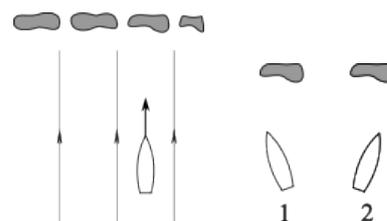


В скобках указано, каким классам рекомендуется задача (решать задачи более старших классов также разрешается), а также проверяется ли полное решение или достаточно ввести ответ.

1 (6–11; решение). Если днём взять в вытянутую руку спичку и смотреть одним глазом, то заслонить её головкой маленькую точку, нарисованную на листе бумаги, совсем несложно. Однако если попробовать повторить то же самое в тёмное время суток (в качестве точки можно использовать, например, яркую звезду), то этого сделать не получится – звезда все равно будет видна. Объясните это явление.

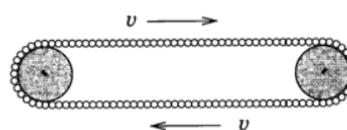
2 (6–11; решение). Мощное течение несет корабль на скалы. Капитан дал команду «Полный назад», однако корабль продолжает медленно приближаться к препятствию. Решив обогнуть скалы, капитан отдает команду «Право руля».

а) Как повернется после этого корпус корабля – как на рисунке 1 или как на рисунке 2? (Выбор ответа). Ответ объясните.



б) Куда начнет смещаться корабль – влево или вправо по рисунку? (Выбор ответа). Ответ объясните.

3 (7–11; решение). В невесомости цепочку надели на два ролика (как на рисунке) и привели в движение, после чего ролики мгновенно выдернули. Мальчик Ваня считает, что после этого форма цепочки меняться не будет, поскольку на неё не действует внешних сил. А мальчик Саша считает, что на цепочку будет действовать центробежная сила, поэтому форма цепочки будет изменяться, стремясь к окружности. Кто из них прав – Ваня или Саша? Ответ объясните.



4 (8–11; решение). Равномерно нагретый металлический шар радиуса  $R$  помещают в поток холодной воды (температура шара меньше  $100^\circ\text{C}$  – вода не вскипает) и измеряют зависимость температуры в центре шара от времени. Начальная разность температур шара и воды равна  $\Delta t$ . Оказалось, что в центре она уменьшается вдвое (становится равной  $\Delta t/2$ ) за время  $\tau$ , причем, как показали эксперименты, это время не зависит от  $\Delta t$ .

а) Чему будет равно это время для шара радиуса  $2R$ , сделанного из того же материала?

б) Приведите рассуждение, объясняющее, почему это время не зависит от  $\Delta t$ .

Поскольку шар находится в потоке, температуру окружающей его воды можно считать неизменной.

**Указание.** Распределение тепловых потоков, возникающих в неоднородно нагретом теле, управляется законом теплопроводности, который можно сформулировать так: количество тепла, проходящего в единицу времени через плоскую стенку, равно

$$\frac{Q}{\Delta\tau} = \lambda \frac{S\Delta t}{d}$$

где  $S$  – площадь стенки,  $d$  – ее толщина,  $\Delta t$  – разность температур между ее поверхностями,  $\lambda$  – так называемый коэффициент теплопроводности материала этой стенки.

5 (9–11; ответ). Удар молнии в землю (или в дерево, растущее на земле) представляет немалую опасность для человека, даже если он находится на значительном расстоянии от места удара. Дело в том, что электрический ток атмосферного разряда, поступающий в землю в месте удара, растекается по земной породе во все стороны. Вследствие этого между точками земной поверхности, находящимися на разном расстоянии от места удара, возникает электрическое напряжение. Поскольку человек стоит на земле двумя ногами, расстояние между которыми при ходьбе равно длине его шага, между ними возникает разность потенциалов.

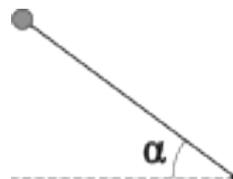
Оцените минимальное расстояние, на котором должен находиться человек от места удара молнии, чтобы не получить поражения электрическим током. Считайте, что для этого напряжение между его ногами не должно превышать  $U \sim 50$  В. Сила тока молнии  $I \sim 5 \times 10^4$  А, удельное сопротивление земли  $\rho \sim 50$  Ом  $\times$  м.

6 (10–11; решение). Некий инженер предлагает реализовать грандиозный проект, позволяющий совершенно бесплатно получать электроэнергию. Для этого требуется на экваторе Земли построить очень высокую башню и поместить на её верхушку шар, от которого к земле будет идти цепь. Под действием центробежной силы шар будет улетать от Земли, вытягивая за собой цепь. Это движение цепи уже несложно преобразовать во вращение электрогенератора.

а) Найдите минимальную высоту, которую должна иметь башня, чтобы такое устройство заработало. Радиус Земли  $R \sim 6400$  км.

б) За счет какой энергии будет вырабатываться электричество в этом устройстве? Оно же не может быть вечным двигателем, добывающим энергию «из пустоты».

7 (10–11; ответ). Массивный маленький шарик подвешен на абсолютно неупругой невесомой нерастяжимой нити. Шарик поднимают выше точки подвеса так, чтобы нить была натянута и составляла угол  $\alpha$  с горизонтом, а затем отпускают без начальной скорости. При каких шарик, после того как опустится донизу, сможет вновь подняться выше точки подвеса?



8 (10–11; ответ). Представим себе небольшой герметично закрытый сосуд, полностью заполненный водой (воздуха внутри нет). Если в дне такого сосуда проделать достаточно большое отверстие, вода начнет, булькая, выливаться из него. Однако, если отверстие маленькое, то вода не льется. Оцените минимальный размер, который должно иметь отверстие, чтобы вода полилась.

Плотность воды  $\rho \sim 1000$  кг/м<sup>3</sup>, ее коэффициент поверхностного натяжения (энергия, которой обладает единица площади поверхности)  $\sigma \sim 0,07$  Дж/м<sup>2</sup>.