

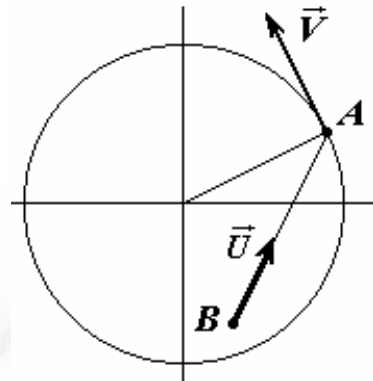


# Минская городская олимпиада по физике 2003 год

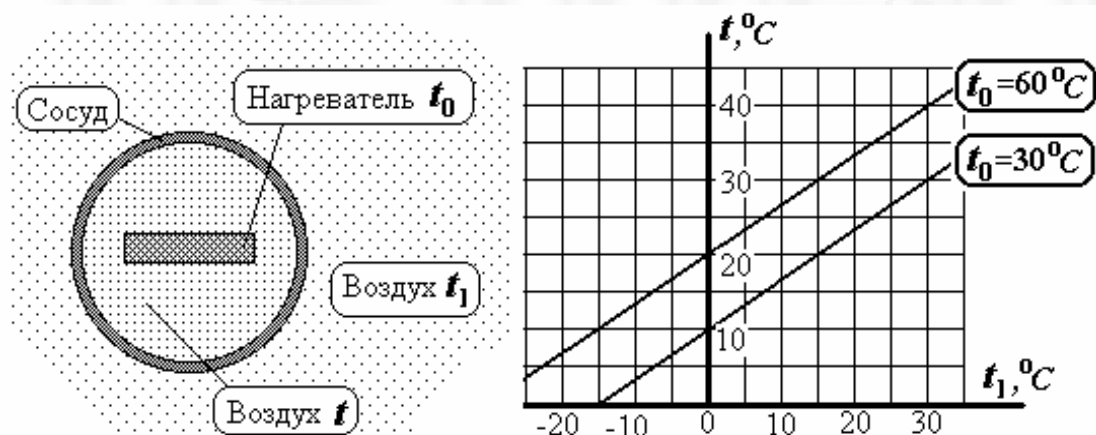
9 класс.

## 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»

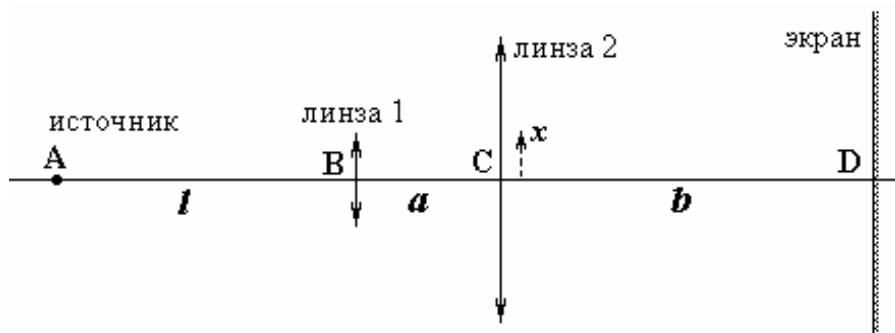


Поддержание нормальной температуры воздуха в жилых помещениях является очень важной проблемой как для жильцов, так и для работников жилищно-коммунального хозяйства. Для изучения этой проблемы проведен следующий модельный эксперимент. Внутри закрытого сосуда с воздухом разместили нагреватель, который 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  $\mu$ . 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?



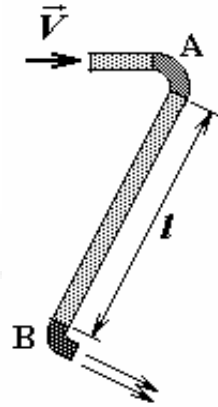


# Минская городская олимпиада по физике (2003 год)

## 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  $90^\circ$ . По трубе пропускают жидкость плотности  $\rho$ , движущуюся внутри трубы со скоростью  $V$ . Найдите угол отклонения трубки от вертикали при движении жидкости.



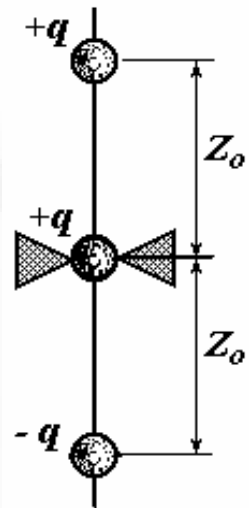
### 2. «Шарики»

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?

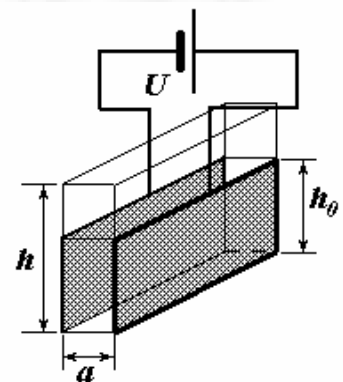
2. Двум шарикам сообщили заряды  $\pm q$  одинаковые по величине, но противоположные по знаку. Верхний, положительно заряженный закрепили, а нижний отпустили. На каком расстоянии  $z_1$  расположатся шарики?

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  $t_0 = 20^\circ\text{ C}$ . Постройте графики зависимостей от времени а) температуры воды; б) высоты уровня воды в кювете.



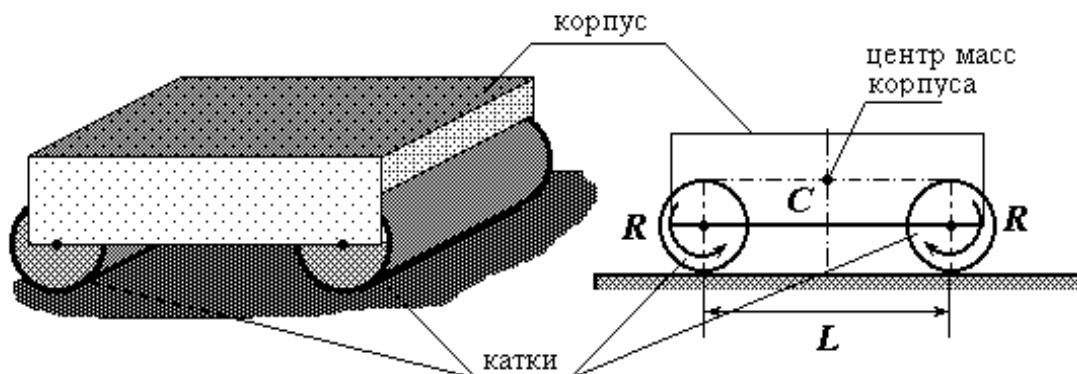
Удельное электрическое сопротивление налитой воды равно  $\gamma = 2,0 \cdot 10^2 \text{ Ом} \cdot \text{м}$

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.

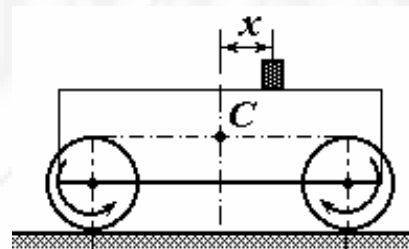
#### 4. «Каток»



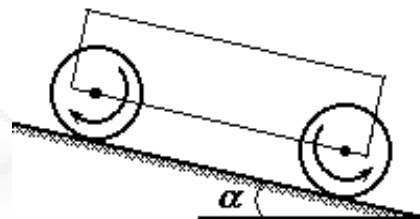
Машина для уплотнения грунта состоит из корпуса и двух одинаковых однородных цилиндрических катков. Масса корпуса (с имеющимся внутри оборудованием) равна  $M$ , масса каждого катка  $m$ , радиус катка -  $R$ , расстояние между осями катков -  $L$ , центр масс корпуса находится на середине расстояния 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  $\omega_0$ . Коэффициент трения между катками и поверхностью постоянен и равен  $\mu$ .

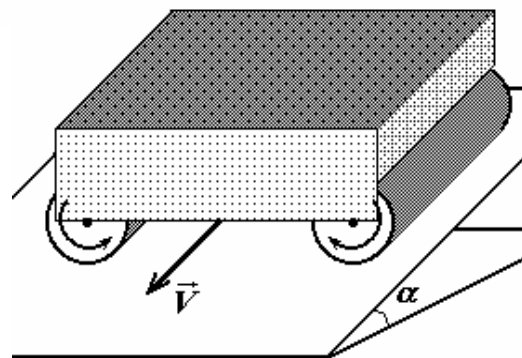
а. Машину расположили на горизонтальной поверхности, на корпус установили небольшой груз (например, водитель) массы  $m_0$ , на расстоянии  $x$  от оси машины. Найдите закон движения машины.



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



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

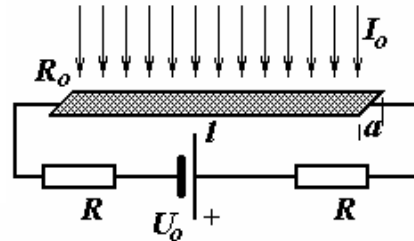




# Минская городская олимпиада по физике (2003 год)

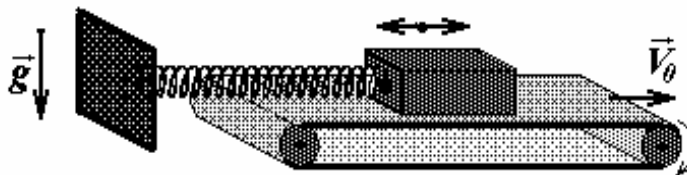
11 класс.

**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  $\lambda$ , интенсивность которого равна  $I_0$ . Под действием этого излучения происходит фотоэффект, квантовая эффективность которого равна  $\eta$ . 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.

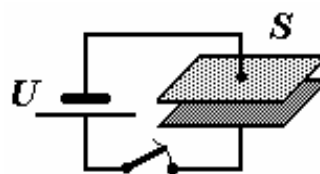
- Объясните механизм возникновения незатухающих колебаний.
- Найдите максимальную и минимальную деформации пружины в процессе движения бруска.
- Определите период колебаний бруска.
- Найдите закон движения бруска  $x(t)$  и постройте его график (в качестве координаты  $x$  используйте деформацию пружины).

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  $n$ .



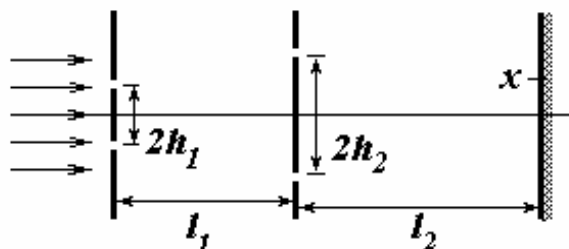
- А) Найдите значение силы тока в цепи.  
 Б) Оцените время, в течение которого напряжение между пластинами уменьшится на  $\eta = 1\%$  после размыкания цепи.

*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  $\lambda$  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.*