

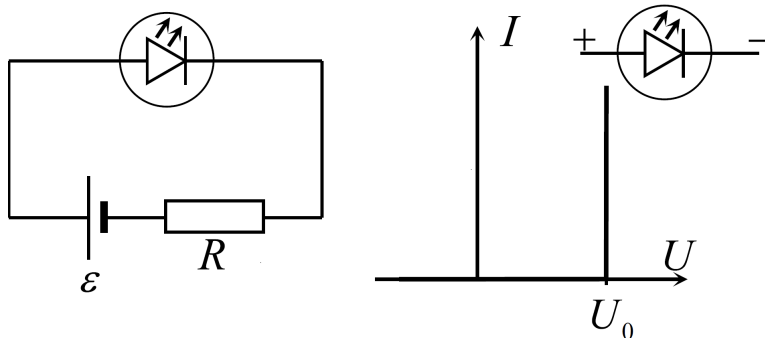
Инженерная олимпиада

11 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?

$$\varepsilon \frac{1852}{101} = 22,224 \text{ км/ч, } v_2 = 12 \cdot \frac{1852}{101} = 222,224 \text{ км/ч}$$

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

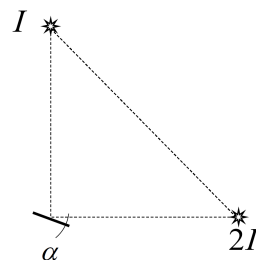


$$P_m = 100 \text{ мВт} = \frac{U_0 \cdot I_0}{1000} = 100 \text{ мВт}$$

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.

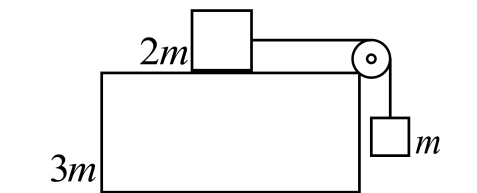
$$t_1 = \frac{t_2 - t_x}{t_2 - t_1} t_1 + t_x = 63^\circ \text{C}$$

4. В вершинах острых углов прямоугольного равнобедренного треугольника расположены источники света с интенсивностью I и $2I$ (см. рисунок). Под каким углом α к катету, направленному к более интенсивному источнику, нужно расположить маленькую пластинку в вершине прямого угла, чтобы её освещённость была максимальна? Чему равна эта освещённость, если катеты треугольника равны a . Интенсивностью источника света называется световая энергия, излучаемая источником в единицу времени. Освещённостью площадки называется световая энергия, падающая на единицу площади площадки в единицу времени.



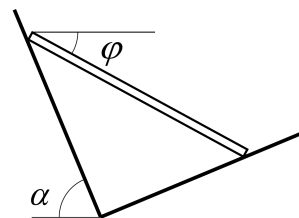
$$\alpha_m = \arctg 2, E_{\max} = \frac{\sqrt{5}I}{2} \frac{4\pi a^2}{2}$$

5. Тело массой $3m$ расположено на шероховатой горизонтальной поверхности. Коэффициент трения между телом и поверхностью равен μ_2 . На ребре тела укреплен невесомый блок. Через блок переброшена нить, концы которой прикреплены к телам m и $2m$ (см. рисунок). Коэффициент трения между большим и верхним телом равен μ_1 . При каких значениях коэффициентов трения μ_1 и μ_2 большое тело будет неподвижным?



$$\mu_1 \leq 0,5 \text{ или } \mu_2 \leq \frac{\mu_1(2+2\mu_1)}{2-4\mu_1}$$

6. Массивный стержень, расположенный в вертикальной плоскости, опирается своими концами на две гладкие взаимно перпендикулярные плоскости, одна из которых наклонена под углом α к горизонту (см. рисунок, $\alpha > 45^\circ$). При каком угле φ между стержнем и горизонтом стержень будет находиться в равновесии? Будет ли это равновесие устойчивым?



$$\varphi = 90^\circ - \alpha$$