

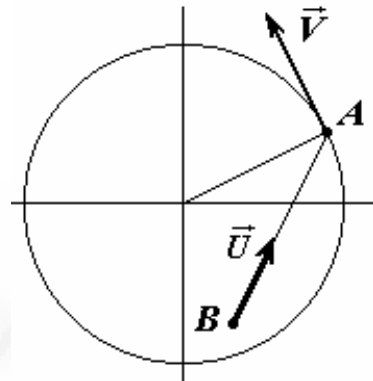


Минская городская олимпиада по физике 2003 год

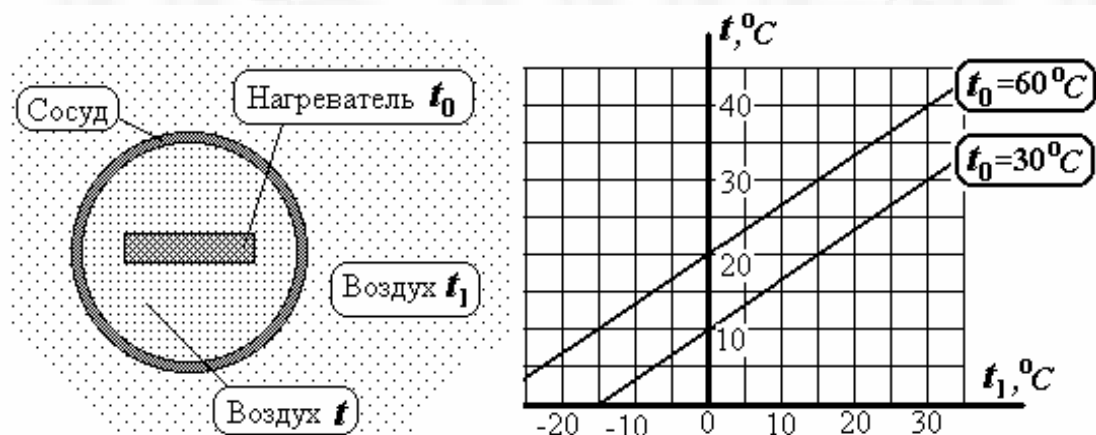
9 класс.

1. «Погоня»

Точка **A** движется по окружности радиуса R с постоянной по модулю скоростью V . Точка **B** начинает двигаться из произвольного положения с постоянной по модулю скоростью U ($|\vec{U}| < V$), причем вектор скорости точки **B**, все время направлен на точку **A**. По какой траектории будет двигаться точка **B** по прошествии достаточного длительного промежутка времени? Как будет выглядеть эта траектория в системе отсчета, связанной с точкой **A**? Чему будет равно расстояние между точками? Чему будет равна скорость точки **B** относительно точки **A**?



2. «Комната»

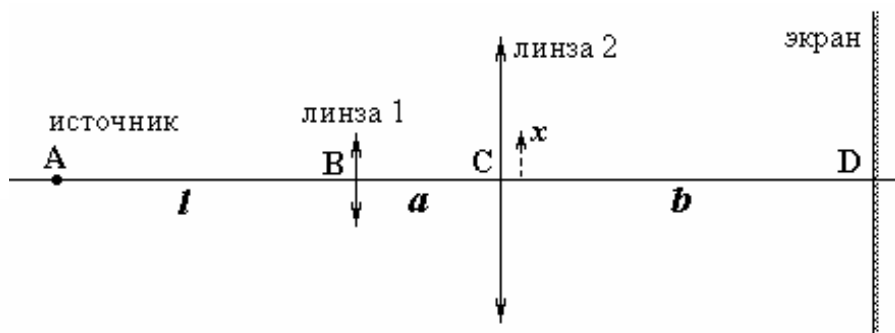


Поддержание нормальной температуры воздуха в жилых помещениях является очень важной проблемой как для жильцов, так и для работников жилищно-коммунального хозяйства. Для изучения этой проблемы проведен следующий модельный эксперимент. Внутри закрытого сосуда с воздухом разместили нагреватель, который поддерживается при постоянной температуре t_0 . Температура наружного воздуха равна t_1 . Проведены измерения зависимости температуры воздуха внутри сосуда t от наружной температуры t_1 , при двух различных значениях температуры нагревателя t_0 . Результаты этих измерений представлены на графиках.

- Сделайте разумные предположения о процессах теплопередачи, объясняющие полученные зависимости;
- постройте график зависимости температуры воздуха внутри сосуда t от наружной температуры t_1 , при температуре нагревателя $t_0 = 70^\circ\text{C}$;

в) постройте график зависимости температуры воздуха внутри сосуда t от наружной температуры t_1 , при температуре нагревателя $t_0 = 70^\circ\text{C}$, для такого же сосуда, но толщина стенок которого увеличена в два раза.

3. «Линзы»



Оптическая система состоит из двух тонких линз, главные оптические оси которых совпадают. Радиус первой линзы $r_1 = 1,0\text{см}$, радиус второй $r_2 = 3,0\text{см}$, фокусное расстояние первой $f_1 = 10\text{см}$, а второй $f_2 = 15\text{см}$. Линзы расположены на расстоянии $|BC| = a = 5,0\text{см}$ друг от друга. На оптической оси системы на расстоянии $|AB| = l = 10\text{см}$ от первой линзы расположен изотропный точечный источник света **A**, с другой стороны на расстоянии $|CD| = b = 10\text{см}$ от второй линзы расположен экран. Укажите, какие части экрана будут освещены. Как изменятся освещенные области экрана, если вторую линзу сместить на расстояние $x = 1,0\text{см}$ перпендикулярно оптической оси?

4. «Доски».

Две одинаковых доски лежат на горизонтальной поверхности, одна на другой. Масса каждой доски равна m , коэффициент трения между досками и между нижней доской и горизонтальной поверхностью равен μ . Доски связаны невесомой нерастяжимой нитью, переброшенной через легкий неподвижный блок, закрепленный на неподвижной стенке. Какую минимальную горизонтально направленную силу следует приложить к нижней доске, чтобы сдвинуть ее с места?

А какую минимальную горизонтально направленную силу следует приложить к верхней доске, чтобы сдвинуть ее с места?



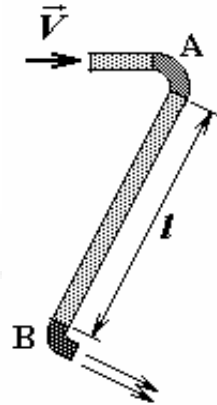


Минская городская олимпиада по физике (2003 год)

10 класс.

1. «Сифон»

Узкая трубка с площадью поперечного сечения s длиной l и массы m с помощью короткого гибкого шланга **A** соединена с горизонтально расположенной трубой такого же поперечного сечения. На нижнем конце трубы закреплена насадка **B** (масса которой m_0), изменяющая направление движения жидкости на 90° . По трубе пропускают жидкость плотности ρ , движущуюся внутри трубы со скоростью V . Найдите угол отклонения трубки от вертикали при движении жидкости.



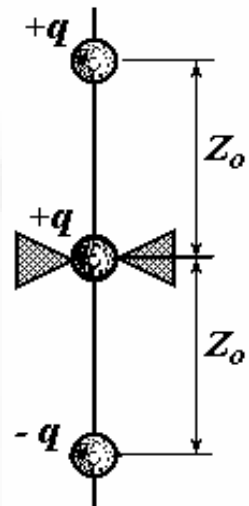
2. «Шарики»

Небольшие металлические шарики могут скользить без трения по длинному непроводящему тонкому стержню. Масса каждого шарика равна m .

1. Двум шарикам сообщили одинаковые положительные заряды $+q$, нижний шарик закрепили, а верхний отпустили. На каком расстоянии z_0 расположатся шарики?

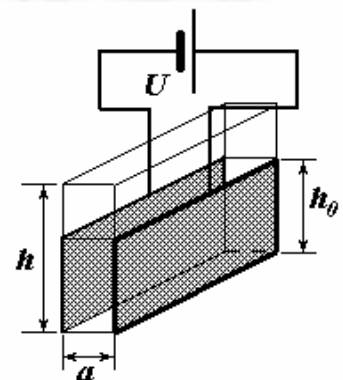
2. Двум шарикам сообщили заряды $\pm q$ одинаковые по величине, но противоположные по знаку. Верхний, положительно заряженный закрепили, а нижний отпустили. На каком расстоянии z_1 расположатся шарики?

3. Три шарика (заряды двух, верхних равны $+q$, а нижнего $-q$) расположили на расстоянии z_0 (см. п.1) друг от друга. Центральный закрепили, а крайние отпустили. На каких расстояниях



3. «Электролит»

В кювету, имеющую форму параллелепипеда высотой $h = 10\text{ см}$ и толщиной $a = 1,0\text{ см}$, вдоль ее боковых стенок поместили две металлические пластинки высотой $h_0 = 7,0\text{ см}$, подключенные к источнику постоянного напряжения $U = 220\text{ В}$. Затем кювету полностью заполнили водой, находящейся при температуре $t_0 = 20^\circ\text{ С}$. Постройте графики зависимостей от времени а) температуры воды; б) высоты уровня воды в кювете.



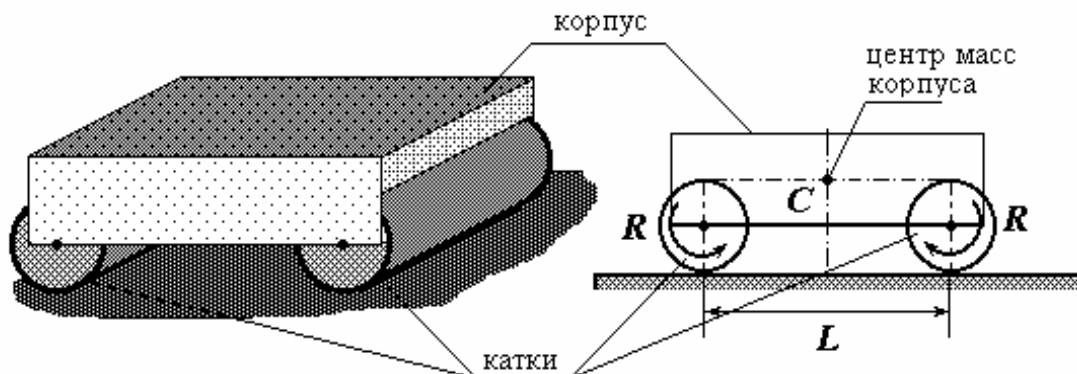
Удельное электрическое сопротивление налитой воды равно $\gamma = 2,0 \cdot 10^2 \text{ Ом} \cdot \text{м}$

и не зависит от температуры, плотность воды $\rho = 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, ее удельная

теплоемкость $c = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$, удельная теплота парообразования

$\lambda = 2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$, атмосферное давление нормальное, испарением воды до начала кипения можно пренебречь.

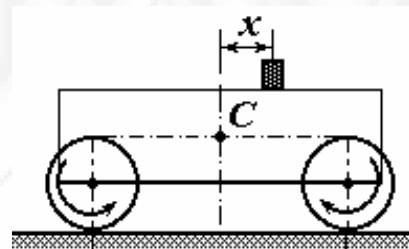
4. «Каток»



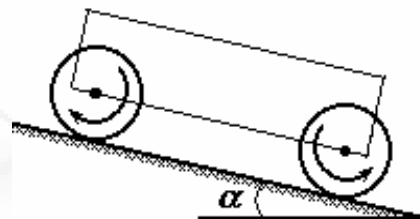
Машина для уплотнения грунта состоит из корпуса и двух одинаковых однородных цилиндрических катков. Масса корпуса (с имеющимся внутри оборудованием) равна M , масса каждого катка m , радиус катка - R , расстояние между осями катков - L , центр масс корпуса находится на середине расстояния между осями катков, на высоте равной радиусу катков от их осей.

В ходе сборки машины была допущена ошибка, в результате которой оказалось, что катки вращаются в противоположные стороны (направление вращения можно переключать). Угловая скорость вращения катков постоянна и равна ω_0 . Коэффициент трения между катками и поверхностью постоянен и равен μ .

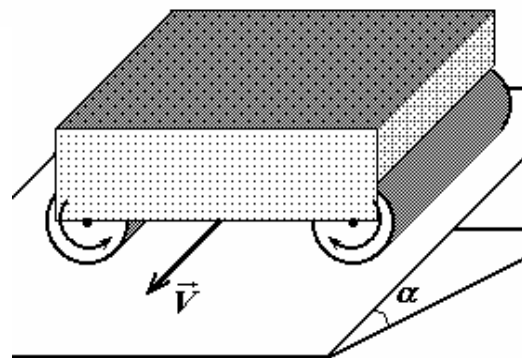
а. Машину расположили на горизонтальной поверхности, на корпус установили небольшой груз (например, водитель) массы m_0 , на расстоянии x от оси машины. Найдите закон движения машины.



б. Машину разместили на склоне, составляющей малый угол α с горизонтом, так что оси катков горизонтальны. При каких условиях машина сможет подниматься по склону?



в. Машина оказалась на длинном склоне, составляющем угол малый α с горизонтом, так, что оси колес направлены вдоль склона. В результате через некоторый промежуток времени машина начала соскальзывать с постоянной скоростью. Определите эту скорость.

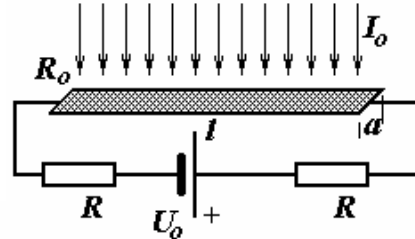




Минская городская олимпиада по физике (2003 год)

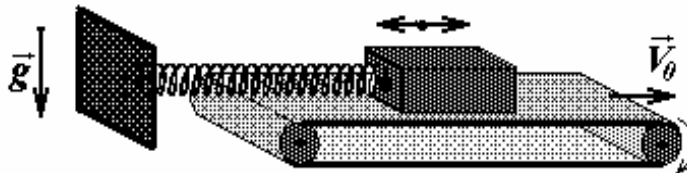
11 класс.

1. «Фототок». Длинная плоская пластинка длиной l и шириной a , сопротивление которой равно R_0 , включена последовательно в электрическую цепь, содержащую источник постоянного напряжения U_0 и два одинаковых резистора сопротивлениями R . Пластинка освещается параллельным монохроматическим световым потоком с длиной волны λ , интенсивность которого равна I_0 . Под действием этого излучения происходит фотоэффект, квантовая эффективность которого равна η . Найдите силы токов через каждый резистор. Внутренним сопротивлением источника пренебречь; считать, что плотность фототока постоянна на всей пластине, и вылетевшие электроны на пластину не возвращаются. Емкость источника можно считать бесконечно большой.



Примечания: - под **интенсивностью света** в данном случае понимается энергия, переносимая световым потоком в единицы времени через площадку единичной площади, расположенную перпендикулярно световому потоку; **квантовая эффективность фотоэффекта** - отношение числа электронов, вылетевших из пластины, к числу фотонов, попавших на пластину.

2. «Застой». Хорошо известно, что для большинства трущихся поверхностей коэффициент трения покоя превышает коэффициент трения скольжения. Увеличение силы трения покоя по сравнению с силой трения скольжения носит название «явление застоя». Это явление приводит к ряду интересных последствий, например, его наличием объясняется скрип дверных петель, звучание струны скрипки и др.



Для изучения явления застоя создана следующая установка. На движущуюся с постоянной скоростью горизонтальную ленту транспортера помещен брусок, прикрепленный с помощью легкорастяжимой пружины к неподвижному упору. При этом брусок совершает незатухающие колебания.

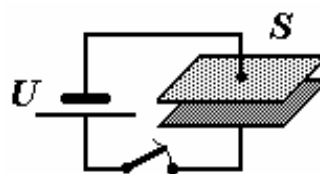
- Объясните механизм возникновения незатухающих колебаний.
- Найдите максимальную и минимальную деформации пружины в процессе движения бруска.
- Определите период колебаний бруска.
- Найдите закон движения бруска $x(t)$ и постройте его график (в качестве координаты x используйте деформацию пружины).

Параметры установки: масса бруска $m = 100 \text{ г}$; коэффициент жесткости

пружины $k = 10 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$; скорость движения ленты транспортера $v_0 = 5,0 \frac{\text{см}}{\text{с}}$;

коэффициент трения скольжения бруска о ленту $\mu = 0,25$; коэффициент трения покоя бруска о ленту $\mu_0 = 0,30$.

3. «Пыль». Плоский конденсатор образован двумя параллельными металлическими пластинами. Расстояние между пластинами h значительно меньше размеров пластин. Площадь каждой пластины равна S . Конденсатор подключен к источнику постоянного напряжения, величина которого равна U . Между пластинами находится мелкая металлическая пыль. Каждую пылинку представляет собой металлический шарик радиуса r и массы m , средняя концентрация пылинок между пластинами равна n .



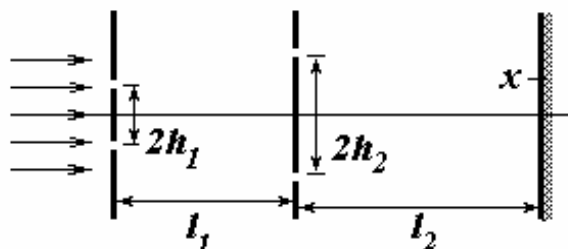
- А) Найдите значение силы тока в цепи.
 Б) Оцените время, в течение которого напряжение между пластинами уменьшится на $\eta = 1\%$ после размыкания цепи.

Действием силы тяжести пренебречь, воздух между пластинами отсутствует. Удары пылинок о пластины считать абсолютно неупругими.

4. «Двойная интерференция»

Плоская монохроматическая световая волна с длиной волны λ падает нормально на непрозрачный экран в котором проделаны две узкие параллельные щели, находящиеся на расстоянии $2h_1$. На расстоянии l_1 от первого экрана расположен второй непрозрачный экран, в котором также проделаны две параллельных щели, находящиеся на расстоянии $2h_2$ друг от друга, причем эти щели параллельны щелям в первом экране. На расстоянии l_2 от второго экрана расположен экран, на котором наблюдают интерференционную картину. Все экраны параллельны друг другу, щели расположены симметрично относительно оси системы.

- А) Найдите распределение освещенности на света на последнем экране, как функцию координаты x - расстояния от оси системы.
 Б) Допустим, что оптическая система используется для измерения длины волны падающего света, для чего проводится измерение зависимости света на последнем экране в фиксированной точке x в зависимости от расстояния $2h_2$ между щелями во втором экране. В какой точке x вы бы рекомендовали проводить такие измерения, чтобы, с одной стороны, погрешность определения длины волны была минимальна, а с другой, интерпретация результатов была не слишком сложна?



При расчетах учитывайте, что расстояния между щелями составляют доли миллиметра, а расстояния между экранами - несколько метров.