

Олимпиада «45 параллель». «Физика» 2024-2025 уч. год

11 класс

1. В романе Питера Бенчли «Челюсти» гигантская акула-людоед нападает на отдыхающих вымышленного острова Эмити. Местный шериф, океанолог и авторитетный рыбак решают дать отпор чудовищу. Акула клюёт на наживку. Герои пронзают акулу несколькими гарпунами, к которым привязаны бочки с воздухом,



рассчитывая потом вытащить выбившуюся из сил акулу на берег. Однако, вопреки ожиданиям, монстр без труда погружается на глубину вместе с бочками. Через некоторое время трос одной из бочек обрывается, и шериф заметил, что бочка выскочила из воды и даже подпрыгнула на некоторую высоту от поверхности. Оцените высоту H , на которую поднялся центр тяжести бочки над уровнем воды. Для расчета принять следующие данные:

- объем бочки **сферической** формы равен 100 литров, масса бочки 5 кг;
- плотность воды 1000 кг/м^3 ;
- сопротивлением воздуха пренебречь;
- потерями энергии при переходе бочки через границу раздела среды вода-воздух пренебречь.
- движение бочки при всплытии в воде считать равномерным и прямолинейным.

Примечание: при быстром движении в воде сферический объект испытывает силу вязкого трения, определяемую формулой:

$$F = k \frac{\rho v^2}{2} S$$

где ρ – плотность воды; $S = \pi r^2$ – площадь сечения сферы, v – скорость движения; $k = 0.47$.

2. В центре системы положительно заряженных колец, изображенных на рисунке 1, находится частица с зарядом $+5 \cdot 10^{-18}$ Кл и массой $2 \cdot 10^{-20}$ кг. Система состоит из пяти одинаковых колец. Первое кольцо лежит в плоскости YOZ. Остальные кольца симметрично повернуты вокруг оси OZ относительно первого кольца с равным шагом угла поворота (Рис. 1).

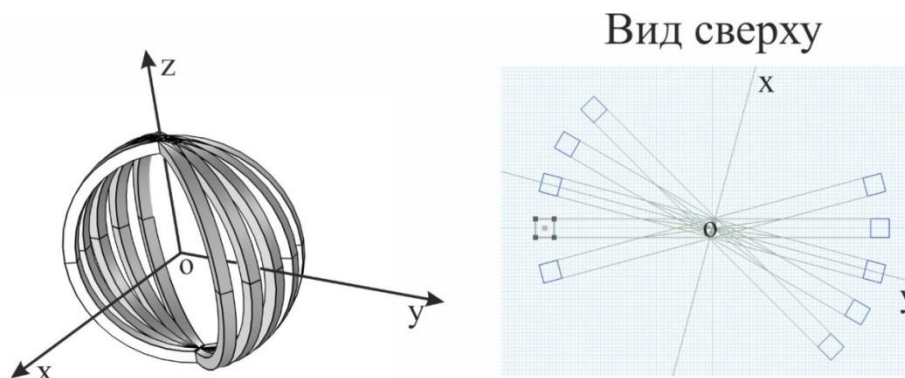


Рис. 1. Изображение системы колец.

В начальный момент времени вдоль оси OX частице придают скорость 2 м/с. Распределение модуля электрического поля вдоль оси OX приведено на графике 2.2. Определите конечную скорость, которую будет иметь частица при разгоне на расстояние 2 см от центра системы. Какова траектория движения частицы? Силой тяжести пренебречь.

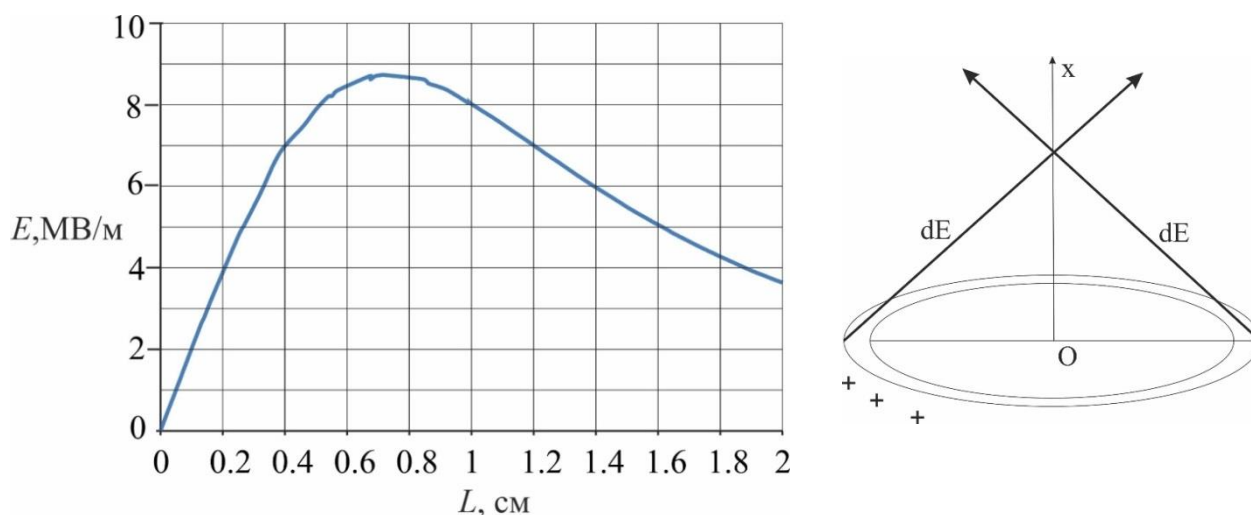
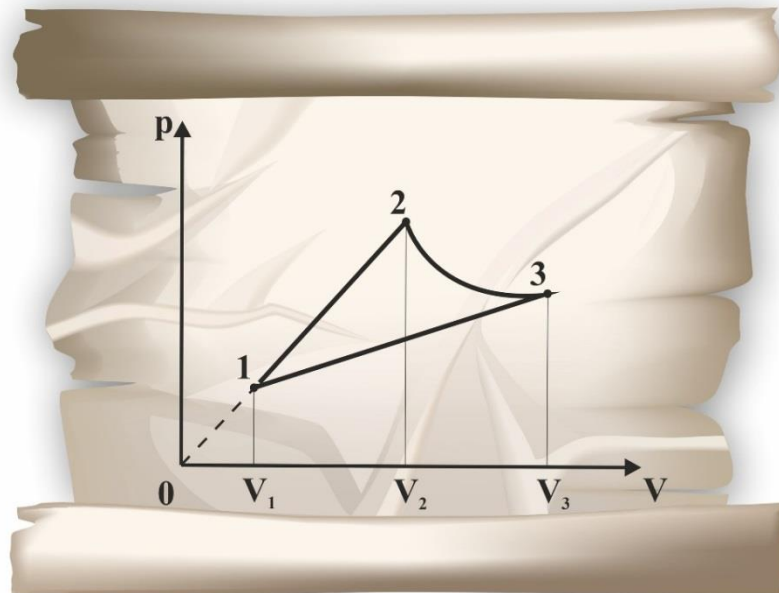


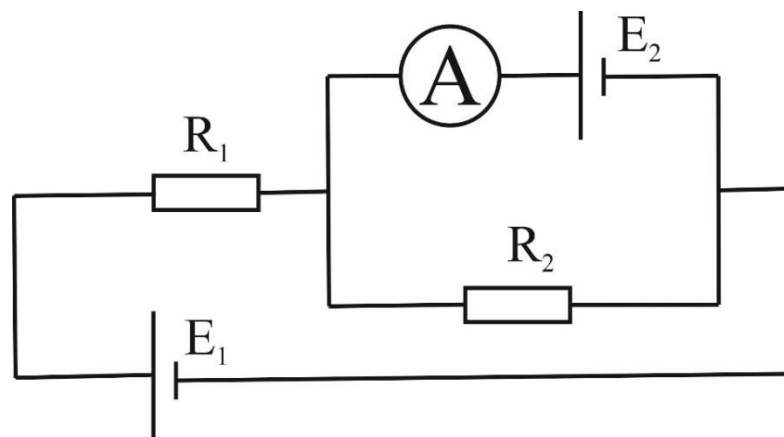
Рис. 2. Распределение напряженности электрического поля системы колец вдоль оси OX.

3. После высадки на ближайшую экзопланету ученые наткнулись на остатки когда-то существовавшей малоразвитой цивилизации. При раскопках был обнаружен чертеж цикла некой тепловой машины,

работающей на идеальном одноатомном газе (см. рис.). Единственные инструкции, уцелевшие под натиском времени, указывают на то, что кривая 2-3 изотерма, и что максимальная температура в цикле больше минимальной в 4 раза. Работа цикла осуществляется в направлении 1-2-3-1. Определите КПД тепловой машины. Точка на оси абсцисс, соответствующая V_2 , лежит ровно посередине между V_1 и V_3 .



4. На рисунке представлена схема электрической цепи. Амперметр имеет внутреннее сопротивление 1 Ом. Определить количество теплоты, которая выделится на амперметре за 10 секунд, если $R_1=10$ Ом, $R_2=5$ Ом, $E_1=20$ В и $E_2=4$ В. Внутренним сопротивлением источников токов пренебречь.



5. Оптическая модель эндоскопа представляет собой оптическое волокно с показателем преломления n_1 , покрытое толстой оболочкой с показателем преломления n_2 . Конец волокна плоский и находится в

контакте с исследуемым материалом с показателем преломления n_3 . (Показатели преломления указаны относительно воздуха.) Определить значение показателя преломления n_1 , при котором через волокно должно быть видно все полупространство под концом волокна. При решении принять $n_2 = 1$, $n_3 = 4/3$.