

## Инженерная олимпиада

10 класс, 2025/26 год, отборочный этап

1. Узлом в мореплавании называется скорость, равная 1 морской миле (1852 м) в час. Название этой единицы скорости — узел — связано со способом измерения скорости кораблей. С борта корабля в воду сбрасывалась дощечка, привязанная к длинной верёвке (лаглиню), намотанной на катушку (вьюшку). Дощечка привязана к верёвке так, что в воде она располагалась перпендикулярно ходу судна и практически сразу останавливалась относительно воды. Корабль уходил вперёд, а катушка разматывалась, стравливая верёвку. На верёвке на равных расстояниях друг от друга завязывались узлы. Матрос, проводящий измерение скорости корабля, пропускал стравливаемую верёвку через руку и считал узлы, прошедшие через руку за 1 минуту. Расстояние между узлами подбиралось так, чтобы один прошедший через руку за 1 минуту узел соответствовал скорости корабля 1 морская миля в час. Каким должно быть расстояние между узлами? Какой будет скорость 12 узлов в километрах в час? А какой будет скорость 40 км/час в узлах?

$$v_2 = 12 \cdot 1.852 \text{ км/ч} = 22.224 \text{ км/ч} = 12 \cdot \frac{1852}{1609} \text{ уз} = 12 \cdot \frac{10}{11} \text{ уз} = 10.91 \text{ уз}$$

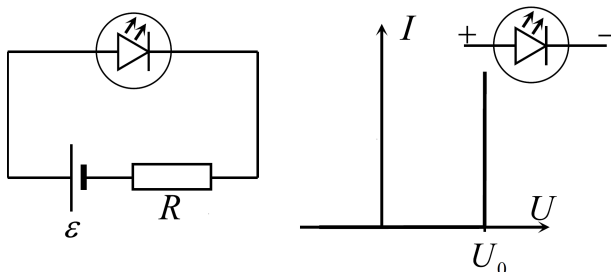
2. Расход бензина автомобиля составляет  $m = 80$  г на  $\Delta s = 1$  км пути при его скорости  $v_1 = 72$  км/ч. Считая, что сила сопротивления движению автомобиля пропорциональна квадрату его скорости, найдите, какую мощность должен развивать двигатель при скорости  $v_2 = 108$  км/ч. Коэффициент полезного действия двигателя  $\eta = 30\%$ , удельная теплота сгорания бензина  $q = 44 \cdot 10^6$  Дж/кг.

$$P = \frac{m \cdot q \cdot v_2^3}{v_1^3 \cdot \eta} = \frac{0.08 \cdot 44 \cdot 10^6 \cdot 108^3}{72^3 \cdot 0.3} = 171.28 \text{ кВт}$$

3. Имеется два одинаковых калориметра, в которые налито одинаковое количество воды: в первый — с температурой  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ , во второй — с температурой  $t_2 = 100^\circ\text{C}$ . Кроме того, в первом калориметре находится некоторое тело. Когда тело вытаскивают из первого калориметра и перекладывают во второй, в нём устанавливается температура  $t_x = 63^\circ\text{C}$ . Какая температура установится в первом калориметре, если тело вытащить из второго калориметра и снова опустить в первый? Всеми потерями тепла пренебречь.

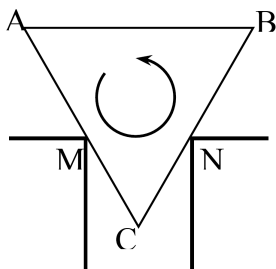
$$t_1 = \frac{t_2 - t_1}{(1 - x_1)(x_2 - t_1)} + t_2 = 63$$

4. Вольтамперная характеристика светодиода (зависимость тока, текущего через светодиод от напряжения на нём) приведена на рисунке справа; напряжение открытия диода  $U = 3$  В. Известно, что если мощность энерговыделения на светодиоде превосходит значение  $P_m = 100$  мВт, светодиод перегорает. Светодиод включают в электрическую цепь вместе с идеальным источником ЭДС  $\mathcal{E} = 6$  В и токоограничивающим резистором, функция которого заключается в ограничении тока в цепи (см. рисунок слева). При каком минимальном значении  $R$  светодиод не перегорит?



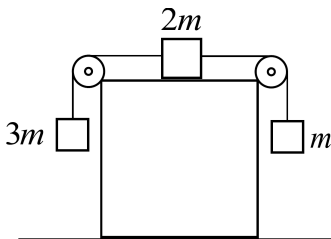
$$R_{\min} = \frac{\mathcal{E} - U_0}{I_{\max}} = 10 \text{ Ом}$$

5. Вырезанный из листа фанеры равносторонний треугольник  $ABC$  движется в своей плоскости так, что его боковые стороны скользят по опорам  $M$  и  $N$  (см. рисунок). Угловая скорость треугольника постоянна и равна  $\omega$ . Найти скорость и ускорение точки  $C$  в тот момент времени, когда сторона треугольника  $AB$  горизонтальна. В этот момент  $CM = CN$ ,  $MN = a$ .



$$v_C = \frac{\omega a}{\sqrt{3}}$$

6. На гладкой горизонтальной поверхности расположен куб, на двух верхних рёбрах которого укреплены два блока. Через блоки перекинута невесомая и нерастяжимая нить, к концам которой прикреплены три тела массами  $m$ ,  $2m$  и  $3m$  (см. рисунок). Какой горизонтальной силой нужно действовать на куб, чтобы он покоился? Трение между всеми поверхностями отсутствует.



$$F = 2mg$$