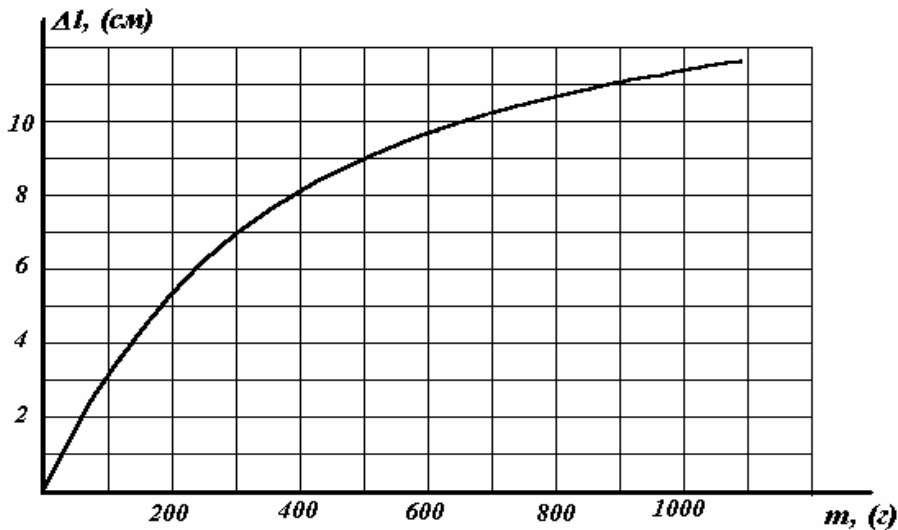
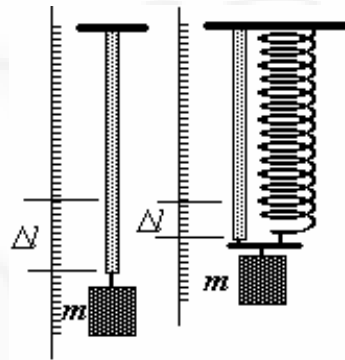




Белорусская республиканская олимпиада по  
физике  
(Гомель, 1998 г.)

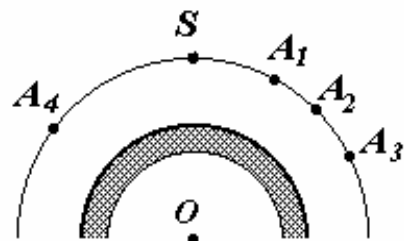
9 класс

9.1 Для исследования упругих свойств резины резиновая ленточка была подвешена вертикально, и к ее нижнему краю прикреплялись различные грузы. При этом была получена следующая зависимость удлинения полоски  $\Delta l$  от массы  $m$  подвешенного груза (см. график на отдельном бланке). После этого рядом параллельно с резинкой прирепили упругую пружинку жесткости  $k = 50 \text{ Н/м}$ , длина которой в недеформированном состоянии равна длине нерастянутой



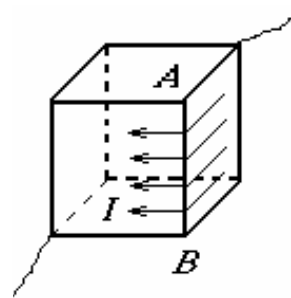
резинки. Постройте график зависимости удлинения системы «резинка-пружина» от массы подвешенного груза.

9.2 Точечный источник света  $S$  расположен недалеко от поверхности зеркальной сферы. Постройте ход лучей, идущих от источника  $S$  и отражающихся в точки  $A_1, A_2, A_3, A_4$ .

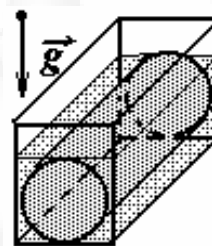


Убедитесь, что продолжения этих лучей не пересекаются в одной точке. Значит ли это, что в зеркальном шаре нельзя увидеть изображения точки  $S$ ? Ответ обоснуйте.

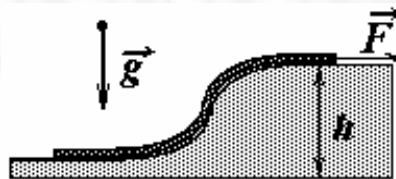
**9.3** Из тонкой однородной жести изготовили куб, к диагонально противоположным вершинам которого припаяли электрические контакты. Сопротивление куба в этом случае оказалось равным  $R = 100 \text{ Ом}$ . Какой электрический ток  $I$  будет пересекать ребро куба  $AB$ , если куб подключить к источнику постоянного напряжения  $U = 60 \text{ В}$ ?



**9-4.** Сплошной однородный цилиндр радиуса  $R$  и длины  $L$  лежит на дне сосуда в форме параллелепипеда длины чуть большей  $L$ , ширины чуть большей  $2R$ . Сосуд заполнен жидкостью, так что она полностью покрывает цилиндр. Плотность материала цилиндра  $\rho$ , плотность жидкости  $\rho_0$ . Какую минимальную работу необходимо совершить, чтобы вынуть цилиндр из жидкости?

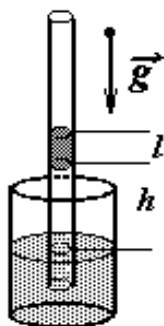


**9-5.** Однородную гибкую нерастяжимую веревку массы  $m$  и длины  $L$  втаскивают на гладкую горку высоты  $h$ , профиль которой показан на рисунке, под действием постоянной горизонтально направленной силы  $F$ . Определите ускорение веревки.

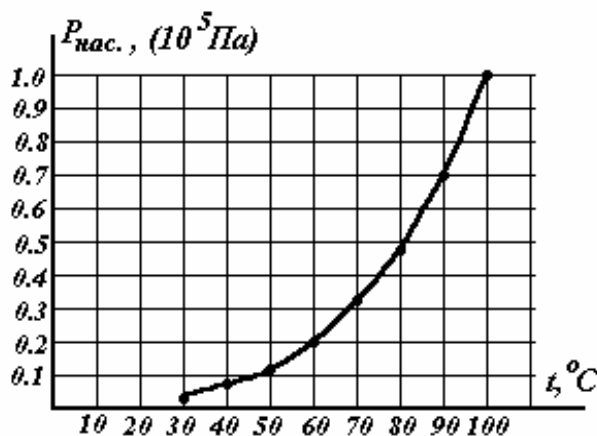


## 10 класс

**10-1.** Высокая открытая стеклянная трубка вставлена в сосуд с водой. В трубке находится столб ртути высотой  $l = 15 \text{ см}$ , который запирает столб воздуха. При температуре  $t_0 = 20^\circ \text{ C}$  высота столба воздуха равна  $h_0 = 10 \text{ см}$ . Воду в

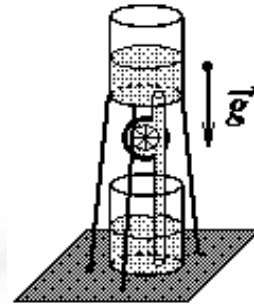


сосуде начинают медленно подогревать.



Используя график зависимости давления насыщенных паров  $P_{нас}$  воды от температуры  $t^\circ$ , постройте график зависимости высоты столба воздуха в трубке от температуры в диапазоне от  $20^\circ C$  до  $90^\circ C$ . Атмосферное давление  $P_a = 1,0 \cdot 10^5 Pa$ .

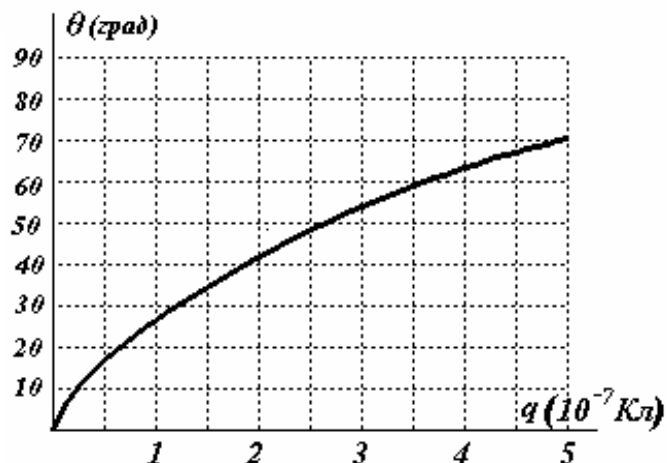
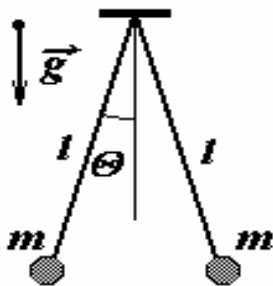
**10-2.** Два одинаковых цилиндрических бака расположены один над другим и соединены между собой трубкой с насосом. Баки частично заполнены водой. Площади оснований баков равны  $S$ . На сколько изменится вес всей системы, когда насос начнет перекачивать воду из нижнего бака в верхний с постоянной скоростью  $V (m^3 / c)$ ? А если насос будет перекачивать воду из верхнего в нижний с той же скоростью?



**10-3.** Тепловой насос работает по идеальному обратному циклу Карно, забирая теплоту из теплоизолированного сосуда 1, содержащего  $m_1 = 3,0 кг$  воды при температуре  $t_1 = 30^\circ C$  и передавая ее сосуду 2, содержащему  $m_2 = 1,0 кг$  горячей воды, находящейся при температуре кипения  $t_2 = 100^\circ C$ . Какая температура установится в сосуде 1, когда в сосуде 2 вся вода выкипит? Какую работу совершит при этом тепловой насос?

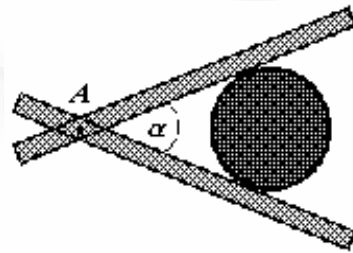
Теплоемкость воды  $c_1 = 4,2 кДж / (кг \cdot K)$ ; теплоемкость льда  $c_2 = 2,1 кДж / (кг \cdot K)$ ; удельная теплота парообразования  $r = 2260 кДж / кг$ ; удельная теплота плавления льда  $\lambda = 336 кДж / кг$ .

**10-4.** Два одинаковых металлических шарика массы  $m = 1,0 г$  подвешены в одной точке на двух непроводящих нитях длины  $l = 15 см$ .



Если шарики зарядить, нити отклоняются. На графике дана зависимость угла отклонения  $\theta$  от вертикали каждой нити (при равных зарядах на шариках) от величины заряда шарика. Шарики зарядили так, что нити отклонились на угол  $\theta = 50^\circ$ . После этого «включили» однородное горизонтальное электрическое поле напряженности  $E = 1,5 \cdot 10^5 \text{ В/м}$ . Найдите угол между нитями после включения поля.

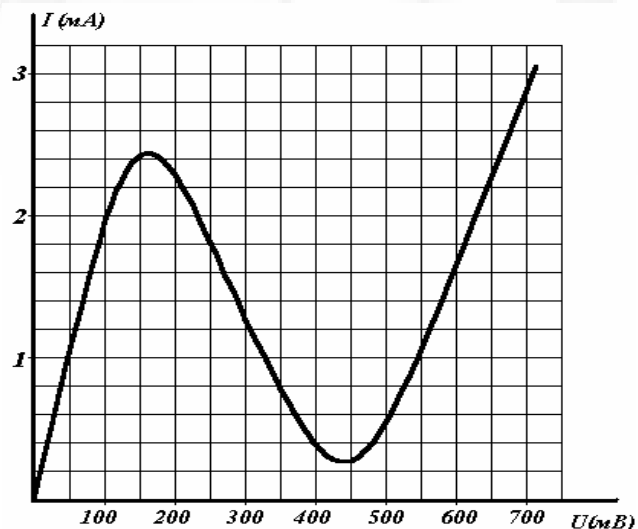
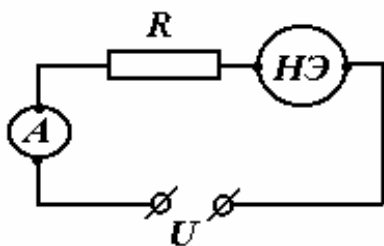
**10-5.** На гладкой горизонтальной поверхности находится жесткий диск. Двумя стержнями, шарнирно закрепленными в точке А (ножницами), диск начинают сдвигать, сдвигая стержни. Когда угол между стержнями оказался равным  $\alpha$ , диск «заклинило», то есть он перестал двигаться, при любом усилии, прикладываемом к стержням. Найдите коэффициент трения между диском и стержнями.



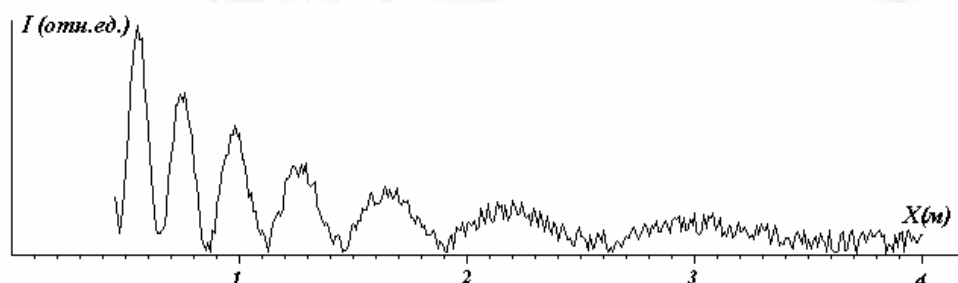
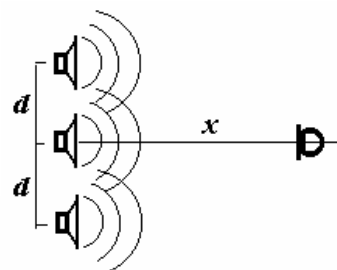
прикладываемом к стержням.

### 11 класс

**11-1.** Пассивный нелинейный элемент НЭ (туннельный диод) соединен последовательно с резистором сопротивлением  $R = 500 \text{ Ом}$  и подключен к источнику постоянного регулируемого напряжения. Вольт-амперная характеристика диода приведена на графике на отдельном бланке. Постройте график зависимости силы тока в цепи при медленном изменении напряжения источника от 0 до 2 вольт и обратном изменении от 2 до 0 вольт.



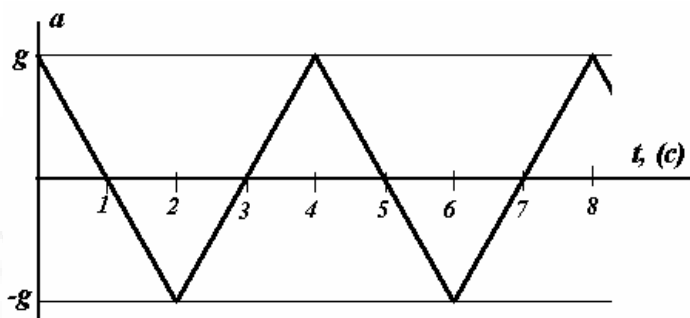
**11-2.** Для измерения скорости звука в воздухе была использована следующая установка: три одинаковых точечных источника звука с частотой  $\nu = 2950 \text{ Гц}$  расположены на одной прямой на расстоянии  $d = 1,50 \text{ м}$  друг от друга. Вдоль прямой, проходящей через центральный источник и перпендикулярной линии источников, проводят измерения громкости звука. Полученная зависимость громкости (в относительных единицах) от  $x$  - расстояния до центрального источника приведена на графике. Определите по этим данным скорость звука с максимально возможной точностью. Оцените погрешность вашего результата.



**11-3.** Длина ствола пушки равна  $5,0 \text{ м}$ , масса снаряда  $45 \text{ кг}$ . Во время выстрела порох сгорает с постоянной скоростью  $2,0 \cdot 10^3 \text{ кг / с}$ . Температура пороховых газов равна  $1000 \text{ К}$ , его средняя молярная масса  $50 \cdot 10^{-3} \text{ кг / моль}$ . Считая силу давления пороховых газов во время выстрела значительно большей всех остальных сил, действующих на снаряд, найдите скорость снаряда при вылете из ствола. Считать, что во время горения порох полностью превращается в газ, изменением температуры которого за время выстрела можно пренебречь.

Подсказка. Во время движения снаряда в стволе его смещение пропорционально  $t^\alpha$  ( $t$  - время,  $\alpha$  - постоянная, которую надо найти).

**11-4.** Горизонтальная лента транспортера движется горизонтально так, что ее ускорение периодически изменяется с течением времени как показано на графике ( $g = 9,8 \text{ м/с}^2$  - ускорение свободного падения). При  $t = 0$  скорость ленты равна нулю. На ленту положили брусок, коэффициент трения которого о ленту  $\mu = 0,10$ . По прошествии некоторого времени брусок начал колебаться относительно поверхности земли. Найдите амплитуду установившихся колебаний бруска.



**11-5.** Вода движется со скоростью  $v = 1,0 \text{ м/с}$  по стальной трубе радиуса  $r = 5,0 \text{ см}$ . В некоторый момент времени трубу практически мгновенно перекрывают с помощью задвижки, при этом давление в трубе резко повышается (гидродинамический удар). Какова должна быть минимальная толщина стенок трубы, чтобы обеспечить пятикратный запас прочности при резком перекрывании трубы?

Плотность воды принять равной  $\rho = 1,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ; скорость звука в воде  $c = 1,5 \cdot 10^3 \text{ м/с}$ ; предел прочности стали  $\sigma_{пр} = 0,35 \text{ ГПа}$ .