

**Физическая справка:**

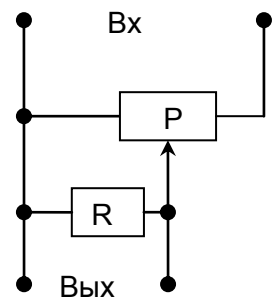
- Ускорение свободного падения  $9.8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$
- Масса Солнца  $2 \times 10^{30} \text{ кг}$
- Радиус Солнца  $7 \times 10^8 \text{ м}$
- Гравитационная постоянная  $6.7 \times 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$
- Постоянная Планка  $6.6 \times 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
- Скорость света  $3 \times 10^8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$
- Постоянная Больцмана  $1.38 \times 10^{-23} \text{ Дж} \cdot \text{К}^{-1}$
- Универсальная газовая постоянная  $8.3 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$

**Задание 1. Невидимые звёзды (25 баллов)**

Известный британский астроном конца 18 века, проводивший также исследования в области оптики и гравитации, сделал предположение, что во Вселенной может существовать множество звёзд, с размерами в сотни раз превышающими размеры Солнца, которые, тем не менее, не могут быть увидены с больших расстояний. Считая плотность таких звёзд равной средней плотности Солнца, оцените минимальный радиус такой звезды.

**Задание 2. Регулятор громкости (25 баллов)**

Найти относительный уровень выходного сигнала  $y$  (в долях от входного) для схемы с потенциометром от положения его движка  $x$ , где  $0 \leq x \leq 1$ . Какие значения  $R$  и  $P$  необходимо выбрать для получения зависимости наиболее близкой к экспоненциальной  $y \sim e^x$ ? Подобные схемы часто используются для “естественного” регулирования уровня звука. Для простоты удобно принять  $R_{\text{вых}}(x=0) = 0 \text{ Ом}$ .



**Задание 3. Посадочные манёвры (20 баллов)**

Орбитальная станция Ares-3 со спускаемым модулем подлетает к Марсу по параболической траектории. В момент выхода на круговую орбиту происходит запуск тормозного двигателя, работающего непродолжительное время, после чего завершается выход на орбиту радиуса  $R_0$ . Высота орбиты над поверхностью планеты совпадает с высотой точки наибольшего сближения первоначальной траектории. Определить насколько изменилась скорость корабля во время этого манёвра. Масса Марса  $M_M$ .

**Задание 4. Дырявый метеозонд (30 баллов)**

Метеозонд наполняют смесью гелия и воздуха в равных молярных пропорциях. Однако в нем оказывается небольшое отверстие, через которое содержимое устремляется наружу. Найдите молекулярный состав пучка, покидающего шарик в начальный момент времени. Считать, что средние энергии молекул зависят только от температуры и воздух состоит из 25% кислорода и 75% азота.

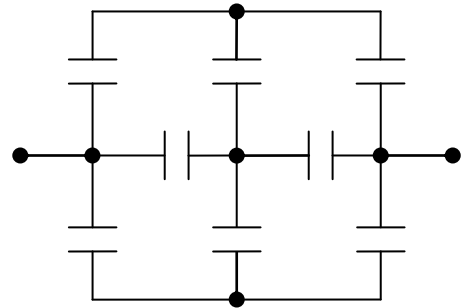
Время выполнения заданий – 180 минут. Максимальное количество баллов – 100

**Задание 1. Орбитальный зонд (30 баллов)**

Космический корабль подходит к неисследованной планете по параболической траектории. В момент максимального сближения кратковременно включается тормозной двигатель, и корабль выходит на круговую орбиту, высота которой над поверхностью планеты совпадает с высотой точки наибольшего сближения первоначальной траектории. Определить какую часть массы корабля должно составлять топливо, если известно, что масса планеты  $M$ , масса корабля  $m$ , радиус орбиты  $R$ .

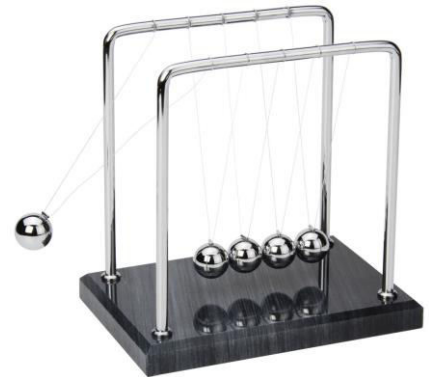
**Задание 2. Емкостный коллапс (20 баллов)**

Определить общую ёмкость электрической цепи из одинаковых конденсаторов, изображённой на рисунке. Ёмкость одного элемента считать равной  $C$ .



**Задание 3. “Колыбель Ньютона” (20 баллов)**

Настольная антистресс-инсталляция, известная как “Колыбель Ньютона” часто встречается в кабинетах физики. Ее используют для демонстрации законов сохранения энергии и импульса. Однако в реальных физических системах потерь энергии избежать нельзя, и колебания рано или поздно затухают. Известно, что, если крайний шарик отклонить от положения равновесия на угол  $\alpha$ , то шарик с противоположного конца колыбели поднимется на угол  $\beta$ . На какой угол отклонится первый шар после  $n$ -го цикла соударений, если считать, что при каждом соударении в тепло переходит одна и та же доля потенциальной энергии деформации?



**Задание 4. Новый русский процессор (30 баллов)**

В НИИ им. Скулкова разработали новый микропроцессор. Он представляет квадратный чип со стороной 2 см, который разделен на 13 рабочих секторов по следующему правилу: каждый новый сектор представляет собой квадрат со вдвое меньшей стороной, отделенный от предыдущего разметкой, как на рисунке справа. Как только в процессе работы на испытательном стенде сектора с нечетными номерами нагрелись до температуры  $T_1 = 50^\circ\text{C}$ , а с четными – до  $T_2 = 90^\circ\text{C}$ , испытания остановили. Определите установившуюся после остановки испытаний температуру кристалла. Толщина изобретения всего 3 мм, удельная теплоемкость материала кристалла  $760 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ , а плотность  $2.3 \text{ г}/\text{см}^3$ . Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

