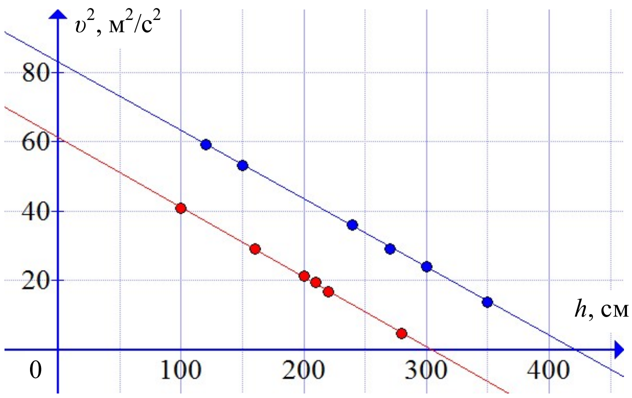
Ускорение свободного падения g = 9,8 м/с^2.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
h, см	220	240	350	150	280	160	270	120	300	210	100	200
υ, м/с	4,1	6,0	3,7	7,3	2,2	5,4	5,5	7,7	4,9	4,4	6,4	4,6

Возможное решение

Из закона сохранения энергии $\frac{m\upsilon_0^2}{2} = \frac{m\upsilon^2}{2} + mgh$ получаем: $\upsilon^2 = \upsilon_0^2 - 2gh$, где υ_0 – скорость на уровне стола. Следовательно, зависимость скорости от высоты будет линейной, например, в осях $\upsilon^2(h)$.

Нанесем экспериментальные точки на поле графика с осями υ^2 и h.



Все точки хорошо разделяются, ложась на две прямые. Таким образом, одному шарику принадлежат точки:

№	1	2	3	4	5	6
h, см	120	150	240	270	300	350
υ, м/с	7,7	7,3	6,0	5,5	4,9	3,7

а другому:

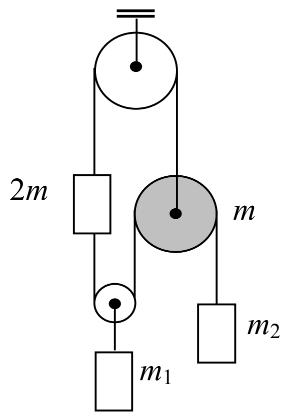
№	1	2	3	4	5	6
h, см	100	160	200	210	220	280
υ, м/с	6,4	5,4	4,6	4,4	4,1	2,2

Прямые пересекают ось h в точках 310 см и 425 см. Это максимальные высоты подъема шариков. Времена полета шариков могут быть найдены, как удвоенные времена падения без начальной скорости с максимальной высоты $t = 2\sqrt{2h/g}$, и для одного шарика t_1 = 1,6 с, а для другого t_2 = 1,9 с.

Критерии оценивания

1. Теоретическое обоснование линейности зависимости υ^2 от h — 2 балла
2. График — 3 балла
   - подписаны величины и единицы измерения на осях — 1 балл
   - оцифрованы деления через равные интервалы — 1 балл
   - верно нанесенные точки, соединенные гладкими линиями (не ломаными) — 1 балл
3. Определены максимальные высоты подъема (±5%) — 2 балла
4. Выражение для определения времени падения — 1 балл
5. Найдены времена полета (±5%) — 2 балла

Задача 2. Равновесие. Система состоит из нескольких грузов, подвешенных на невесомых нитях, перекинутых через невесомые и один массивный (выделен серым цветом) блоки. Масса m = 1,0 кг. Определите, при каких значениях масс m_1 и m_2 система будет находиться в равновесии. Трения в осях блоков нет.



Возможное решение

Обозначим силу натяжения верхней нити за T_1, а нижней за T_2. Тогда условия равенства нулю суммы вертикальных сил, действующих на элементы системы, примут вид:

1) для груза m_2: $m_2 g = T_2$

2) для блока m: $mg = T_1 - 2T_2$

3) для груза m_1: $m_1 g = 2T_2$

4) для груза $2m$: $2mg = T_1 - T_2$

Решая систему уравнений, получим: $m_1 = 2m$ = 2 кг, $m_2 = m$ = 1 кг.

Критерии оценивания

1. Условие равновесия груза m_2 — 2 балла
2. Условие равновесия блока m — 2 балла
3. Условие равновесия груза m_1 — 2 балла
4. Условие равновесия груза $2m$ — 2 балла
5. Решение системы уравнений и получение численного ответа — 2 балла

Задача 3. Диссоциация. Идеальный двухатомный газ, находящийся в герметичном сосуде объемом V_0, нагревают от температуры T_0 до температуры $2T_0$, в результате чего он полностью диссоциирует на атомы. При этом степень диссоциации газа (доля распавшихся молекул) в указанном диапазоне прямо пропорциональна его температуре. Изобразите этот процесс в осях p-V, V-T и ν-p, где p, V, T и ν – давление, объем, температура и количество вещества, соответственно.

Возможное решение

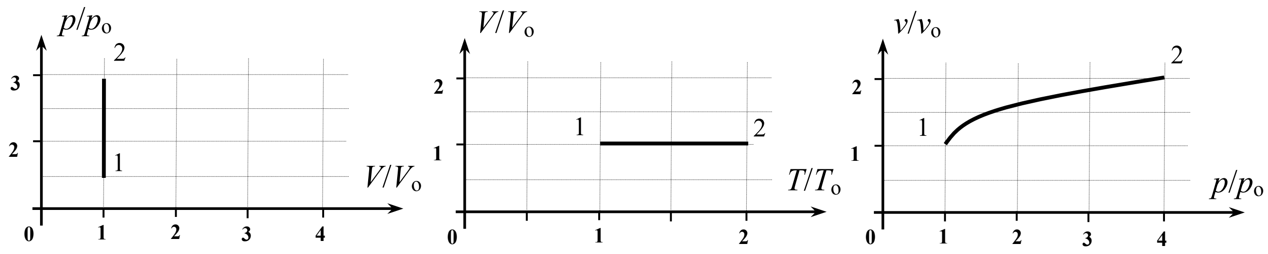
Степень диссоциации $\alpha = T/\left(2T_0\right)$. Тогда $pV_0 = \nu_0\left(1+\alpha\right)RT$, где ν_0 – количество вещества в молекулярном состоянии.

Дважды записав уравнение Менделеева-Клапейрона для начального и конечного состояния:

$p_0V_0 = \dfrac{3}{2}\nu_0 RT_0$ и $p_кV_0 = 4\nu_0 R2T_0$, получим $p_к = \dfrac{8}{3}p_0$.

С учетом того, что объем сосуда не изменяется, получим $\dfrac{p}{p_0} = \dfrac{4}{3}\left(\left(\dfrac{\nu}{\nu_0}\right)^2 - \dfrac{\nu}{\nu_0}\right)$. Решая квадратное уравнение получим $\nu = \dfrac{\nu_0}{2}\left(1+\sqrt{1+\dfrac{3p}{p_0}}\right)$.

Искомые зависимости имеют вид:



Критерии оценивания

1. Записано уравнение для начального состояния идеального газа — 1 балл
2. Записано уравнение для конечного состояния идеального газа — 1 балл
3. Найдено конечное давление — 1 балл
4. Построен график на осях p-V — 1 балл

5. Построен график на осях *V*-*T* — 1 балл
6. Получена зависимость *v*(*p*) — 3 балла
7. Построен график на осях *v*-*p* — 2 балла

4. Поле в кубе. Проволочный каркас в форме куба помещен в однородное магнитное поле, модуль индукции которого изменяется со временем по закону $B_0 = kt$, где $k > 0$. Сопротивления каждого из ребер равно *R*. Длина ребра *a*. Определите направление и величину силы тока, протекающего через каждое из ребер. Рассмотрите случай, когда вектор индукции магнитного поля:

а) параллелен ребру *AE* (рис. 1);

б) параллелен малой диагонали *AC* (рис. 2).

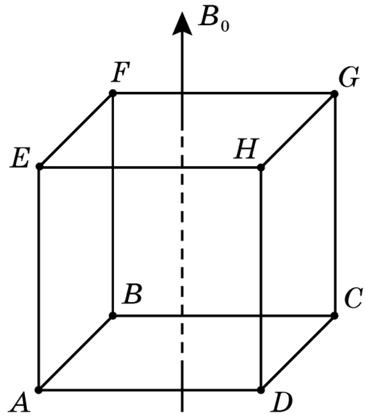


Рис. 1

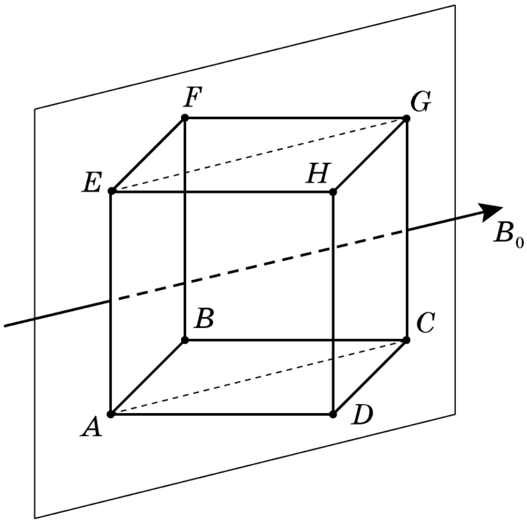


Рис. 2

Возможное решение

<u>Случай а)</u>

1. ЭДС индукции, возникающая в контурах *ABCD* и *EFGH*, $\varepsilon_i = ka^2$.
2. По ребрам *AE*, *BF*, *CG* и *DH* ток не идет.
3. Сила тока в остальных ребрах одинакова и равна $I = \dfrac{\varepsilon_i}{4R} = \dfrac{ka^2}{4R}$.

4. Направления токов показаны на рис. 1.

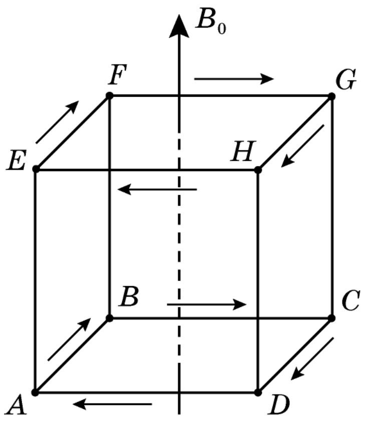


Рис. 1

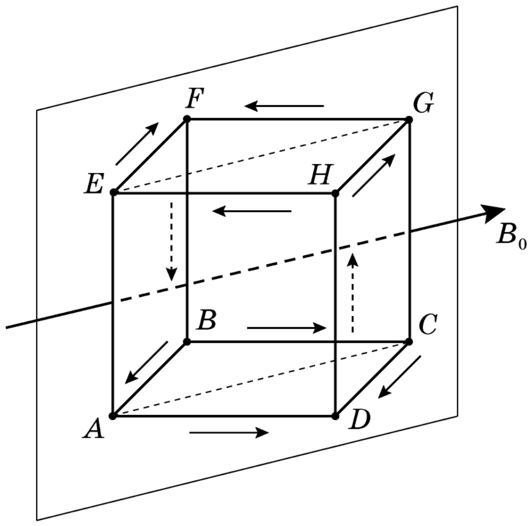


Рис. 2

<u>Случай б)</u>

1. Представим поле $\vec{B}$ как суперпозицию двух полей: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$, где $\vec{B}_1$ – параллельно ребру *AB*, а $\vec{B}_2$ – параллельно ребру *AD*. Модули векторов магнитной индукции $B_1 = B_2 = B/\sqrt{2}$.
2. Расчёт токов, создаваемых полями $\vec{B}_1$ и $\vec{B}_2$ аналогичен случаю а).
3. Сила тока в каждом из ребер определяется наложением получившихся картин.
4. В итоге, ток через ребра *AE* и *CG* не течет. Сила тока в ребрах *AB*, *AD*, *EH*, *EF*, *DC*, *CB*, *FG*, *GH* равна $I = \dfrac{ka^2}{4\sqrt{2}R}$. Сила тока в ребрах *BF* и *HD* равна $2I = \dfrac{\sqrt{2}ka^2}{4R}$.

Критерии оценивания

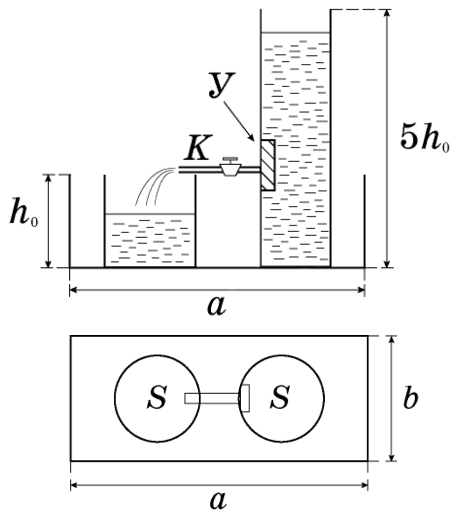
<u>Случай а)</u>

1. Найдена ЭДС индукции, возникающая в контурах *ABCD* и *EFGH*, $\varepsilon_i = ka^2$ — 1 балл
2. Указано, что по ребрам *AE*, *BF*, *CG* и *DH* ток не идет — 1 балл
3. Найдена сила тока в остальных ребрах : $I = \dfrac{\varepsilon_i}{4R} = \dfrac{ka^2}{4R}$ — 1 балл
4. Правильно определены направления токов — 1 балл

<u>Случай б)</u>

5. Указано, что ток через ребра *AE* и *CG* не течет — 1 балл
6. Найдена сила тока в ребрах *AB*, *AD*, *EH*, *EF*, *DC*, *CB*, *FG*, *GH*: $I = \dfrac{ka^2}{4\sqrt{2}R}$ 2 балла
7. Найдено, что сила тока в ребрах *BF* и *HD* равна 2*I* — 1 балл
8. Правильно определены направления токов — 2 балла

Задача 5. Из полного в порожнее (5). В прямоугольном поддоне со сторонами $a = 30$ см, $b = 20$ см и высотой бортика h_0 = 10 см стоят цилиндрические сосуды с площадью основания S = 100 см^2 каждый (см. рисунок). Высота первого сосуда h_0, а второго $5h_0$. Дно поддона шероховатое. В высокий сосуд через отверстие в стенке вставлена тонкая трубка с краном *К*, второй конец которой лежит на стенке низкого сосуда. В этом положении трубка горизонтальна. Первоначально в низком сосуде и поддоне воды нет, а уровень воды в высоком сосуде равен $5h_0$. В момент времени t = 0 кран *К* открывают. Благодаря наличию устройства *У*, уровень воды в высоком сосуде понижается с постоянной скоростью υ = 1,0 мм/с. Постройте график зависимости отношения давлений $\alpha = p_2/p_1$ от времени t после открывания крана, (p_1 – давление низкого сосуда, а p_2 – давление высокого сосуда на дно поддона) для диапазона времен $0 < t < 500$ с.

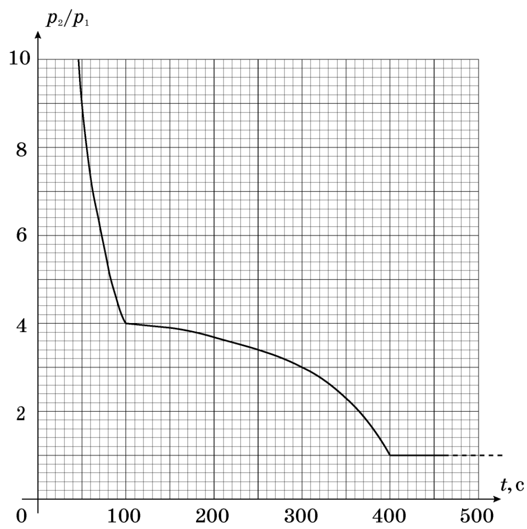


Возможное решение

Так как площади сечения сосудов одинаковы, уровень воды h_1 в низком сосуде повышается с той же скоростью, с какой понижается уровень воды h_2 в высоком сосуде:

$$h_1 = \upsilon t; \qquad h_2 = 5h_0 - \upsilon t.$$

Заполнение низкого сосуда происходит в течение времени $t_1 = h_0/\upsilon = 100$ с (1) после открытия крана и давление, оказываемое низким сосудом на дно поддона, равномерно возрастает $p_1(t) = \rho g h_1 = \rho g \upsilon t$. В то же время давление, оказываемое высоким сосудом на дно поддона, равномерно убывает $p_2(t) = \rho g(5h_0 - \upsilon t)$. В интервале времени $0 < t < 100$ с отношение давлений $\alpha(t) = p_2(t)/P_1(t) = (5h_0/\upsilon t) - 1$, т.е. уменьшается по гиперболическому закону от бесконечности при $t = 0$ до $\alpha = 4$ при $t = t_1 = 100$ с. В интервале времени $100 < t < 400$ с вода выливается в поддон, подтекает под сосуды и на них действует возрастающая со временем сила



Архимеда $F_A = \rho g V = \rho g S z$, где z – уровень воды в сосуде. Зависимость z от времени для $t > t_1$ находится из условия равенства объема вылившейся из высокого сосуда воды $V = \upsilon(t - t_1)S$ и объема воды, заполняющей поддон. Площадь поверхности воды в поддоне равна площади дна поддона минус удвоенная площадь сечения сосудов, следовательно, объем воды в поддоне $V = z(ab - 2S)$.

Приравнивая объемы, получаем

$z = (\upsilon(t - t_1)S)/(ab - 2S)$ (2)

Давление низкого сосуда на дно поддона определяется выражением

$p_1(t) = \rho g h_0 - F_A/S = \rho g(h_0 - z)$ (3)

Давление высокого сосуда определяется выражением

$p_2(t) = \rho g(5h_0 - \upsilon t) - F_A/S = \rho g(5h_0 - \upsilon t) - \rho g z$ (4)

Подставляя в (1) – (4) численные значения известных величин, получаем выражение для зависимости отношения давлений от времени (в интервале $100 < t < 400$ с) в виде:

$\alpha(t) = p_2/p_1 = (5250 - 12{,}5t)/(1250 - 2{,}5t)$ (5)

Подставляя в (5) $t = 100$ с, получаем $\alpha = 4$, а при $t = 400$ с $\alpha = 1$.

График зависимости $\alpha(t)$ представлен на рисунке.

Критерии оценивания

1.	Определено время t_1 заполнения низкого сосуда	0,5 балла
2.	Определена зависимость $p_1(t)$ от времени при $t < 100$ с	0,5 балла
3.	Определена зависимость $p_2(t)$ от времени при $t < 100$ с	0,5 балла
4.	Определена зависимость $\alpha(t)$ от времени при $t < 100$ с	1 балл
5.	Определено время t_2 прекращения переливания воды	0,5 балла
6.	Определена зависимость $p_1(t)$ от времени при $100 < t < 400$ с	1 балл
7.	Определена зависимость $p(t)$ от времени при $100 < t < 400$ с	1 балл
8.	Определена зависимость $\alpha(t)$ от времени при $100 < t < 400$ с	2 балла
9.	Представлен правильный график зависимости $p(t)$	3 балла

- Подписаны оси и указаны единицы измерения, выбран удобный масштаб с равными делениями — 0,5 балла
- Наличие трех участков на графике — 0,5 балла
- Правильно отражен характер зависимостей на участках — 1 балл
- Верно нанесены характерные точки изломов — 1 балл