

Олимпиада «Надежда энергетики» по физике

11 класс, 2019 год

1. В лаборатории волоконной и интегральной оптики кафедры Физики им. В. А. Фабриканта НИУ «МЭИ» исследуются характеристики оптоволоконных кабелей. Из прозрачного материала с показателем преломления $n = \sqrt{2}$ изготовлена длинная тонкая нить кругового поперечного сечения. На её торцевую поверхность падает световой луч под некоторым углом к оси нити. При каком максимально возможном значении этого угла луч проходит по световоду без ослабления? Поясните ваш ответ.

Свет проходит по световоду без ослабления.

2. Для определения свойств электролита в лаборатории Электрохимической энергетики НИУ «МЭИ» был проведён следующий эксперимент. Жидкий электролит массой m с удельным электрическим сопротивлением ρ был налит до высоты h в прямоугольный сосуд, две стенки которого были изготовлены из металла, а дно и другие две стенки — из диэлектрика. Расстояние между диэлектрическими стенками равно a . К металлическим стенкам сосуда приложено напряжение U , а весь сосуд помещён в однородное магнитное поле с индукцией B , линии индукции которого вертикальны. Определите разность уровней электролита между стенками сосуда. Магнитным полем тока в электролите пренебречь.

$$\Delta h = \frac{m}{\rho a^2} \frac{U}{B} \chi$$

3. Автомобиль с мощным двигателем и полным приводом движется прямолинейно с постоянной скоростью. Водитель, желая увеличить скорость, резко нажимает педаль газа и удерживает её в новом положении. Скорость вращения колес практически мгновенно возрастает в k раз и через некоторое время автомобиль снова движется равномерно со скоростью, в k раз больше начальной. Найдите отношение количества теплоты, выделившейся между шинами и дорогой при разгоне автомобиля, к приращению кинетической энергии автомобиля. Коэффициент трения между шинами и дорогой не изменяется, сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

$$\frac{1+\chi}{1-\chi} = \frac{(1-\chi^2)}{2(1-\chi)} = \frac{2M\Delta v}{\rho}$$

4. Плотины многих ГЭС имеют в своей конструкции береговой водосброс, через который отводится избыточная вода из водохранилища во время экстремальных паводков. Такой водосброс представляет собой несколько наклонных бетонных желобов, чередующихся горизонтальными участками с устройствами гашения скорости потока воды. Скорость потока воды перед первым наклонным желобом равна $V_1 = 20$ м/с, а глубина потока $h_1 = 3$ м. Желоб, имеющий постоянное по длине прямоугольное сечение, наклонен под углом 30° к горизонту и имеет длину $L = 50$ м. Определите глубину потока h_2 в конце желоба. Воду считать идеальной жидкостью.

$$h_2 = \frac{v_1^2 \sin^2 \frac{\theta}{2} + \frac{1}{2} \Delta z}{\frac{1}{2} \Delta z} \sqrt{h_1} \quad \Delta z = z_2 - z_1$$

5. Основной объект любой железнодорожной сортировочной станции — «сортировочная горка». Для формирования различных поездов локомотив толкает на горку состав из требуемых вагонов. Вагоны на вершине горки отцепляются по одному и затем скатываются с горки самостоятельно, распределяясь по разным путям с помощью стрелочных переводов. На свой сортировочный путь вагон попадает, двигаясь по инерции. Каждый такой путь закачивается тупиковой призмой с расположенным на ней пружинным упором. Пусть по одному сортировочному пути в какой-то момент едут в направлении тупика $N = 8$ одинаковых вагонов. Расстояние от тупика до ближайшего вагона 100 м, до второго 200 м, до следующих 300 м, 500 м, 800 м, 900 м, 1300 м и 1500 м соответственно. Скорости вагонов в этот момент равны 5,4 км/ч; 9 км/ч; 16,2 км/ч; 21,6 км/ч; 28,8 км/ч; 32,4 км/ч; 43,2 км/ч; 54 км/ч соответственно. Определите, на каком расстоянии от тупика будут находиться вагоны и какие у них будут скорости, когда самый дальний от тупика вагон будет на том же месте, что и в начальный момент (1500 м от тупика), но будет удаляться от тупика. Считать столкновения вагонов с тупиковым упором и между собой абсолютно упругими, сопротивлением движению вагонов пренебречь.

Расстояния: 200, 300, 300, 600, 700, 800, 900, 1100, 1500 м; скорости: 5,4; 9; 16,2; 21,6; 28,8; 32,4; 43,2; 54 км/ч