

## Олимпиада по физике СПбПУ, 2023 г.

1. Два квадрокоптера летают на разных фиксированных высотах по концентрическим окружностям разного радиуса, но все время находятся на одной прямой относительно оператора, стоящего на земле. Оператор ошибся и коптер, летевший на меньшей высоте, начал ускоряться. В момент времени, когда они снова оказались на одной прямой с оператором, скорости коптеров стали одинаковыми. При этом коптер, который двигался равноускоренно, сделал  $n = 5$  оборотов. По окружности какого радиуса летел ускоряющийся коптер, если второй летел по окружности радиуса  $r_2 = 24$  м?

2. На гладком столе находится легкий горизонтально расположенный теплоизолированный сосуд постоянного сечения, разделенный тонкими вертикальными теплонепроницаемыми перегородками на три равные части. В одной части сосуда находится  $m_1 = 12$  г гелия при температуре  $t_1 = -23^\circ\text{C}$ , во второй части  $m_2 = 64$  г кислорода при температуре  $t_2 = +7^\circ\text{C}$  и в третьей части  $m_3 = 28$  г азота при температуре  $t_3 = +27^\circ\text{C}$ . Перегородки быстро убирают и газы перемешиваются. Сдвинется ли сосуд на столе? Если да, то куда и на сколько? Площадь поперечного сечения сосуда  $S = 0,01$  м<sup>2</sup>, установившееся в итоге перемешивания давление газов  $P = 1,5$  МПа.

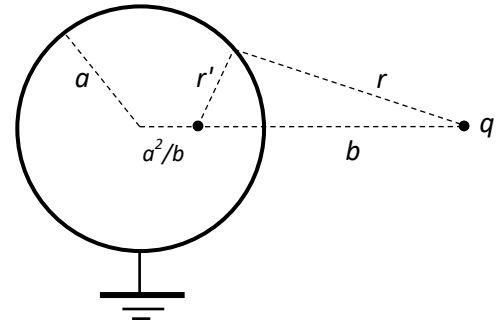


3. Получить выражение для поверхностной плотности электрических зарядов, индуцированных на поверхности незаряженной заземленной проводящей сферы радиусом  $a$ , если на расстоянии  $b$  от центра сферы расположен точечный заряд  $q$ .

*Указание:* Данное выражение получить как функцию полярного угла, отсчитываемого от прямой, соединяющей центр сферы и точечный заряд.

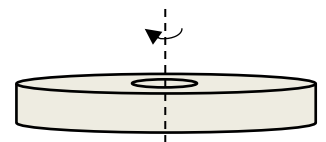
*Подсказка 1:* Сфера является эквипотенциальной поверхностью для поля, создаваемого двумя неравными точечными зарядами.

*Подсказка 2:* Сфера – геометрическое место точек, отношение расстояния от которых до двух заданных точек постоянно и не равно единице.



4. В известном опыте маленький диэлектрический шарик подвешивают на очень длинной нити и помещают между вертикально расположенными обкладками плоского воздушного конденсатора. Конденсатор при этом подключают к источнику постоянного напряжения  $U$ . Если шарик толкнуть в сторону одной из пластин так, чтобы он её коснулся, то он начнет совершать колебания между пластинами, попеременно касаясь каждой из них. При этом в установившемся режиме колебаний источник напряжения будет отдавать некоторый средний ток  $I$ . Определите заряд, который накапливает шарик, если его масса  $m = 10$  г, напряжение на конденсаторе  $U = 20$  кВ, расстояние между обкладками  $d = 20$  см, средний ток через конденсатор  $I = 40$  нА. Известно, что если этот шарик сбросить с большой высоты, то его предельная скорость будет равна  $v = 30$  м/с. Силу сопротивления считать пропорциональной квадрату скорости, соударение шарика с обкладками – абсолютно упругим. Размерами шарика пренебречь по сравнению с размерами конденсатора, а нить считать невесомой.

5. Однородный тонкий непроводящий диск имеет концентрическое отверстие радиусом одна четверть от радиуса диска. Масса диска  $m$ . По диску равномерно распределен заряд  $q$ . Найдите гиромангнитное отношение такого диска. (Гиромангнитным отношением называется отношение величины проекции магнитного момента к величине проекции механического момента импульса).



6. Используя постулаты Бора вывести для атома водорода формулу квантования энергии электрона. Используя полученный результат определить длину волны, соответствующую четвертой линии серии Бальмера. К какому спектральному диапазону она относится?