

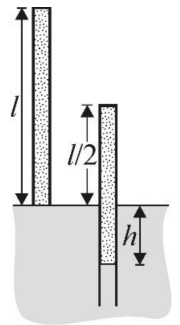
# Олимпиада «Ломоносов» по физике

11 класс, 2024 год

1. Два искусственных спутника движутся в одну сторону вокруг некоторой планеты по круговым орбитам, лежащим в одной плоскости. Космонавты, находящиеся на спутниках, поддерживают связь с помощью лазерного луча, направленного от одного спутника к другому. Периодически спутники на некоторое время оказываются в «слепых» зонах, когда лазерный луч перекрывается планетой, и связь между спутниками прерывается. Найдите длительность  $\tau$  пребывания спутников в одной из таких слепых зон, если радиусы орбит спутников  $R_1 = 6,4 \cdot 10^4$  км и  $R_2 = 10^5$  км, радиус планеты  $r$  составляет несколько тысяч километров, а ускорение свободного падения на поверхности планеты  $g = 9$  м/с<sup>2</sup>. Преломлением луча в атмосфере планеты и влиянием других небесных тел на движение спутников можно пренебречь. *Указание.* Для упрощения расчётов воспользуйтесь приближенной формулой  $\arcsin x \approx x$ , справедливой при малых значениях аргумента  $x$ , выраженного в радианах.

$$\tau = \frac{2(R_1 + R_2) \sqrt{R_1 R_2}}{c} \approx 17923,5 \text{ с} \approx 298 \text{ мин } 43,5 \text{ с}$$

2. Стекло́нная трубка длиной  $\ell = 1$  м, герметично закрытая с одного конца, расположена вертикально открытым концом вниз и заполнена смесью воздуха и насыщенного водяного пара. Трубку медленно погружают в воду на половину её длины. При этом поверхность воды в трубке оказывается на глубине  $h = 0,45$  м. Считая температуру газовой смеси в трубке постоянной, найдите давление  $p_{\text{нас}}$  насыщенных паров воды при этой температуре. Атмосферное давление  $p_0 = 10^5$  Па, плотность воды  $\rho_0 = 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Поверхностное натяжение воды можно не учитывать. Ускорение свободного падения примите равным  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.



$$p_{\text{нас}} = p_0 - \rho_0 g h = 14500 \text{ Па}$$

3. Два одинаковых металлических заряженных шара радиуса  $r = 2$  см находятся на большом расстоянии друг от друга. Один из шаров расположен при этом внутри сферической проводящей заземлённой оболочки радиуса  $R$  так, что их центры совпадают. Через небольшое изолированное отверстие в этой оболочке шары соединяют тонкой длинной проволокой. В результате на шарах устанавливаются заряды  $q_1 = 6 \cdot 10^{-10}$  Кл,  $q_2 = 2 \cdot 10^{-10}$  Кл. Чему равен радиус оболочки  $R$ ?

$$R = \frac{r(b-a)}{a+b} = 3 \text{ см}$$

4. На верхней горизонтальной поверхности слоя жидкости расположен непрозрачный экран с маленьким круглым отверстием. На нижней границе слоя помещено плоское зеркало. Каков будет радиус освещенной области на нижней стороне экрана, если сверху отверстие осветить рассеянным светом? Толщина слоя  $h = 5$  см, показатель преломления жидкости  $n = 1,5$ .

$$R = \frac{2h \sqrt{n^2 - 1}}{n} = 4\sqrt{5} \text{ см}$$

5. Колебательный контур состоит из последовательно соединённых катушки с индуктивностью  $L = 0,3$  Гн, резистора с сопротивлением  $R = 1$  Ом и конденсатора с ёмкостью  $C = 30$  мкФ. В контуре происходят слабо затухающие колебания — потери энергии за каждый последующий период колебаний много меньше энергии, запасённой в контуре в любой момент времени. В некоторый момент времени, когда сила тока в контуре достигает локального максимального значения, напряжение на конденсаторе равно  $U = 2$  В. Какое количество теплоты  $Q$  выделится в контуре за последующий период колебаний? Число  $\pi$  принять равным 3,14. Результат выразите в миллиДжоулях, округлив до целых.

$$\boxed{Q \approx 0,00018 \text{ Дж} = \frac{U^2}{2R} = 0}$$