

**Первый отборочный тур
9 класс**

1. С улицы в комнату занесли снежок (однородный плотный снежный шар) диаметром 7 см. При его таянии вначале капало по 20 капель воды в минуту, при этом весь снежок растаял за 1,5 часа. Найдите аналитически и изобразите на графике временную зависимость среднего количества капель в минуту. Процесс теплообмена считайте установившимся в течение всего времени таяния, температуру воздуха и снега постоянными, теплообмен происходит только между снежком и воздухом, а капли в среднем одного размера.

2. Некоторый объем разделен двумя взаимно перпендикулярными плоскостями на 4 области. Показатели преломления сред, заполняющих эти области, равны $5n_0$, $6n_0$, $7n_0$ и $8n_0$ (см. рис. 1). Найдите, на какой угол отклонится после всех преломлений луч, ход которого до попадания на первую границу раздела сред показан на рисунке. Плоскость падения луча перпендикулярна линии пересечения четырех областей.

3. Найдите сопротивление проволочной конструкции, показанной на рис. 2, если сопротивление участка AB равно r_0 . Все участки сделаны из одной и той же проволоки, а количество звеньев (треугольников) в цепи очень велико. Каждый меньший равносторонний треугольник впаян в точках, делящих стороны в отношении 1:2 (например, $AB:BC=1:2$).

4. **Шверт.** Настроявая парус, яхта может двигаться под различными углами к направлению ветра (см. рис. 3, где показана диаграмма скоростей яхты при различных курсах для трех значений скорости ветра, 3,5 м/с, 6 м/с и 10 м/с). Если же генеральный курс (см. рис. 4) «очень острый», т.е. $\beta < 45^\circ$, то яхта ходит «в лавировку», зигзагами с участками, направленными примерно под 45° к ветру. При таких курсах парус ставят почти вдоль осевой плоскости (ОП) яхты, так что сила давления ветра на парус имеет кроме составляющей вдоль ОП, F_{\parallel} , еще и значительную перпендикулярную ОП составляющую, F_{\perp} , которая приводит к сносу яхты в сторону от курса. Чтобы это предотвратить, используют «шверт» (тонкую выдвигающуюся пластину) (см. рис. 5). Он значительно увеличивает силу сопротивления со стороны воды в перпендикулярном ОП направлении, $F_{\perp c} \approx \alpha x v_{\perp}^2$, но и немного увеличивает силу сопротивления вдоль ОП, $F_{\parallel c} \approx (k + \gamma x) v_{\parallel}^2$ (здесь α, γ, k – известные коэффициенты, x – длина, на которую выдвинут шверт, v_{\parallel}, v_{\perp} – проекции скорости яхты на соответствующие направления).

- А) Найдите проекции v_{\parallel}, v_{\perp} скорости яхты при движении «в лавировку».
- В) Чему равно время, необходимое для перемещения яхты на расстояние S , при ее движении точно против ветра (т.е. $\beta = 0$)?
- С) Считая скорость сноса яхты малой, найдите оптимальную длину выдвинутой части шверта.
- Д) При курсах с $\beta_0 > 45^\circ$ делают поправку на снос, т.е. ОП яхты направляют под немного меньшим углом $\beta_1 = \beta_0 - \Delta\beta$. Считая зависимость скорости от угла $\nu(\beta)$ известной, найдите скорость яхты при курсе с β_0 .
- Е) Как по диаграмме скоростей можно определить оптимальный угол $\Delta\beta$?
- Ф) При движении «в лавировку» сила F_{\perp} создает значительный момент, опрокидывающий яхту. Чтобы ее удержать, яхтсмену приходится «откренивать», т.е. выносить свой вес за яхту, держась с помощью специальной снасти, «трапеции». Поэтому скорость ветра, при которой яхта не перевернется, ограничена. Считая силу давления ветра на парус пропорциональной квадрату скорости ветра, найдите, во сколько раз уменьшается максимальная скорость ветра, при которой яхта не перевернется, за счет использования шверта. Считайте, что точка приложения силы F_{\perp} находится на высоте h от уровня воды, а силы $F_{\perp c}$ – на глубине примерно равной $x/2$.

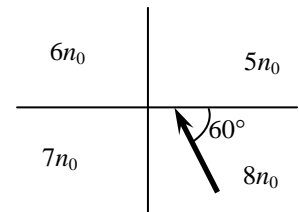


Рис. 1

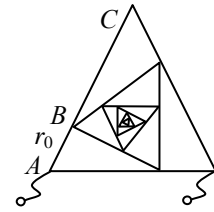


Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4

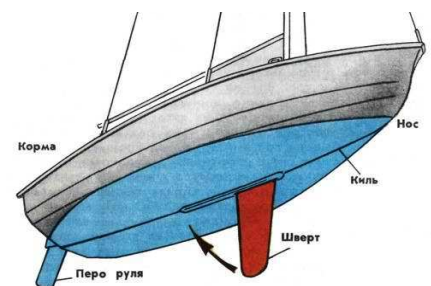


Рис. 5

