

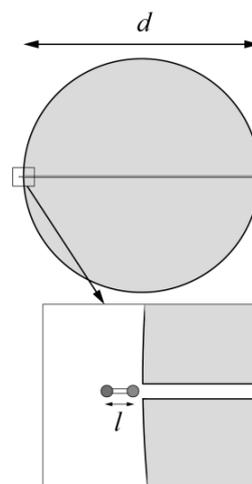
**Задача 11.1. Диполь в шаре.** В большом однородном непроводящем шаре вдоль диаметра  $d$  просверлен узкий канал. Шар равномерно заряжен по объёму с объёмной плотностью заряда  $\rho > 0$  и закреплён. Вещество шара не поляризуется.

Ко входу в канал подносят диполь, образованный двумя заряженными шариками одинаковой массы, закреплёнными на концах лёгкого жёсткого непроводящего стержня, и отпускают. Через время  $t_d$  он оказывается на противоположном конце канала. Когда то же самое проделывают с одним из шариков, он пролетает канал за время  $t_{ш}$ .

Определите плечо диполя  $l$ , считая, что  $l \ll d$ .

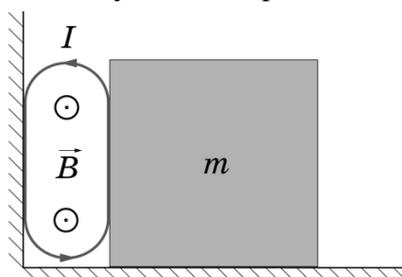
Укажите знак ближнего к шару заряда диполя в момент старта в первом случае и знак заряда шарика во втором. Диаметр шариков практически равен диаметру канала.

**Примечание.** Диполем называется система из двух одинаковых по величине, но разных по знаку электрических зарядов, находящихся на фиксированном расстоянии  $l$  (плечо диполя) друг от друга.



**Задача 11.2. Магнитная пружина.** Невесомый гибкий провод с током  $I$  образует замкнутую петлю длиной  $L$ , которая соприкасается с вертикальной стенкой и гранью куба массой  $m$ . Система находится в магнитном поле  $B$ , перпендикулярном плоскости рисунка. Исходно куб удерживают на расстоянии  $x_0$  от стенки.

- 1) До какой наибольшей скорости  $v_m$  разгонится куб, если его отпустить?
- 2) Через какое время  $t_m$  будет достигнута эта скорость?



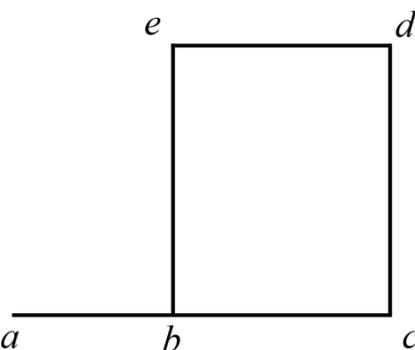
**Примечание.** Считайте, что при движении куба провод остаётся в одной вертикальной плоскости.

24 января на портале <http://abitu.net/vseros> будет проведён онлайн-разбор решений задач теоретического тура. Начало разбора (по московскому времени):

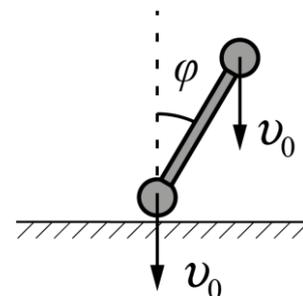
7 класс – 11.00; 8 класс – 10.00; 9 класс – 12.00; 10 класс – 13.30; 11 класс – 15.00.

26 января состоится онлайн-разбор решений заданий экспериментального тура. Начало разбора: 7 класс – 11.00; 8 класс – 10.00; 9 класс – 12.00; 10 класс – 13.30; 11 класс – 15.00.

**Задача 11.3. Обрывок из архива Кельвина.** Говорят, что в архиве лорда Кельвина нашли диаграмму (см. рис.) квазистатического циклического процесса тепловой машины, рабочим телом которой являлось неизвестное вещество. Диаграмма процесса была построена в непривычных координатах  $T(Q)$  ( $T$  – температура,  $Q$  – количество подведённой теплоты) и имела вид ломаной линии  $abcdeb$ . От времени чернила выцвели и координатные оси исчезли, однако из пояснений к рисунку следовало, что каждый отрезок на рисунке параллелен одной из осей координат. Восстановите  $a$  построением положение осей  $Q$  и  $T$  и укажите их направления. Опишите ваш способ построения и нарисуйте в работе диаграмму с осями координат и вспомогательными линиями, использованными при построении.

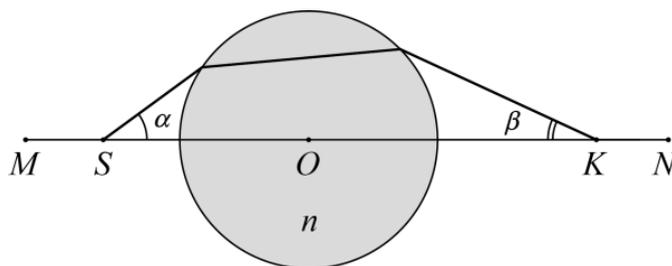


**Задача 11.4. Падающая гантель.** Два одинаковых маленьких шарика, соединённых невесомым твёрдым стержнем длины  $L$ , падают на гладкую, абсолютно упругую горизонтальную плоскость. Непосредственно перед ударом нижнего шарика о плоскость скорости шариков направлены вертикально вниз и равны  $v_0$ , а сразу после удара скорости шариков оказались взаимно перпендикулярны.



- 1) Каковы величина скорости центра масс гантели  $v_c$  и угловая скорость вращения стержня  $\omega$  сразу после удара?
- 2) Под каким углом  $\varphi$  к вертикали был наклонён стержень перед ударом?

**Задача 11.5. Прозрачный шарик.** Лучи света, испускаемые точечным источником  $S$ , падают на однородный шар из прозрачного материала с показателем преломления  $n$ . Луч, вышедший из источника  $S$  под углом  $\alpha$  к прямой  $MN$ , на которой лежат источник и центр шара, после двух преломлений на границе шара, пересекает  $MN$  под углом  $\beta$  в точке  $K$  (см. рис.). Расстояние  $SK = l$ .



- 1) Определите расстояние  $SO$  от источника до центра шара и радиус  $R$  шара.
- 2) Вычислите  $SO$  и  $R$  для значений  $n = 2$ ,  $\alpha = 60^\circ$ ,  $\beta = 30^\circ$ ,  $l = 10$  см.

**24 января** на портале <http://abitu.net/vseros> будет проведён онлайн-разбор решений задач теоретического тура. Начало разбора (по московскому времени):

7 класс – 11.00; 8 класс – 10.00; 9 класс – 12.00; 10 класс – 13.30; 11 класс – 15.00.

**26 января** состоится онлайн-разбор решений заданий экспериментального тура. Начало разбора: 7 класс – 11.00; 8 класс – 10.00; 9 класс – 12.00; 10 класс – 13.30; 11 класс – 15.00.