

**Задачи заключительного тура  
Инженерной олимпиады школьников, 9-10 класс,  
2018-2019 учебный год**

1. Имеются две лампочки - одна мощностью  $P_1 = 110$  Вт рассчитана на работу в бытовой электрической сети напряжением  $U_1 = 220$  В. Вторая лампочка от карманного фонарика рассчитана на напряжение  $U_2 = 3,5$  В и силу тока  $I_2 = 0,28$  А. Лампочки соединяют последовательно и подключают к бытовой электрической сети. Перегорит ли какая-нибудь из лампочек? Считать, что нити накала лампочек в любой момент времени имеют сопротивление рабочего режима.

2. Инженеры-взрывотехники, изучая взрыв экспериментального субъядерного заряда, установили, что сразу после взрыва заряд превращается в шарообразное однородное облако мельчайшей пыли радиуса  $R$  и плотности  $\rho_0$ . Начальная скорость  $v$  каждой пылинки облака направлена от его центра и пропорциональна расстоянию  $r$  от нее до центра облака:  $v = Hr$ , где  $H$  - известный коэффициент. Считая, что в дальнейшем скорости пылинок не меняются, определите плотность пыли на расстоянии  $x$  от центра облака через время  $t$  после взрыва.



3. К стене прислонили и удерживают обруч. В одной точке в стене «внутри» обруча в стену вбили гвоздь так, что обруч касается его (см. рисунок). Найти геометрическое место точек стены, в которые нужно вбить второй гвоздь внутри обруча, чтобы обруч оставался неподвижным. Ответ обосновать (даже правильный ответ без обоснования засчитываться не будет).

4. В распоряжении инженера имеются пять электрических лампочек: три - номинальной мощностью  $P_1 = 40$  Вт и две - номинальной мощностью  $P_2 = 60$  Вт. Все лампочки рассчитаны на напряжение  $U = 110$  В. Как следует подключить эти лампочки к бытовой электрической сети напряжением  $U_1 = 220$  В, чтобы все они горели нормальным накалом?

5. Имеется плоская металлическая пластинка. Если пластинку расположить перпендикулярно солнечным лучам, то ее освещенная сторона будет иметь температуру  $t_1 = 50^\circ\text{C}$ , а противоположная сторона - температуру  $t_2 = 30^\circ\text{C}$ . Какими будут температуры освещенной и теневой сторон, если взять пластину удвоенной толщины? Считать, что пластинка очень тонкая и отдает энергию окружающей среде благодаря теплопроводности. Температура окружающей среды -  $t_0 = 25^\circ\text{C}$ . Указание. В установившемся режиме поток тепла между телами пропорционален разности их температур и площади контакта, и обратно пропорционален расстоянию между ними (закон теплопроводности Фурье).

6. Работая в секретной военной лаборатории Чебурашка и крокодил Гена синтезировали необычный материал. Его удельная теплоемкость  $c$  зависит от температуры  $t$  в шкале Цельсия по

закону:  $c(t) = c_0(1 + \gamma t)$ , где  $c_0 = 2,1 \cdot 10^3$  Дж/(кг·град) и  $\gamma = 0,05$  град<sup>-1</sup> – известные постоянные.

Образец данного материала массой  $m = 0,5$  кг и начальной температурой  $t_0 = 0^\circ\text{C}$  бросают в воду массой  $2m$  и температурой  $t_1 = 45^\circ\text{C}$ . Какая установится температура? Удельная теплоемкость воды  $c = 2c_0 = 4,2 \cdot 10^3$  Дж/(кг·град), потерями тепла пренебречь.