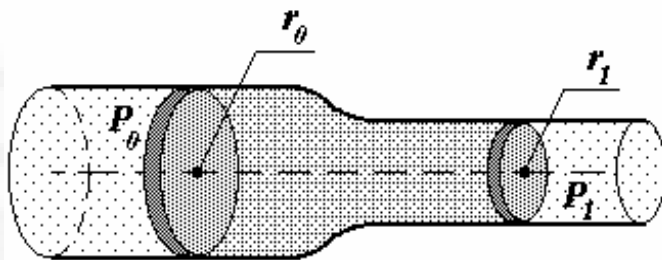




**Белорусская  
республиканская физическая олимпиада  
Барановичи, 2001 год**

**9 класс**

1. **(12 баллов).** Внутри сочлененной трубы, состоящей из двух цилиндрических коаксиальных труб радиусов  $r_0$  и  $r_1$ , находятся два плотно пригнанных поршня, которые могут двигаться вдоль труб без трения. Пространство между поршнями заполнено несжимаемой жидкостью плотностью  $\rho$ . С внешних сторон от поршней находится газ, давления которого поддерживаются постоянными и равными с одной стороны  $P_0$ , а с другой  $P_1$ . Найдите постоянные скорости установившихся движений поршней.



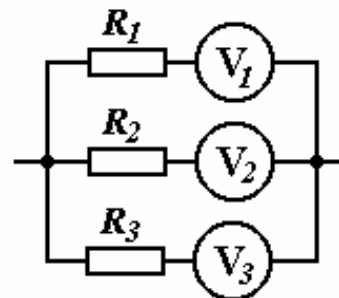
Вязкостью жидкости (внутренним трением) пренебречь.

2. **(12 баллов).** В большую кастрюлю налили  $V_0 = 2,0$  л холодной воды при температуре  $t_0 = 15^\circ\text{C}$  и поставили на включенную электроплиту. За время  $\tau_0 = 5,0$  мин температура воды достигла  $t_1 = 45^\circ\text{C}$ . После этого в кастрюлю стали медленно доливать холодную воду (при температуре  $t_0 = 15^\circ\text{C}$ ) с постоянной скоростью

$$v = 100 \frac{\text{см}^3}{\text{мин}}$$

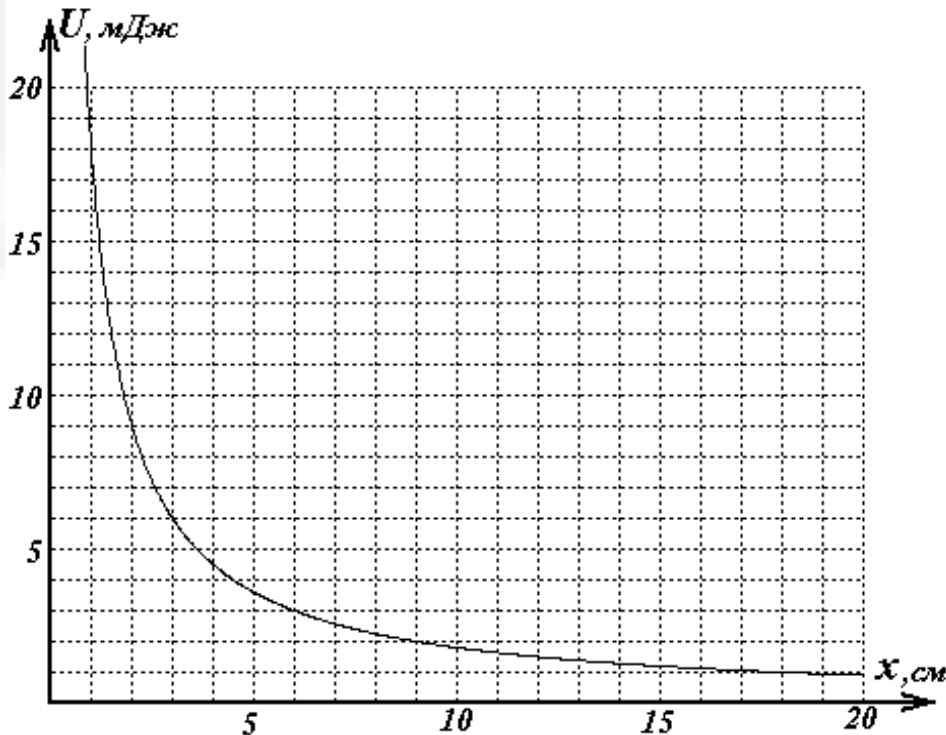
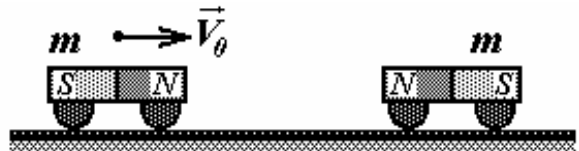
постоянно ее перемешивая в кастрюле. Постройте примерный график зависимости температуры воды в кастрюле от времени. При какой скорости наливания холодной воды  $v_1$  температура воды будет оставаться постоянной во время наливания? Потерями теплоты и теплоемкостью кастрюли пренебречь.

3. **(6 баллов).** На рисунке показана часть электрической цепи постоянного тока. Сопротивления резисторов известны и указаны на схеме. Все три вольтметра одинаковы. Первый вольтметр показывает напряжение  $U_1$ , второй  $U_2$ . Найдите показание третьего вольтметра.



4. **(7 баллов).** Два баскетболиста ростом  $h = 2,0\text{ м}$  каждый бросили одновременно два мяча, один под углом  $\alpha_1 = 30^\circ$ , а второй под углом  $\alpha_2 = 60^\circ$  к горизонту. Найдите расстояние между баскетболистами в момент броска, если известно, что брошенные мячи столкнулись в воздухе на высоте  $H = 5,0\text{ м}$  над уровнем пола через время  $\tau = 1,0\text{ с}$  после броска. Ускорение свободного падения  $g = 9,8 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$ . Соппротивлением воздуха пренебречь

5. **(13 баллов).** Две одинаковых тележки, массы которых равны  $m = 200\text{ г}$ , поставлены на длинные горизонтальные рельсы, по которым они могут катиться без трения. К тележкам прикреплены магниты, одноименными полюсами навстречу друг другу. Когда тележки находятся на большом расстоянии (на котором можно пренебречь магнитным взаимодействием), одной из них сообщают скорость  $v_0$  в сторону покоящейся другой. Постройте график зависимости минимального расстояния между тележками в процессе движения от начальной скорости  $v_0$ . Ниже на рисунке представлен график зависимости потенциальной энергии взаимодействия магнитов  $U$  от расстояния между ними.

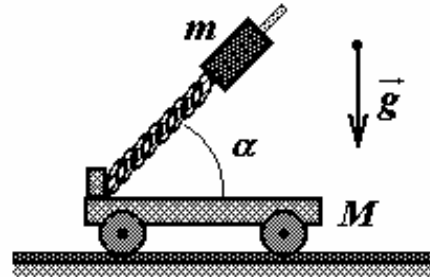




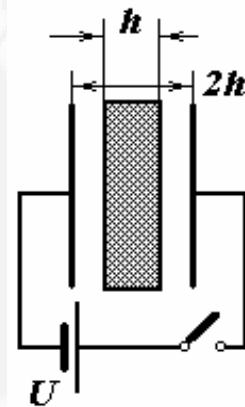
**Белорусская  
республиканская физическая олимпиада  
Барановичи, 2001 год**

**10 класс**

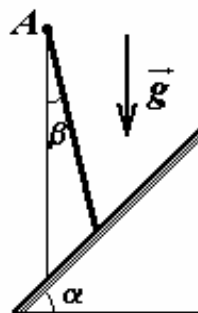
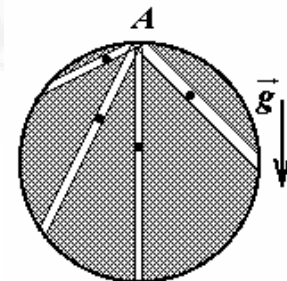
1. **(10 баллов).** Пружинная пушка представляет собой тонкий гладкий стержень, на который насажен цилиндрический «снаряд» массой  $m$  и упругая пружина. Пушка установлена под углом  $\alpha = 45^\circ$  к горизонту на тележке массой  $M$ , которая может катиться без трения по длинным горизонтальным рельсам. Если тележку закрепить, то пушка выбрасывает снаряд на расстояние  $S_0 = 3,0\text{ м}$ . Найдите расстояние между снарядом и тележкой в момент падения снаряда, если выстрел произведен с незакрепленной тележки. Отношение  $\frac{m}{M} = \eta = 0,50$ . Высотой тележки и сопротивлением воздуха пренебречь.



2. **(14 баллов).** Внутри плоского конденсатора расположена плоскопараллельная пластина, изготовленная из слабопроводящего материала с большим удельным электрическим сопротивлением  $\rho$  и диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon$ . Расстояние между пластинами конденсатора  $2h$ , их площадь  $S$ , толщина пластины  $h$ , пластина расположена параллельно обкладкам конденсатора, ее площадь равна площади обкладок. Конденсатор подключен к источнику постоянного напряжения  $U$  с малым внутренним сопротивлением. Постройте схематический график зависимости заряда обкладки конденсатора от времени. Чему равно максимальное значение силы тока во вложенной пластине при зарядке конденсатора? Оцените характерное время зарядки конденсатора. Краевыми эффектами пренебречь.



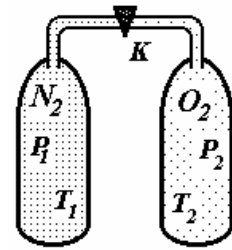
3. **(7 баллов)** В вертикально расположенном диске проделаны прорезы, начинающиеся в верхней точке диска  $A$ , по которым могут скользить без трения небольшие бруски. Покажите, что времена соскальзывания брусков (без начальной скорости) по всем желобкам одинаковы.



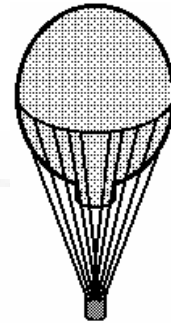
Точка  $A$  находится над наклонной плоскостью, составляющей угол  $\alpha$  с горизонтом. Из точки  $A$  необходимо опустить прямой желоб на наклонную плоскость. Под каким углом  $\beta$  к вертикали необходимо опустить этот желоб, чтобы время соскальзывания бруска на плоскость было

минимальным?

4. **(6 баллов).** Два одинаковых теплоизолированных баллона соединены трубкой с краном  $K$ . В одном баллоне находится азот под давлением  $P_1$  и при температуре  $T_1$ , в другом кислород под давлением  $P_2$  и при температуре  $T_2$ . Какие давление и температура установятся в баллонах, если открыть кран?



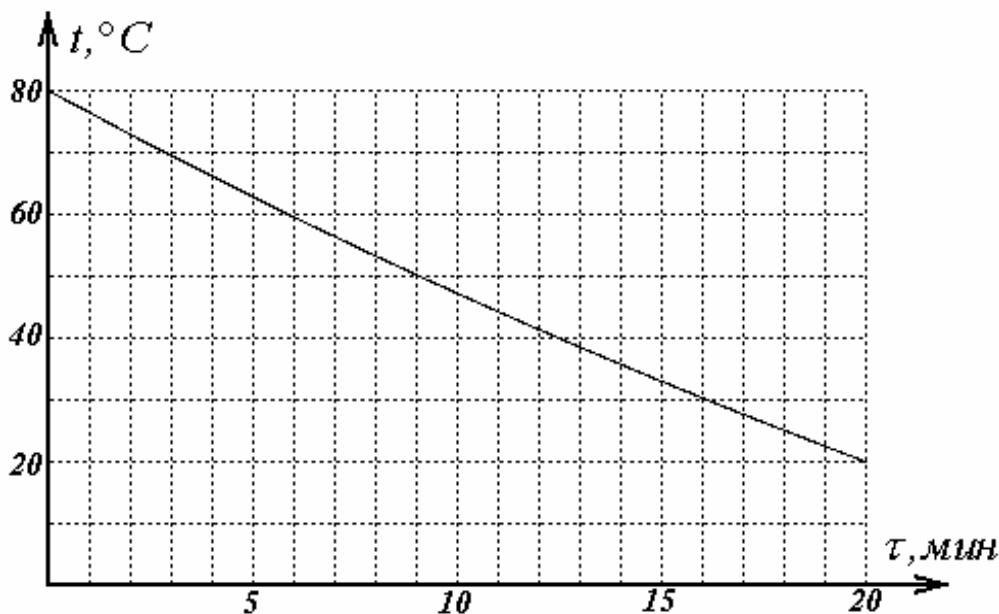
5. **(13 баллов).** Воздушный шар-зонд наполняют воздухом, нагретым до температуры  $t_0 = 90^\circ C$ . Конструкция шара такова, что его объем  $V = 130 \text{ м}^3$  все время остается постоянным, а давление воздуха в шаре равно атмосферному. Суммарная масса оболочки и груза равна  $m = 6,0 \text{ кг}$ . Шар запускают с поверхности земли в безветренную погоду: температура воздуха  $t_a = 15^\circ C$ , атмосферное давление  $p_a = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Молярная масса воздуха



$M = 29 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$ . Сразу после запуска скорость шара стала

равной  $v_0 = 0,35 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Температура воздуха  $t$  внутри шара уменьшается со

временем  $\tau$  по закону, представленному на графике. Определите по этим данным максимальную высоту подъема шара. Считайте, что температура и давление атмосферы от высоты не зависят. Сила сопротивления воздуха, действующая на шар, пропорциональна его скорости.



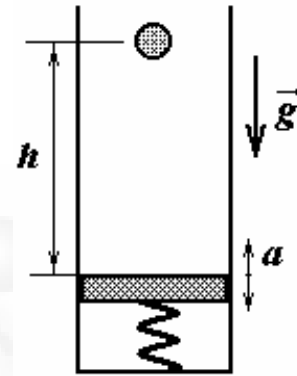
**Успехов Вам!**



**Белорусская  
республиканская физическая олимпиада  
Барановичи, 2001 год**

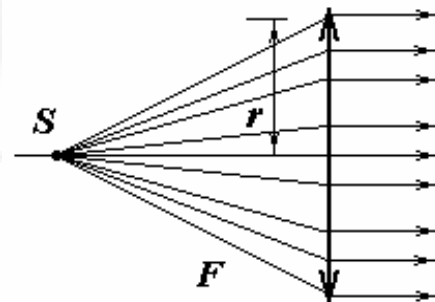
**11 класс**

**1. (13 баллов).** Небольшие упругие шарики в произвольные моменты времени бросают с высоты  $h = 1,0\text{ м}$  на массивную горизонтальную платформу, которая колеблется в вертикальном направлении по гармоническому закону с амплитудой  $a = 1,0\text{ см}$  и частотой  $\nu = 50\text{ Гц}$ . Удары шариков о платформу абсолютно упругие, сопротивлением воздуха можно пренебречь. Определите, какая доля шариков после удара подпрыгнет выше первоначального уровня. С какой частотой  $\nu_1$  должна колебаться платформа (при той же амплитуде), чтобы 99% шариков подпрыгнуло выше первоначального уровня?



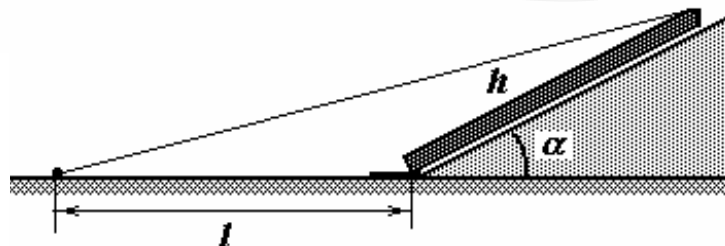
**2. (11 баллов).** Изотропный точечный источник света  $S$ , полная энергетическая световая мощность которого равна  $I$ , расположен в фокусе собирающей линзы радиуса  $r$ . Фокусное расстояние линзы равно  $F$ .

Пренебрегая поглощением и дисперсией света, найдите величину и направление силы светового давления на линзу.



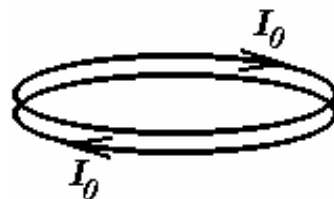
**3. (8 баллов).** Для установки обелиска высотой  $h$  насыпан холм с углом уклона равным  $\alpha$ . Обелиск лежит на склоне холма, опираясь своей нижней

частью на фундамент. К вершине обелиска прикрепляют прочный трос, который натягивают с помощью лебедки, расположенной на расстоянии  $l = 2h$  от основания обелиска. При каком минимальном коэффициенте трения обелиска о фундамент  $\mu$ , подъем обелиска мог



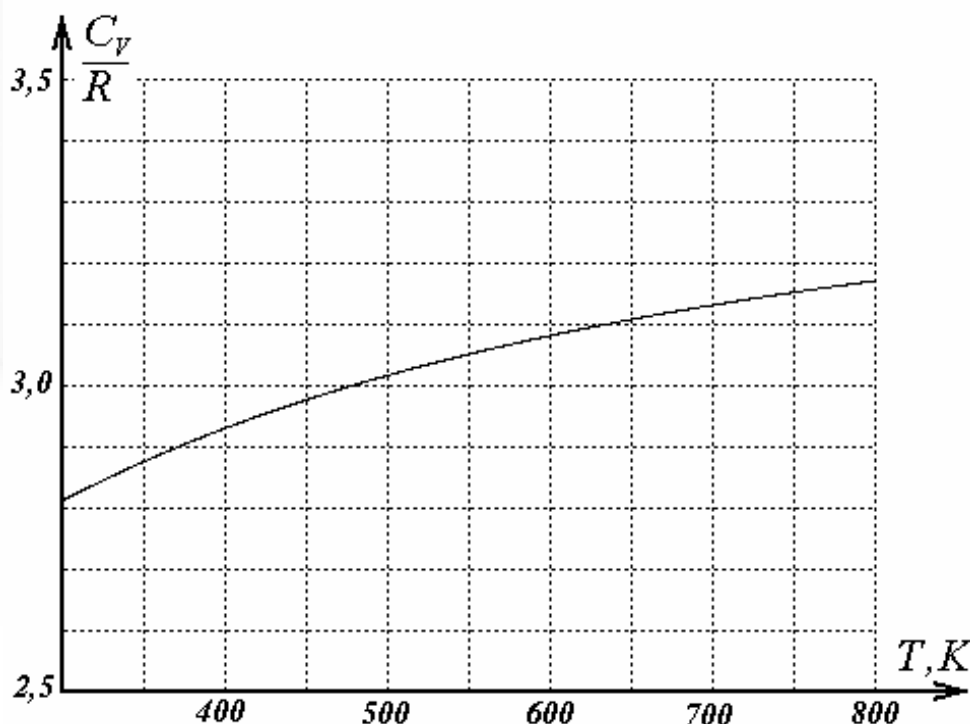
быть осуществлен? Обелиск можно считать тонким однородным стержнем.

**4. (10 баллов).** Два одинаковых сверхпроводящих кольца расположены рядом друг с другом. Индуктивность каждого кольца равна  $L$ . По каждому из колец в одном направлении протекает ток силой  $I_0$ . Какую минимальную работу необходимо совершить, чтобы разнести кольца на большое расстояние?



**5.(12 баллов).** Молярная теплоемкость  $C_V$  (при изохорном процессе) идеального газа зависит от температуры по закону, представленному на рисунке ( $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$  - универсальная газовая постоянная).

При температуре  $T_0 = 800 \text{ К}$  один моль этого газа занимает объем  $V_0 = 1,0 \text{ л}$ . Постройте примерный график (в координатах  $P - V$ ) адиабатного процесса для этого газа в заданном диапазоне температур (полагая, что число частиц газа остается неизменным).



**Успехов Вам!**