

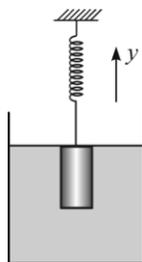
1. Оцените максимальную длину следа, который твердый «простой» карандаш может оставить на бумаге, если известно, что грифель является цилиндром радиусом 1 мм и высотой 20 см, а толщина следа постоянна и равна 6 нм.

Примечание: объём V цилиндра рассчитывается по формуле $V = \pi r^2 h$, где r — радиус цилиндра, h — его высота, $\pi \approx 3,14$.

2. Ахиллес преследует черепаху. В момент начала движения черепаха находится на 1000 шагов впереди Ахиллеса, а затем ползёт от Ахиллеса по прямой с постоянной скоростью. Ахиллес пробегает первые 1000 шагов с постоянной скоростью 200 шагов в минуту и видит, что черепаха за это время уползла на 100 шагов. Поняв, что так дело не пойдёт, Ахиллес ускоряется, и всё-таки настигает черепаху. Весь забег длится 5 минут 15 секунд. Чему равна средняя скорость Ахиллеса за всё время забега?

3. Рост отличника Васи 1 м 60 см, его масса 55 кг. За особые успехи в олимпиаде по физике директор школы решил изготовить статуэтку высотой 20 см, которая будет являться точной копией Васи. Первоначально статуэтку планировали сделать из золота, но так как золота оказалось недостаточное количество, решили добавить серебро. Какую часть (в процентах) общей массы статуэтки составило серебро, если масса фигурки оказалась равной 1400 г? Так как человек на 80 % состоит из воды, то можно считать плотность Васи примерно равной плотности воды. Плотность золота $19,3 \text{ г/см}^3$, плотность серебра $10,5 \text{ г/см}^3$.

4. В цилиндрический сосуд с водой опущен металлический цилиндр, подвешенный на пружине жёсткостью $k = 10 \text{ Н/м}$. Уровень воды в сосуде совпадает с положением верхней поверхности цилиндра (см. рис.). После того, как точку подвеса пружины подняли вверх на $y = 5 \text{ см}$, удлинение пружины увеличилось на $x = 2 \text{ см}$, а верхняя поверхность цилиндра оказалась на $h = 4 \text{ см}$ выше уровня воды (нижняя поверхность цилиндра всё ещё в воде). Чему равна площадь поперечного сечения сосуда? Плотность воды $\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$, ускорение свободного падения примите равным $g = 10 \text{ м/с}^2$.



5. Плотность воздуха при постоянном давлении обратно пропорциональна его абсолютной температуре T и при температуре 0°C равна $1,3 \text{ кг/м}^3$. В Васиной комнате было очень жарко — комнатный термометр показывал $+27^\circ\text{C}$. Поэтому, придя домой, Вася открыл окно, чтобы проветрить помещение, и отправился гулять. Вернувшись, он увидел, что термометр показывает всего $+10^\circ\text{C}$. Комната имеет размеры (в длину, ширину и высоту) $3,5 \text{ м} \times 4 \text{ м} \times 3 \text{ м}$. Насколько увеличилась масса воздуха в комнате после такого проветривания?

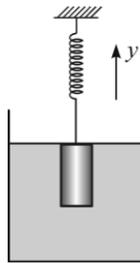
Примечание: абсолютная температура T измеряется в Кельвинах (К) и рассчитывается по формуле

$$T = t + 273 \text{ град},$$

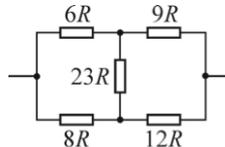
где t — температура, выраженная в градусах Цельсия.

1. На рычажных весах уравновешены вертикально расположенный однородный цилиндр и груз массой m . Цилиндр подвешен к плечу весов на легкой нити и наполовину погружен в воду, а длина плеча, к концу которого подвешен цилиндр, вдвое больше длины другого плеча. Если к грузу массой m прицепить ещё один груз такой же массой m , то равновесие будет достигнуто, если $2/3$ цилиндра будут находиться над водой. Найдите плотность ρ материала, из которого сделан цилиндр. Плотность воды равна $\rho_0 = 1,0 \text{ г/см}^3$.

2. В цилиндрический сосуд с водой опущен металлический цилиндр, подвешенный на пружине жёсткостью $k = 10 \text{ Н/м}$. Уровень воды в сосуде совпадает с положением верхней поверхности цилиндра (см. рис.). После того, как точку подвеса пружины подняли вверх на $y = 5 \text{ см}$, удлинение пружины увеличилось на $x = 2 \text{ см}$, а верхняя поверхность цилиндра оказалась на $h = 4 \text{ см}$ выше уровня воды (нижняя поверхность цилиндра всё ещё в воде). Чему равна площадь поперечного сечения сосуда? Плотность воды $\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$, ускорение свободного падения примите равным $g = 10 \text{ м/с}^2$.



3. Найдите сопротивление участка цепи, схема которого показана на рисунке, если $R = 7 \text{ Ом}$.

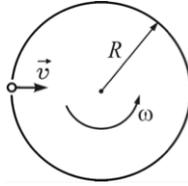


4. Литр воды имеет комнатную температуру 20°C и находится в открытом сверху тонкостенном сосуде. В воду быстро (за время меньше чем 1 с) опустили разогретую до 800°C тонкую медную плоскую пластину массой $0,64 \text{ кг}$, удерживая её клещами. Пластина лежит в вертикальной плоскости. Верхний край пластины оказался вровень с уровнем воды в сосуде. Движениями пластины воду перемешали, и сразу же опустили в воду термометр. Что он показал? Удельная теплоёмкость меди $0,38 \text{ кДж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$, воды — $4,2 \text{ кДж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$, удельная теплота парообразования воды $2,3 \text{ МДж/кг}$.

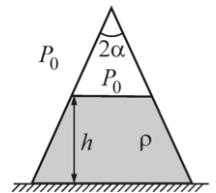
5. При нагревании или охлаждении твердые тела, как известно, изменяют свой объем. Коэффициентом объемного расширения β называется коэффициент пропорциональности между относительным изменением объема $\Delta V/V$ тела и изменением температуры этого тела Δt , то есть $\Delta V/V = \beta \Delta t$.

Стеклянный шарик с коэффициентом объемного расширения β_1 полностью погружают в жидкость сначала при температуре t_1 , а затем — при температуре t_2 . Модули сил Архимеда, действующих на шарик в этих случаях, равны, соответственно F_1 и F_2 . Определите коэффициент объемного расширения жидкости β_2 .

1. Маленький шарик влетает со скоростью v в малое отверстие в стенке полого цилиндра, вращающегося вокруг своей оси (см. рис.). Радиус R цилиндра много больше толщины его стенок. Скорость шарика перпендикулярна оси цилиндра. Какой должна быть угловая скорость вращения цилиндра ω для того, чтобы шарик вылетел наружу, не испытав соударений? Силу тяжести не учитывайте.

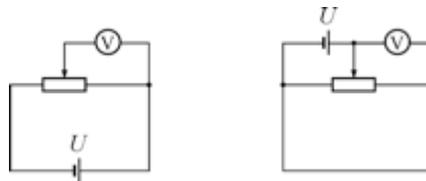


2. Полая прямая призма, сделанная из тонкого прочного листового материала, имеет высоту L , а ее основания представляют собой равнобедренные треугольники с углом 2α между боковыми сторонами. У призмы аккуратно удалили боковую грань, лежащую напротив угла 2α , и поставили призму на гладкий стол так, что упомянутый угол оказался сверху (основание призмы лежит в плоскости рисунка, ее высота перпендикулярна плоскости рисунка). Вблизи оказавшегося сверху угла проделали маленькое отверстие, и начали медленно заливать через него внутрь призмы воду плотностью ρ . В момент, когда уровень воды в призме достиг высоты h , вода начала вытекать из-под призмы. Найдите массу m призмы с удаленной гранью, считая, что давление P_0 воздуха над водой в призме и снаружи одинаково и равно атмосферному.

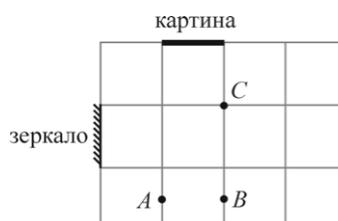


3. Литр воды имеет комнатную температуру 20°C и находится в открытом сверху тонкостенном сосуде. В воду быстро (за время меньше чем 1 с) опустили разогретую до 800°C тонкую медную плоскую пластину массой $0,64$ кг, удерживая её клещами. Пластина лежит в вертикальной плоскости. Верхний край пластины оказался вровень с уровнем воды в сосуде. Движениями пластины воду перемешали, и сразу же опустили в воду термометр. Что он показал? Удельная теплоёмкость меди $0,38$ кДж/(кг·°C), воды — $4,2$ кДж/(кг·°C), удельная теплота парообразования воды $2,3$ МДж/кг.

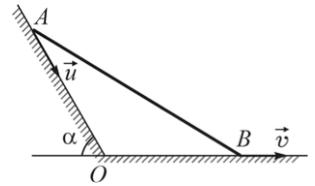
4. Из источника постоянного напряжения, реостата и вольтметра (все приборы идеальные) собрана цепь, схема которой изображена на рисунке слева. Вольтметр показывает напряжение $V_1 = 3$ В. Затем, не меняя положения движка реостата, источник подключают по-другому (рис. справа). При этом вольтметр показывает напряжение $V_2 = 15$ В, и на реостате выделяется мощность $P = 5$ Вт. Чему равно полное сопротивление реостата?



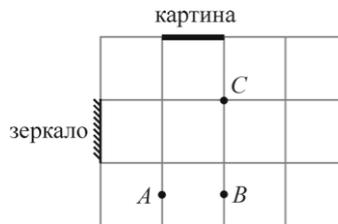
5. В прямоугольной комнате на одной из стен висит картина, а на другой — плоское зеркало (см. рис.). Из какой точки комнаты (A , B или C) можно полностью увидеть отражение картины в зеркале?



1. На двугранном угле находится тонкий стержень, нижний конец которого перемещают со скоростью v вдоль горизонтали (см. рис.). Найдите скорость u верхнего конца стержня в момент, когда $OA:OB=2:1$. Угол $\alpha=60^\circ$. Концы стержня не отрываются от поверхностей двугранного угла.



2. В прямоугольной комнате на одной из стен висит картина, а на другой — плоское зеркало (см. рис.). Из какой точки комнаты (A, B или C) можно полностью увидеть отражение картины в зеркале?



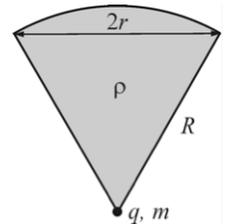
3. Аккумулятор массой 5 кг, имеющий ЭДС 5 В, опустили полностью в дистиллированную воду на прочной нити, которая оказалась натянутой с силой 5 Н. Если этому аккумулятору (без воды) сообщить количество теплоты 5 кДж, то он нагреется на 5 градусов. Когда же к этому аккумулятору подключили резистор, через него потек ток силой 5 А, напряжение на выводах аккумулятора уменьшилось на 5 %, и через 5 минут аккумулятор немного нагрелся. Найдите:

- 1) среднюю плотность ρ аккумулятора;
- 2) среднюю удельную теплоёмкость c аккумулятора;
- 3) сопротивление R резистора,
- 4) изменение температуры Δt аккумулятора после 5 минут работы с нагрузкой, если потерями теплоты можно пренебречь.

Плотность воды $\rho_0 = 1,0 \text{ г/см}^3$, ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

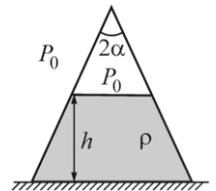
4. Герметичный теплонепроницаемый вертикальный цилиндрический сосуд разделён массивным теплонепроницаемым горизонтальным тонким поршнем, скользящим вдоль стенок без трения. В обеих частях сосуда находится один и тот же идеальный газ. Известно, что при температуре T в обеих частях сосуда поршень делит сосуд в отношении 2 : 1, считая от его верхнего торца. Если перевернуть сосуд и нагреть оказавшийся под поршнем газ до температуры $4T$, а температуру второй части оставить неизменной, то поршень вновь разделит сосуд в отношении 2 : 1, считая от верхнего торца. Чему равно отношение масс газов, разделённых поршнем?

5. Жители далекой планеты τ -Кита используют в качестве пушки устройство, которое работает на основе явления взаимодействия заряженных тел. Они вырезают из равномерно заряженного по объёму шара радиусом R сектор, ограниченный конусом с радиусом r при его основании. Объёмная плотность заряда «пушки» равна $\rho > 0$. К закреплённому оружию подносится маленькая дробинка массой m с зарядом $q > 0$, как показано на рисунке. Потом дробинку отпускают. Определите ускорение дробинки a_0 в момент сразу после ее отпускания.

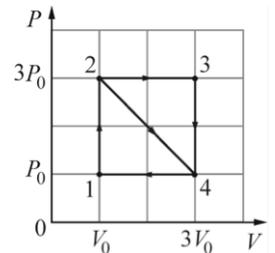


1. Волейболист Вася хочет кинуть мяч в вертикальную стену с таким расчётом, чтобы мяч вернулся к нему в руки. Вася знает, что при ударе мяч отражается от стены «зеркально» (угол падения равен углу отражения), но при этом мяч теряет половину величины своей скорости. Василий умеет запускать мяч в любом направлении со скоростью не большей, чем u_0 . Найдите максимальное расстояние от места бросания до стены, при котором он сможет осуществить задуманное. Ускорение свободного падения g . Вася не движется по спортзалу, место бросания мяча совпадает с местом, в котором Вася его ловит.

2. Полая прямая призма, сделанная из тонкого прочного листового материала, имеет высоту L , а ее основания представляют собой равнобедренные треугольники с углом 2α между боковыми сторонами. У призмы аккуратно удалили боковую грань, лежащую напротив угла 2α , и поставили призму на гладкий стол так, что упомянутый угол оказался сверху (основание призмы лежит в плоскости рисунка, ее высота перпендикулярна плоскости рисунка). Вблизи оказавшегося сверху угла проделали маленькое отверстие, и начали медленно заливать через него внутрь призмы воду плотностью ρ . В момент, когда уровень воды в призме достиг высоты h , вода начала вытекать из-под призмы. Найдите массу m призмы с удаленной гранью, считая, что давление P_0 воздуха над водой в призме и снаружи одинаково и равно атмосферному.

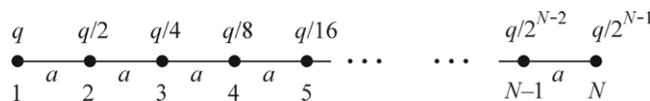


3. С одноатомным идеальным газом проводят циклы 1–2–3–4–1 и 1–2–4–1, показанные на рисунке. Найдите КПД обоих циклов. КПД какого из циклов больше и на сколько?

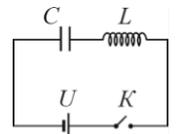


Молярная теплоёмкость одноатомного идеального газа при постоянном объёме $C_V = \frac{3}{2}R$.

4. На нерастяжимой диэлектрической нити, расположенной в вакууме, закреплены на одинаковых расстояниях a друг от друга N точечных положительных зарядов. Величины зарядов указаны на рисунке. Модуль силы натяжения участка нити между первым и вторым зарядом равен T . Чему равен модуль силы натяжения T_{23} участка нити между вторым и третьим зарядом? Чему равна величина T_{23} при $N = 2015$?



5. Из идеального источника напряжения с ЭДС U , конденсатора ёмкостью C , катушки с индуктивностью L и ключа K собрана цепь, схема которой приведена на рисунке. Изначально конденсатор не заряжен, а ключ разомкнут. Найдите максимальную силу тока в цепи и максимальный заряд конденсатора после замыкания ключа.



6. Маленькая рыбка плывет к стенке аквариума со скоростью v . Параллельно стенке аквариума расположено плоское зеркало, которое перемещается со скоростью u в сторону аквариума (см. рисунок). Чему равна скорость изображения рыбки в зеркале с точки зрения наблюдателя, находящегося в точке A , и с точки зрения рыбки? Показатель преломления воды n , стенки аквариума тонкие и прозрачные.

