ВАРИАНТ-1-2023

Задача 1.

Колонна бегущих спортсменов, имеющая длину L, движется с постоянной скоростью по обочине шоссе. Машина с тренером обгоняет колонну, двигаясь с втрое большей скоростью. Каждый спортсмен, с которым поравнялась машина, разворачивается и бежит в обратном направлении с прежней скоростью. Какой будет длина колонны, когда развернется последний спортсмен?

Решение.

Скорость машины относительно бегущих в исходном направлении спортсменов равна $2V$, где V — скорость спортсменов. Поэтому время разворота колонны составит $L/(2V)$. За это время первый развернувшийся пробежит $L/2$ в обратном направлении, а последний развернувшийся пробежит $L/2$ в исходном направлении. Поскольку перед началом разворотов первого и последнего разделяла дистанция L, длина новой колонны будет $L+L/2+L/2=2L$.

Возможно и более короткое решение. За время разворота колонны первый развернувшийся спортсмен удалится от машины на расстояние $4V*L/(2V)=2L$. Это и будет длина развернувшейся колонны

Ответ: $2L$.

Задача 2.

Частица начинает движение из точки x=0 в положительном направлении оси x. Координата x и скорость V_x частицы в ходе движения оказываются связанными соотношением $x = AV_X + B$, где A=-2с^2/м, B=2 м. Через какое время частица вернется в точку x=0?

Решение.

Данная в условии связь координаты и скорости соответствует движению с постоянным ускорением. Сопоставляя эту связь с формулой

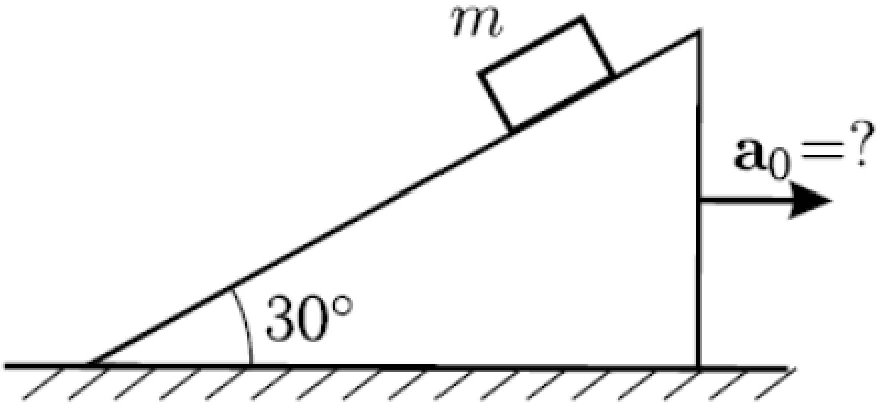
$$V_x^2 - V_{0x}^2 = 2a_x\Delta x,$$

находим a_x=-0,25 м/с^2, V_{0x}=1м/с. Следовательно, частица вернется в точку x=0 через 8 с.

Ответ: 8 с.

Задача 3.

С каким ускорением a_0 нужно двигать по горизонтали клин с углом при основании 30° (см. рисунок), чтобы кубик массой m давил на клин с силой mg/2 (g — ускорение свободного падения)? Трение между кубиком и клином отсутствует.



Решение.

Напишем второй закон Ньютона для кубика в проекции на ось $\boldsymbol{x}$, перпендикулярную наклонной плоскости клина (g — ускорение свободного падения):

$$ma_x = N - mg\cos\alpha.$$

Учитывая кинематическую связь, т. е. то, что кубик не отрывается от клина в процессе движения, свяжем проекцию ускорения кубика a_x с ускорением клина a_0:

$$a_x = -a_0 \sin\alpha.$$

Подставляя эту формулу в первое соотношение и используя, что $N = mg/2$,

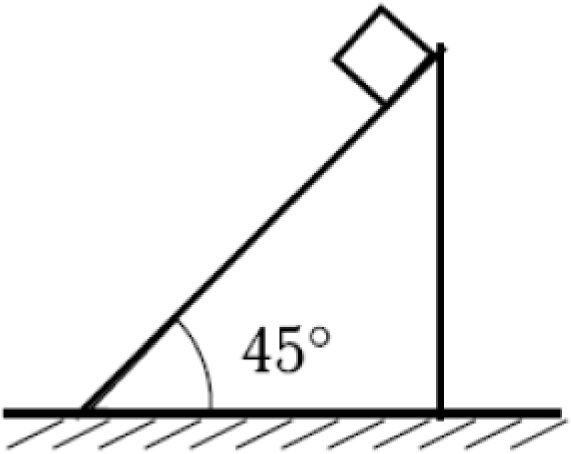
находим ускорение клина:

$$a_0 = g(\sqrt{3} - 1).$$

Ответ: $g(\sqrt{3} - 1)$.

Задача 4.

С каким горизонтальным ускорением нужно двигать гладкий клин с углом 45° при основании (см. рисунок), чтобы время соскальзывания небольшого тела с вершины до основания клина оказалось вдвое больше, чем время соскальзывания по неподвижному клину?



Решение.

Из второго закона Ньютона для тела следует, что проекция его ускорения на неподвижную ось, параллельную наклонной плоскости клина, не зависит от ускорения клина и равна $g\sin 45°$, где g — ускорение свободного падения. Из условия неотрывности тела от клина следует равенство проекций ускорений тела и клина на неподвижную ось, перпендикулярную наклонной плоскости клина. Обозначив ускорение клина через b, записываем эту проекцию как $b\cos 45°$. Две указанные проекции ускорения тела на взаимно перпендикулярные оси определяют полный вектор ускорения тела. Рассмотрим далее движение тела вдоль вертикальной оси. Вдоль этой оси пройденный путь одинаков при неподвижном и горизонтально движущемся клине. Из условия, что времена движения отличаются вдвое, следует, что ускорение вдоль вертикальной оси при подвижном клине в 4 раза меньше. Таким образом,

$g\ \sin 45° \cos 45° - b \cos 45° \sin 45° = (1/4) g \sin 45° \cos 45°$.

Отсюда находим $b = (3/4)g$. Задачу можно решить и другими способами, например, в неинерциальной системе отсчета, связанной с клином, или отыскивая смещение тела вдоль неподвижной оси, параллельной наклонной плоскости клина.

Ответ: $(3/4)g$

Задача 5.

Пустой цилиндрический стакан с толстыми стенками и тонким дном плавает в цилиндрическом сосуде с водой, погрузившись на половину своей высоты h**.** В стакан наливают некоторое количество масла, плотность которого составляет 0,8 от плотности воды. В результате уровень воды в сосуде повысился на $h/4$. Найти разницу между уровнем воды в сосуде и уровнем масла в стакане. Толщина стенок стакана в 5 раз меньше его внутреннего радиуса, а внешнее сечение стакана в 2 раза меньше сечения сосуда.

Решение.

Обозначим через $\boldsymbol{x}$ смещение стакана вниз относительно сосуда после того, как в стакан налили масло. При этом объём воды Sx (S — внешнее сечение стакана) вытесняется в кольцевой слой толщиной $h/4$ над «старым» уровнем воды в сосуде, т. е. выполняется равенство

$Sx=(2S-S)\ h/4/$

Отсюда находим, что $x=h/4$ и, следовательно, стакан погрузился до краев. Запишем теперь условия плавания для пустого стакана и стакана с маслом:

$m_{ст}g=\rho_в S(h/2)g,$

$(m_{ст}+ m_М)\ g=\rho_в Shg.$

Здесь $m_{ст}$ — масса стакана, $m_М$ — масла, а $\rho_в$ — плотность воды. Вычитая из нижнего равенства верхнее, получим, что

$m_М=\rho_в Sh/2.$

Выразим в этой формуле внешнее сечение стакана S через его внутреннее сечение S_1 учитывая, что внутренний радиус R_1 составляет 5/6 от внешнего радиуса R:

$S=(36/25)\ S_1,$

$m_М=(18/25)\ \rho_в S_1 h$

Выражая плотность воды через плотность масла, получаем

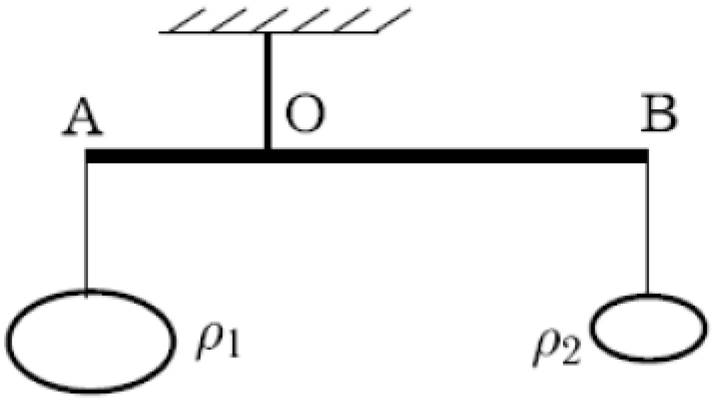
$m_{\text{М}}=0{,}9\ \rho_{\text{М}} S_1 h,$

откуда ясно, что разница между уровнями воды в сосуде и масла в стакане равна $0{,}1\ h$**.**

Ответ: $0{,}1\ h$

Задача 6.

Два тела уравновешены на невесомом стержне AB с отношением плеч AO:OB = 1:2 (см. рисунок). После того, как тела полностью погрузили в воду, для сохранения равновесия стержня их пришлось поменять местами. Найти плотности тел ρ_1 и ρ_2, если ρ_2 / ρ_1=2,5. Плотность воды считать известной.



Решение.

Запишем условие равновесия стержня до погружения тел в воду

$\rho_1 V_1 = 2\rho_2 V_2$

и после их погружения

$2(\rho_1 - \rho_0)\ V_1 = (\rho_2 - \rho_0)\ V_2$.

Здесь V_1. V_2. - объёмы тел, а ρ_0 — плотность воды. Отыскивая из первой формулы отношение объёмов тел

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{2\rho_2}{\rho_1} = 5,$$

подставляем его во вторую формулу и приходим к уравнению

$10\rho_1 - \rho_2 = 9\rho_0$.

Решая это уравнение совместно с условием ρ_2 / ρ_1=2,5, окончательно находим ρ_1=1,2 ρ_0, $\rho_2 = 3\rho_0$.

Ответ: ρ_1=1,2 ρ_0 и $\rho_2 = 3\rho_0$

Задача 7.

Три тела с одинаковыми массами и одинаковыми удельными теплоёмкостями нагреты до разных температур. Если первое тело привести в тепловой контакт со вторым телом, то устанавливается температура T_1**.** Если первое тело привести в контакт не со вторым, а с третьим телом, то установится температура T_2**.** Если же в контакт привести второе и третье тела с их первоначальными температурами, то устанавливается температура T_3. Какой будет установившаяся температура, если в тепловой контакт привести все три тела с их первоначальными температурами?

Решение.

Обозначим начальные температуры первого, второго и третьего тел соответственно t_1, t_2, t_3, а искомую установившуюся температуру Θ. Уравнение теплового баланса для случая, когда в контакт привели все три тела, имеет вид

$C(t_1 - \Theta) + C(t_2 - \Theta) + C(t_3 - \Theta) = 0,$

где C — теплоёмкость тела. Отсюда находим $\Theta = (t_1 + t_2 + t_3)/3$.

Записывая далее уравнения теплового баланса для описанных в условии попарных тепловых контактов тел, находим, что

$t_1 + t_2 + t_3 = T_1 + T_2 + T_3$.

Таким образом, искомая температура равна $\Theta = (T_1 + T_2 + T_3)/3$.

Ответ: $(T_1 + T_2 + T_3)/3$

Задача 8.

Оценить плотность насыщенного водяного пара, если его давление составляет половину атмосферного.

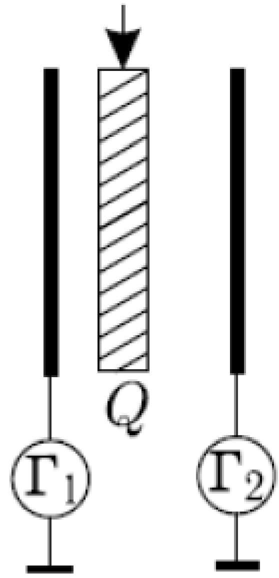
Решение.

Плотность пара $\rho = m/V$ выражаем из уравнения Клапейрона-Менделеева как $\rho = pM/(RT)$. Температуру пара $\boldsymbol{T}$ для оценки возьмем равной температуре кипения воды при атмосферном давлении 373^0 К. Действительно, при $\boldsymbol{T} = 373^0$ К давление насыщенного пара равно атмосферному, а при комнатной температуре ($T \sim 300^0$ К) давление насыщенного пара много меньше атмосферного, и не будет большой ошибкой считать, что давление в половину атмосферного достигается при температурах, близких к 373^0 К. Учитывая также, что $M = 0{,}018$ кг/моль, p=50кПа, $R = 8{,}31$ Дж/(К-моль), находим $\rho \approx 0{,}3$ кг/м^3.

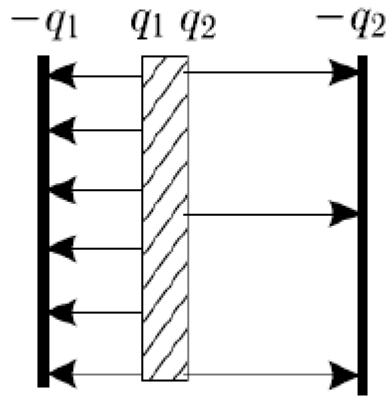
Ответ: 0,3 кг/м^3

Задача 9.

Обкладки конденсатора соединены с землей через гальванометры Г1 и Г2 (см. рисунок). Какие заряды пройдут через гальванометры, если между обкладками вставить заряженную металлическую пластину? Заряд пластины $Q > 0$, толщина ее в четыре раза меньше расстояния между обкладками, а расстояние от первой обкладки до пластины равно толщине пластины.



Решение.

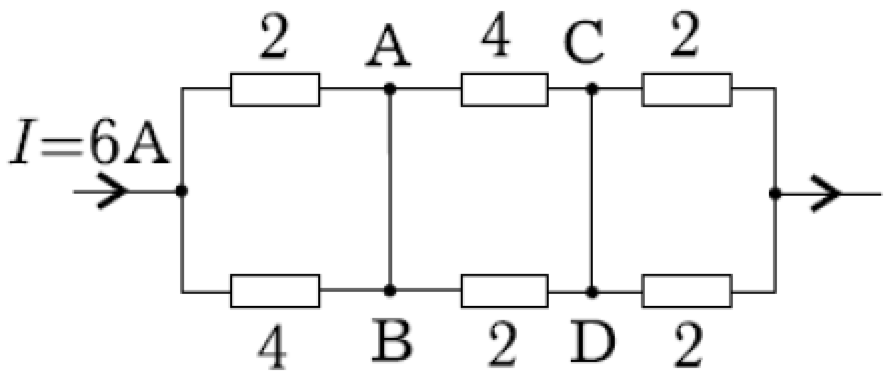


Поскольку обкладки заземлены и тем самым соединены между собой, то разность потенциалов между ними будет равна нулю. Кроме того, не будет силовых линий электрического поля, идущих от обкладок к земле. Следовательно, на внешних сторонах обкладок заряды не появятся. На внутренние стороны обкладок

придут с земли отрицательные заряды, равные по величине и противоположные по знаку зарядам на соответствующих сторонах пластины (см. рисунок). Чтобы обеспечить нулевую разность потенциалов между обкладками, напряжённость поля в левом (меньшем) зазоре должна быть в два раза больше, чем в правом (большем). Значит, и заряд Q пластины распределится на ее плоскостях в той же пропорции («число» силовых линий электрического поля пропорционально заряду, на котором эти линии начинаются): $q_1=2\ q_2$. Учитывая, что $q_1+\ q_2 = Q$, находим $\boldsymbol{q}_1 = 2Q/3$, $q_2 = Q/3$- Следовательно, через гальванометр $\Gamma 1$ на пластину 1 с земли пройдет заряд —$2Q/3$**,** а через $\Gamma 2$ на пластину 2 — заряд —$Q/$**3.**
Ответ: *2Q/3 и Q/***3.**

Задача 10.

Через участок цепи, приведенный на рисунке, протекает ток 6 А. Значения сопротивлений резисторов, из которых собран участок, даны в Омах, сопротивления перемычек AB и CD пренебрежимо малы. Найти напряжение на участке AC.



Решение.

Токи в каждой паре параллельно соединенных сопротивлений распределяются обратно пропорционально этим сопротивлениям. Поэтому к точке A слева течет ток 4 A, а вправо от нее (к точке C) уходит ток 2 A. Следовательно, по перемычке AB в направлении от A к B протекает ток 2 A. Рассуждая аналогично для точки C, находим, что ток в перемычке CD равен 1 A и течет от D к C. Напряжение на участке AC равно 8 В.

Ответ: 8 В

ВАРИАНТ-2-2023

Задача 1.

По сторонам шоссе в одном направлении двигаются две колонны спортсменов — колонна бегунов и колонна велосипедистов. У бегунов скорость 20 км/ч и интервал в колонне 20 м, а у велосипедистов — соответственно 40 км/ч и 30 м. С какой скоростью должен перемещаться по шоссе наблюдатель, чтобы каждый раз, когда его догоняет велосипедист, сам наблюдатель догонял бы очередного бегуна?

Решение.

Пусть V — скорость, с которой наблюдатель движется по шоссе. Тогда его скорость относительно любого бегуна равна $(V$-20) км/ч, а скорость любого велосипедиста относительно наблюдателя составляет (40-V) км/ч. Бегунов наблюдатель догоняет через промежутки времени

$$\Delta t_1 = \frac{0,02}{V-20},$$

а велосипедисты догоняют наблюдателя через

$$\Delta t_2 = \frac{0,03}{40-V}.$$

По условию задачи, промежутки времени Δt_1 и Δt_2 должны быть равными:

$$\frac{0,02}{V-20} = \frac{0,03}{40-V},$$

откуда V=28 км/ч.

Ответ: 28 км/ч

Задача 2.

Две частицы одновременно начинают равноускоренное движение вдоль одного направления из одной точки. Первая частица имеет начальную скорость V_0 и ускорение a_1, а вторая — нулевую начальную скорость и ускорение a_2, причем $a_2 > a_1$. Через какое время после начала движения вторая частица догонит первую?

Решение.

В момент времени t_1, когда первая частица удалится от второй на максимальное расстояние, скорости частиц станут равными, т.е.

$$V_0 + a_1 t_1 = a_2 t_2.$$

Выражая отсюда t_1, находим максимальное расстояние по формуле

$$S_{\max} = V_0 t_1 + \frac{a_1 t_1^2}{2} - \frac{a_2 t_1^2}{2}.$$

Время t_2, через которое вторая частица догонит первую, находим из условия

$$V_0 t_2 + \frac{a_1 t_2^2}{2} = \frac{a_2 t_2^2}{2}.$$

Максимальное расстояние, на которое первая частица обгонит вторую, равно

$$\frac{V_0^2}{2(a_2 - a_1)}.$$

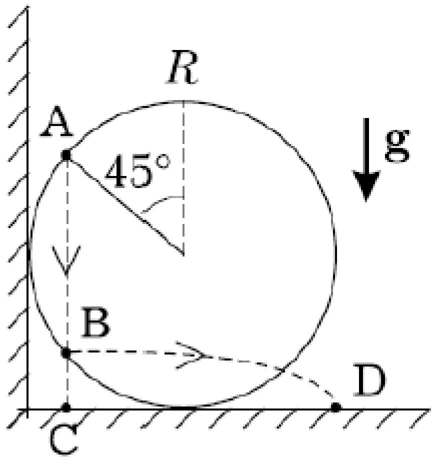
Вторая частица догонит первую через время

$$\frac{2V_0}{a_2 - a_1}.$$

Ответ: $2V_0 / (a_2 - a_1)$

Задача 3.

Небольшой груз прикреплен к невесомому жесткому обручу радиусом R. Обруч удерживается в положении, показанном на рисунке. На каком расстоянии от своего первоначального положения груз коснется горизонтальной плоскости после освобождения обруча? Трением пренебречь.



Решение.

Так как обруч невесом, то после освобождения системы ни со стороны стенки, ни со стороны пола на обруч не будут действовать силы, и груз будет падать с ускорением свободного падения g. Это легко понять, поскольку, если бы силы возникали, их моменты приводили бы к бесконечно большому угловому ускорению обруча относительно оси, проходящей через точку прикрепления к нему груза. Когда груз долетит, поворачивая обруч, до точки B (см. рис.), произойдет ударное взаимодействие груза через обруч со стенкой и полом. Действующие со стороны стенки и пола ударные силы будут равны по абсолютной величине и пройдут через центр обруча (только в момент удара становится существенным, что нет трения). Поскольку удар абсолютно упругий, значение скорости из-за удара не меняется.

Ударные силы не могут изменить и тангенциальную к обручу компоненту скорости груза, нормальная же компонента изменяет свое направление на обратное. В результате после удара скорость груза в точке В будет направлена горизонтально. Дальнейшее его движение можно рассматривать как полёт горизонтально брошенного тела, поскольку сила со стороны пола будет возникать лишь в моменты касания груза с полом. Расчет расстояния от точки А до точки D первого касания груза с полом не представляет сложностей:

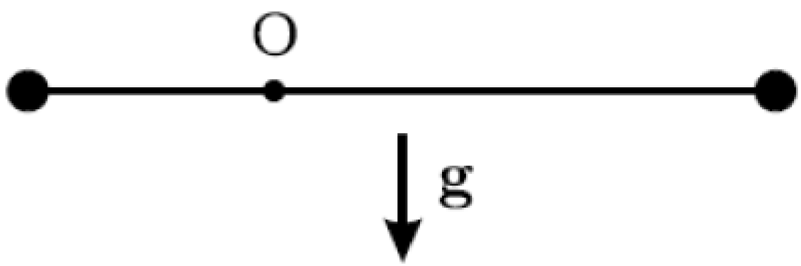
$$AD = \sqrt{AC^2 + CD^2}, \quad AC = R(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}), \quad CD = Vt,$$

$$V = \sqrt{2gR\sqrt{2}}, \quad t = \sqrt{R(2 - \sqrt{2})/g} \quad AD = R\sqrt{5\sqrt{2} - 2,5}$$

Ответ: $R\sqrt{5\sqrt{2} - 2,5}$

Задача 4.

Два шарика с одинаковой массой m закреплены на концах легкого стержня длиной $\boldsymbol{L}$, который может вращаться вокруг горизонтальной оси O (см. рисунок). Ось делит стержень в отношении 1:2. Вначале стержень удерживают в горизонтальном положении, а затем освобождают. Найти угол поворота стержня к моменту, когда вертикальная компонента силы действия стержня на ось равна $\mathbf{2}mg$, где g — ускорение свободного падения. Чему в этот момент равна горизонтальная компонента силы действия стержня на ось?



Решение.

Радиусы окружностей, по которым движутся шарики, отличаются вдвое, поэтому тангенциальное и нормальное, а значит, и полное ускорение шарика, движущегося по окружности большего радиуса, в любой момент времени в два раза больше ускорения другого шарика; векторы полных ускорений шариков всегда противоположны. В интересующий нас момент времени векторы полных ускорений, очевидно, горизонтальны, откуда для любого шарика следует связь между его нормальным a_n и тангенциальным a_t ускорениями: $a_n \sin a = a_t \cos a$, где a — угол поворота стержня. Находя угловую скорость стержня ω из закона сохранения энергии, определяем нормальные ускорения шариков:

(2/5)g sin***a*** и (4/5)g sin***a*.** Тангенциальные ускорения шариков находим, записывая второй закон Ньютона для каждого шарика в проекции на тангенциальное направление и учитывая, что из-за невесомости стержня тангенциальные упругие силы, действующие на шарики, отличаются вдвое. В итоге для тангенциальных ускорений получаем значения (1/5)*g* cos***a*** и (*2/5*)*g* cos***a*.** Тангенс угла поворота стержня находим как

$$tg\alpha = a_t / a_n = 1/\sqrt{2},$$

т. е. ***a*** ≈ 35°. Горизонтальная компонента силы в этот момент равна (3/5)m g sin*a* cos*a*.

Ответ: (3/5)m g sin*a* cos*a*

Задача 5.

В цилиндрический сосуд с площадью основания S**,** частично заполненный водой, пустили плавать шар объема V с полостью внутри, так что шар погрузился наполовину. На сколько повысился уровень воды в сосуде? Как изменится уровень воды в сосуде после заполнения полости ($V_{полости} = 0{,}4V$**)** водой из этого же сосуда? Какая часть шара будет выступать из воды после заполнения полости?

Решение.

Проще всего задачу решить из рассмотрения сил, действующих на содержимое цилиндрического сосуда. До помещения в сосуд шара сила притяжения воды к земле mg уравновешивалась силой реакции дна $\boldsymbol{F}_{д}$ (стенки цилиндра не участвуют в уравновешивании вертикальных сил):

$mg=\boldsymbol{F}_{д}=\rho_0 Shg,$

где m — масса воды в сосуде, ρ_0 — ее плотность, h — высота уровня воды. Когда в цилиндр поместили плавающий шар, то увеличилась как сила тяжести, так и сила реакции (но онипо-прежнему уравновешиваются):

$(m+m_{ш})\ g=\boldsymbol{F}_{д}{}^{1}=\rho_0 Sh^{\ 1}g,$

где $h^{\ 1}$ — высота нового уровня воды. Учитывая, что масса шара $m_{ш} = \rho_0 V/2$— (он погрузился наполовину), и вычитая из второго равенства первое равенство, находим, что

$h^1\text{-}h=V/(2S).$

Объем выступающей после заполнения полости части шара может быть найден приравниванием силы Архимеда и силы тяжести шара с водой внутри:

$\rho_0\ \ g\ V_{погр}=(m_{ш}+\ \rho_0 V_{полости})\ g,$

откуда, учитывая, что $m_ш = \rho_0 V/2$, а $V_{полости} = 0{,}4V$, находим объём погруженной части шара:

$V_{погр}=0{,}9\ V$.

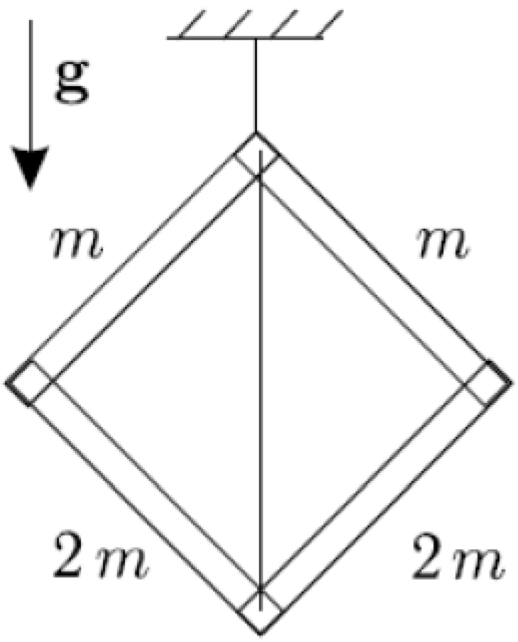
Таким образом, над водой будет выступать одна десятая объёма шара.

Рассуждения, использованные для нахождения разности $h^1 - h$, показывают, что заполнение полости в шаре водой из этого же сосуда не приведет к изменению уровня воды в сосуде. При решении не учитывалось атмосферное давление, т.к. его учет приводит к появлению одинаковых членов как в левой, так и в правой частях приведенных соотношений, т. е. не влияет на результат.

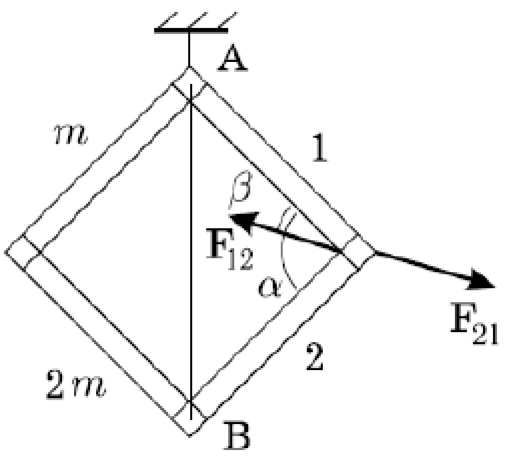
Ответ: 0,9 V

Задача 6.

Конструкция в виде квадрата из четырех шарнирно соединенных жестких стержней подвешена за одну из вершин (см. рисунок). Найти силу натяжения нити, скрепляющей противоположные вершины квадрата. Массы стержней указаны на рисунке.



Решение.



Обозначим стержни правой половины конструкции через 1 и 2 (см. рисунок). Записывая условия равенства нулю суммы моментов сил, действующих на стержни (для первого – относительно точки A, для второго – относительно точки B) и учитывая, что второй вдвое тяжелее первого, получаем

$\sin\alpha = 2\sin\beta$.

Поскольку $\alpha+\beta=\pi/2$, то

$\sin\alpha = 2/\sqrt{5}, \quad \cos\alpha = 1/\sqrt{5}$

Из условия равновесия любого из стержней, например 2-го, которое можно записать в виде
$F_{12}\, L \sin\alpha = 2mg(L/2)\cos 45^0$
(L – длина стержня), находим
$F_{12} = F_{21} = mg\sqrt{10}/4.$

Приравнивая нулю сумму сил, действующих по вертикали на систему из двух нижних стержней, находим силу натяжения нити
$F = 4mg - 2F_{12}\sin(\alpha - 45^0) = mg(4 - (\sqrt{10}/2)\sin(\alpha - 45^0)) = 3{,}5mg$

Ответ: 3,5 mg

Задача 7.

Медный шарик, нагретый до 50° С, после погружения в прорубь за 10 с охладился до 25° С. За сколько секунд охладится до 25° С медный цилиндр, имеющий ту же массу и ту же начальную температуру? Высота цилиндра равна его радиусу.

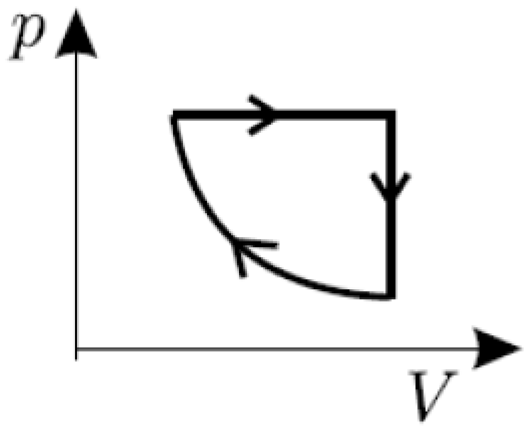
Решение.

Поскольку скорость теплообмена пропорциональна площади тела, то отношение времен остывания цилиндра и шарика (при равенстве их масс и удельных теплоёмкостей, а также начальных и конечных температур) будет обратно пропорционально отношению площадей их поверхностей. Таким образом, для времени остывания цилиндра получаем $\boldsymbol{t} = 10\ (4\pi R^2)/(4\pi r^2)$, где r — радиус цилиндра. Из равенства объёмов шарика и цилиндра следует, что $\boldsymbol{r} = R(4/3)^{1}/^{3}$. Окончательно получаем $\boldsymbol{t} = 10\ (3/4)^{2}/^{3} \approx 8{,}3$ с.

Ответ: 8,3 с

Задача 8.

Идеальный одноатомный газ совершает цикл, состоящий из изобары, изохоры и изотермы (см. рисунок). Подведённое к газу на изобарном участке количество теплоты равно 15 Дж, а работа газа за цикл 7 Дж. Найти работу газа на изотермическом участке.



Решение.

Из первого принципа термодинамики для изобарного участка следует, что работа газа на этом участке составляет 2/5 от подведенного на этом же участке количества теплоты, т. е. 6 Дж. Поскольку на изохорном участке работа не совершается, то искомая работа на изотермическом участке равна разнице между работой газа за цикл и найденной работой газа на изобарном участке, т. е. 1 Дж.

Ответ: 1 Дж

Задача 9.

Какую работу совершат электрические силы, если плоский конденсатор ёмкостью $\boldsymbol{C}$, заряженный до разности потенциалов $\boldsymbol{U}$, вдвинуть в короткозамкнутый конденсатор вдвое меньшей ёмкости (с той же площадью пластин)?

Решение.

После внесения в короткозамкнутый конденсатор поле между пластинами внесенного конденсатора уменьшается вдвое, такое же по величине и противоположно направленное поле возникает в зазорах между пластинами внесенного и короткозамкнутого конденсаторов. Конечная электрическая энергия системы в два раза меньше начальной энергии заряженного конденсатора, поэтому работа электрических сил равна $CU^2/4$.

Ответ: $CU^2/4$

Задача 10.

Имеется источник питания напряжением18 В и три вольтметра. При подключении к источнику последовательно соединенных 1-го и 2-го вольтметров они показали напряжения 6 и 12 В соответственно. При подключении к источнику всех трех последовательно соединенных вольтметров 3-й показал 7,2 В. Каковы будут показания каждого из вольтметров, если 2-й и 3-й соединить параллельно, последовательно с ними включить 1-й а получившуюся из вольтметров цепь подключить к источнику?

Решение.

Известно, что вольтметр показывает напряжение на самом себе. По результатам первого подключения можно сделать вывод, что сопротивление 2-го вольтметра в два раза больше сопротивления 1-го (при последовательном соединении вольтметров через них идет одинаковый ток). При втором подключении напряжение на 1-м и 2-м вольтметрах вместе составляло, очевидно, (18 – 7,2) В = 10,8 В. Это напряжение должно делиться между вольтметрами в той же пропорции 1:2 (через вольтметры снова течет один и тот же ток), значит 1-й вольтметр показал 3,6 В, а 2-й 7,2 В (в сумме 10,8 В). Поскольку при втором подключении показания 2-го и 3-го вольтметров оказываются одинаковыми, то их сопротивления равны. При третьем подключении вольтметров (2-й и 3-й параллельно, 1-й последовательно с ними) все вольтметры покажут по 9 В, поскольку ток, проходящий через 1-й вольтметр, поделится поровну между 2-м и 3-м.

Ответ: 9 В, 9 В, 9 В