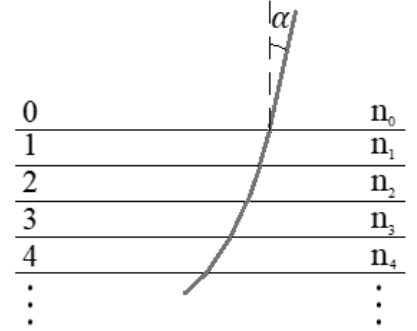


Межрегиональные предметные олимпиады КФУ
профиль «Физика»
заключительный этап
2023/24 учебный год
10 класс

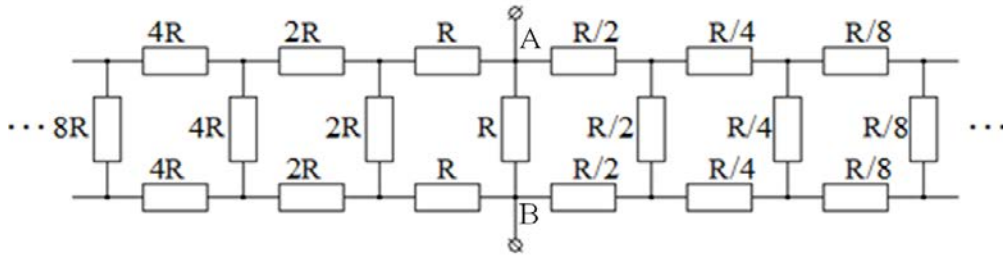
Задача 1. (20 б.)

Световой луч проходит через систему, состоящую из прозрачных плоских параллельных слоев. Он падает из начальной среды (пронумерованной как 0) под углом α от перпендикуляра в первый слой. Показатели преломления слоев различны. Для них справедливо рекуррентное соотношение $n_i = \gamma n_{i-1}$, причем $\gamma < 1$. В какой по счету слой луч не сможет проникнуть? Предполагается, что n_0 достаточно велик, чтобы показатель преломления в этом слое был больше 1. Дайте ответ для $\alpha = 30^\circ$, $\gamma = 2^{-0,12}$. Ответ в общем виде приветствуется, но не обязателен для достижения максимального балла.



Задача 2. (20 б.)

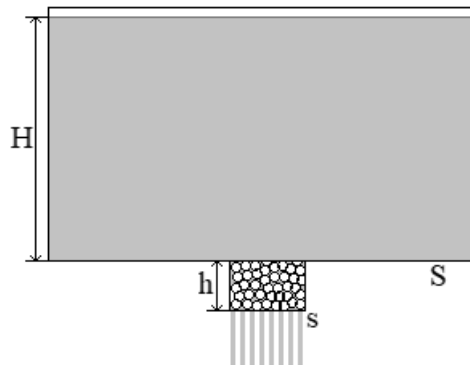
Найти сопротивление между точками А и В бесконечной цепи, изображенной на рисунке. Сопротивления резисторов указаны на рисунке.



Задача 3. (20 б.)

Ко дну сосуда площадью S снизу прикреплена коробочка высотой h и площадью основания s . Коробочка заполнена большим числом N одинаковых шариков, объем каждого из которых равен v . Шарики распределены хаотически таким образом, что образуемая ими среда в целом изотропна*. Сосуд заполнен жидкостью до уровня H . Оцените время, за которое объем ΔV будет вытекать из коробочки при установившемся течении. Уровень жидкости H в сосуде поддерживается постоянным. У верхнего и нижнего основания коробочки для жидкости нет никаких препятствий (решетки, крепления и т. д.), при этом шарики прочно скреплены между собой и со стенками коробочки. Капиллярными силами и вязким трением пренебречь.

*Изотропная среда — такая область пространства, физические свойства которой не зависят от направления.



Задача 4. (20 б.)

Для нагрева воздуха в помещении (далее - внешняя или окружающая среда) используют масляный обогреватель. Масляный обогреватель оснащен терморегулятором релейного типа, который работает следующим образом: при падении температуры масла ниже заданной температуры T_y (называемой температурой уставки) на небольшую величину ΔT (то есть температура масла равна $T_y - \Delta T$), нагреватель включается, идет нагрев. Когда температура масла достигает величины $T_y + \Delta T$, нагреватель отключается, масло остывает. Далее процесс повторяется.

Температура включенного нагревателя $T_n > T_y + \Delta T$. Площадь нагревателя S_n , его коэффициент теплоотдачи α_n . Площадь теплоотдачи обогревателя во внешнюю среду S_b , соответствующий коэффициент теплоотдачи α_b . Рабочий объем обогревателя заполнен маслом, масса которого m , а удельная теплоемкость c . Теплоемкостью корпуса пренебречь. Температура окружающей среды $T_b < T_y - \Delta T$, на обогревателе выставлена температура уставки T_y . Считать, что $\Delta T \ll T_n - T_y, T_y - T_b$.

- 1) Найдите период между включениями терморегулятора (от включения до следующего включения нагревателя) в установившемся режиме работы прибора.
- 2) Получите вид зависимости соответствующей (полученному в пункте 1 периоду) частоты от разности температур уставки и внешней среды $T = T_y - T_b$ (при $T_y = const$) и постройте схематично график этой зависимости. Объясните полученный результат.

Для простоты считать нагреватель идеальным (мгновенно нагревающимся и остывающим), теплопроводность масла высокой (температура масла во всех точках объема одинакова).

Задача 5. (20 б.)

Один моль идеального одноатомного газа находится в расположенном горизонтально цилиндрическом сосуде. Порция газа ограничена вертикальным герметичным поршнем, который может двигаться вдоль оси цилиндра без трения. К поршню и дну сосуда прикреплена горизонтальная идеальная пружина (см. Рисунок). В начальном состоянии температура газа равна температуре окружающей среды, пружина не деформирована. Объемом пружины можно пренебречь. Если начальную температуру газа, ограниченного поршнем, повысить в η раз, то объем газа повысится в μ раз. Найдите теплоёмкость **газа**, ограниченного поршнем, в **начальном** состоянии.

