

**Межрегиональные предметные олимпиады КФУ**  
**профиль «Физика»**  
**заключительный этап (разбор задач)**  
**2021-2022 учебный год**  
**9 класс**

Задача 1. (18 б.)

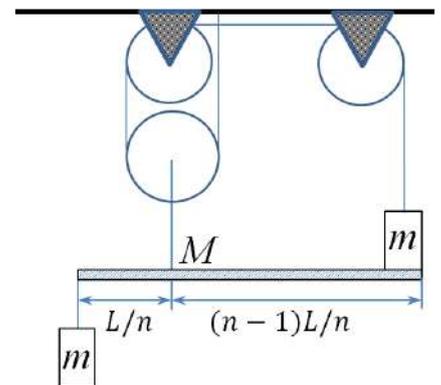
В мембране нервной клетки при открытии ионных каналов по ним протекает электрический ток до  $I = 5 \text{ пА} = 5 \cdot 10^{-12} \text{ А}$  в каждом одиночном канале. При этом каналы могут открываться синхронно и группироваться с плотностью до 10000 ионных каналов на  $1 \text{ мкм}^2$  ( $1 \text{ мкм} = 10^{-6} \text{ м}$ ), т.е.  $n = 10000/\text{мкм}^2$ . Найти, какой мощности должна быть электрическая лампочка, чтобы при ее включении в сеть 220В по стандартному проводу медной электропроводки с сечением  $S = 2.5 \text{ мм}^2$  в ней была бы такая же плотность тока (ток через единичное поперечное сечение). Найти также величину этого тока.

Задача 2. (24 б.)

Некоторое количество олова залито в тонкостенную стальную форму, подвешенную за тонкую ручку. В олово вплавлен термостойкий электрический нагревательный элемент постоянной мощности. Было замечено, что с момента достижения температуры плавления олова ( $T_0 = 232 \text{ }^\circ\text{C}$ ) до полного перехода олова в жидкую фазу прошло  $t_1 = 20$  минут. После этого температура олова повысилась до  $T_1 = 640 \text{ }^\circ\text{C}$ , причем последние  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  были достигнуты за  $t_2 = 3$  минуты. После отключения нагревательного элемента олово остыло до температуры плавления. Остывание с  $243 \text{ }^\circ\text{C}$  до  $233 \text{ }^\circ\text{C}$  при этом заняло  $t_3 = 6$  минут. Сколько приблизительно времени потребуется для кристаллизации всей массы олова, охлажденного до температуры плавления, в данных условиях? Примерно до какой температуры можно нагреть данный сосуд с оловом этим нагревателем в таких условиях? Теплоемкостью формы и нагревательного элемента можно пренебречь. Зависимостью теплоемкости олова от температуры пренебречь. Окружающая температура  $32 \text{ }^\circ\text{C}$ . Температура плавления стали  $1400 \text{ }^\circ\text{C}$ , температура кипения олова  $2620 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Задача 3. (20 б.)

Система представляет собой однородную доску массы  $M$ , два маленьких груза массы  $m$ , идеальные блоки и невесомые нерастяжимые нити. Правый груз лежит на краю доски (см. рисунок). Найдите силу натяжения нити, прикрепленной к правому грузу ( $T$ ). При каких значениях  $n$  и отношения  $m/M$  в системе будет достигаться равновесие для горизонтального положения доски?



Задача 4. (18 б.)

Точечный источник света находится на главной оптической оси собирающей линзы на расстоянии  $d > F$  от линзы, где  $F$  – фокусное расстояние линзы (известно). Где за линзой нужно разместить перпендикулярное оптической оси плоское зеркало, чтобы

- а) действительное изображение источника совпало с самим источником?
- б) отразившиеся от зеркала и повторно прошедшие через линзу лучи образовали параллельный пучок?

Задача 5. (20 б.)

Открытый цилиндрический сосуд высотой  $H = 1$  м и сечением  $S = 0.4$  м<sup>2</sup> имеет небольшое отверстие около дна. Если сосуд наполнен до краев, то из отверстия за 2 минуты выливается 4 литра воды. Над сосудом открывают кран, из которого выливается  $\mu_1 = 25$  мл воды в секунду. На каком уровне установится уровень воды в сосуде при открытом кране и отверстии?