

## Олимпиада «Надежда энергетики» по физике

11 класс, 2021 год

1. Каждый год студенты НИУ «МЭИ», участники туристическо-поискового клуба «Горизонт», отправляются в походы по разным местам нашей страны. Свои фоторепортажи они показывают на выставках в фойе главного учебного корпуса. На этом снимке изображен лес, сфотографированный с берега озера. Как определить, где расположено отражение леса в воде: на верхней или на нижней части фотоснимка? Объясните свой ответ при помощи графических построений световых лучей. Яркость, четкость и контрастность верхней и нижней половины фотографии одинаковы.



Отражение леса расположено в верхней части снимка

2. Учащиеся школы №1502 «Энергия» во время своей летней учебной практики в НИУ «МЭИ» изготовили модель плоского конденсатора. Она представляла собой два больших гладких алюминиевых диска, расположенных горизонтально на расстоянии  $d = 1$  см друг от друга. Школьники обнаружили, что заряженный конденсатор быстро разряжается, предположительно из-за наличия ионов в воздухе. После того как модель конденсатора поместили в герметичный сосуд, откачали воздух и зарядили до разности потенциалов между пластинами  $U = 1000$  В, сила тока разрядки заметно уменьшилась и стала равна  $I = 0,275$  нА. Ученики выдвинули предположение, что в зазоре конденсатора осталась пылинка, которая и приводила к разрядке конденсатора. Определите плотность материала пылинки, считая её очень маленьким металлическим шариком. Столкновение пылинки с обкладкой конденсатора считать абсолютно неупругим ударом. Действием силы тяжести пренебречь.

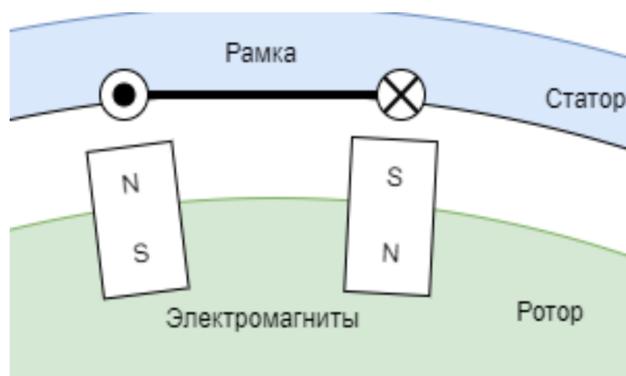
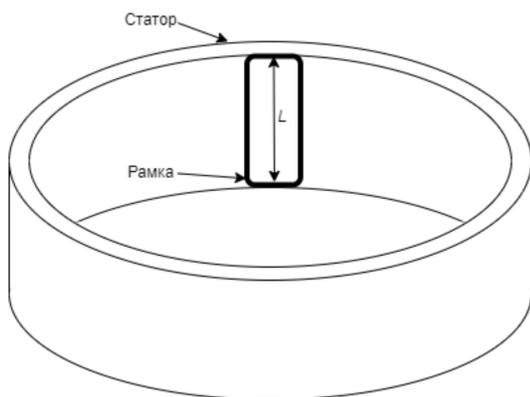
$$\rho = \frac{U^2 \epsilon_0}{2 d I} = 1,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

3. Кафедра Атомных электростанций НИУ «МЭИ» первой в мире начала подготовку инженеров для атомной энергетики в 1954 году. Известно, что для осуществления управляемой цепной реакции в ядерном реакторе на «тепловых» нейтронах требуется замедление нейтронов, возникающих при делении ядерного топлива. В качестве замедлителей в реакторе используют вещества, содержащие атомы лёгких элементов: вода, графит, бериллий и др. Объясните, с чем связан такой выбор и постройте график зависимости относительной потери энергии нейтрона  $\Delta W/W_0$  от  $M/m$ . Столкновение нейтрона массой  $m$  и энергией  $W_0$  с неподвижным ядром вещества замедлителя массой  $M$  можно считать абсолютно упругим центральным ударом.

4. Некоторое количество аргона находится в вертикальном цилиндрическом сосуде под массивным поршнем, который плотно прилегает к стенкам сосуда. К центру поршня сверху прикреплена пружина, соединенная другим концом с крышкой сосуда. Первоначально газ находился в таком состоянии, что пружина не была деформирована. После того как газу сообщили количество теплоты  $Q = 760$  Дж, его объем увеличился в 2 раза, а давление увеличилось в 3 раза. Определите энергию упругой деформации пружины в конечном состоянии. Поршень перемещается без трения, крышка сосуда негерметична.

жГ 08

5. Гидрогенератор на ГЭС устроен следующим образом: в статоре генератора размещены прямоугольные рамки, состоящие из нескольких витков толстого медного провода, как показано на рис. 1. На вращающемся внутри статора роторе генератора закреплены электромагниты, расположенные так, чтобы при вращении ротора северный и южный полюса соседних магнитов одновременно находились напротив вертикальных сторон одной и той же рамки (см. рис. 2). В статор вмонтировано  $n = 24$  последовательно соединенных рамки, модуль магнитной индукции однородного магнитного поля в зазоре между полюсами магнитов и статором равен  $B = 1$  Тл, радиус ротора  $R = 3$  м, ротор вращается с частотой  $\nu = 120$  об/мин. Каждая рамка содержит  $N = 10$  витков и, так же как и полюса всех магнитов, имеет высоту  $L = 1$  м. Определите максимальное напряжение на выходе такого генератора. Толщиной воздушного зазора между ротором и статором можно пренебречь.



$$U = 4\pi n R \nu B L N \approx 18 \text{ кВ}$$