

Межрегиональные предметные олимпиады КФУ
профиль «Физика»
заключительный этап
2024-2025 учебный год
8 класс

Задача 1. (20 б.) Прямоугольный брусок высотой 6 см имеет структуру из очень мелких пор, которые позволяют веществу при погружении в воду впитывать ее. Этот брусок кладут основанием на поверхность воды, вода начинает проникать в поры бруска, и он постепенно опускается в воду, оставаясь в горизонтальном положении. Через очень продолжительное время нижняя грань бруска погрузилась на глубину h , он уравновесился на воде и остановился. Известно, что каждый кубический сантиметр части бруска, находящейся под водой, постепенно впитывает ее в количестве 500 мг. Выше поверхности воды брусок также впитывает воду, но в количестве 100 мг на см^3 , вне зависимости от высоты над поверхностью воды. Впитывание воды бруском полностью обратимо. Плотность материала бруска в сухом состоянии 300 кг/м^3 . Несмотря на пористую структуру, в этой задаче считайте его материал однородным. Плотность воды 1000 кг/м^3 . Основываясь на указанной закономерности впитывания воды бруском, определите равновесную глубину погружения h .

Задача 2. (20 б.) Две узкие полосы из меди и алюминия длиной $L = 1 \text{ м}$ и толщиной $b = 3 \text{ мм}$ каждая, спаяны вместе по всей площади соприкосновения наибольшими гранями. При комнатной температуре такая система – идеально прямой брусок. Систему нагрели на $T = 100 \text{ }^\circ\text{C}$, в результате она искривилась. Оценить радиус кривизны такого бруска после нагревания. Коэффициент линейного теплового расширения алюминия $\alpha_{\text{Al}} = 23 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, меди $\alpha_{\text{Cu}} = 17 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

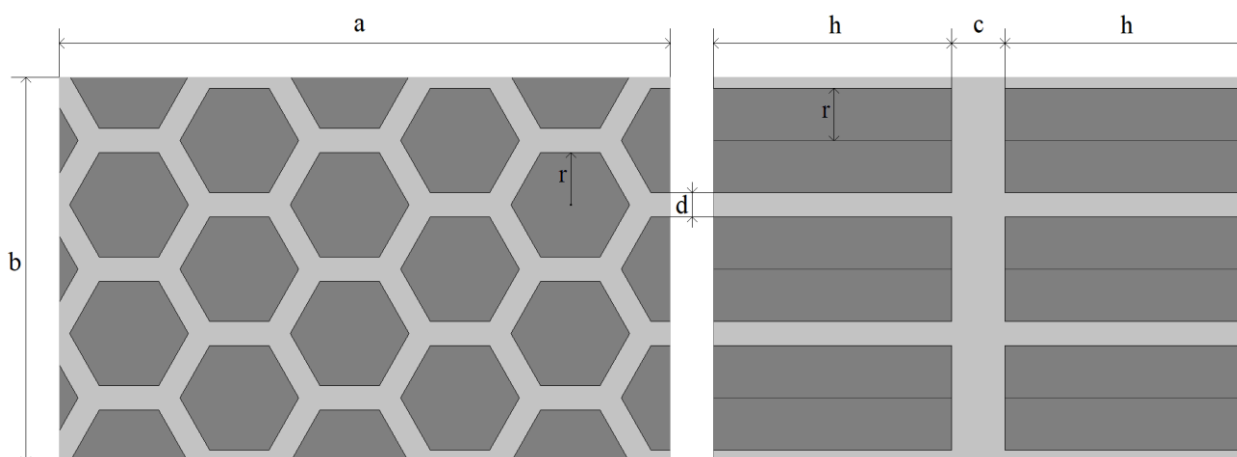
Указание: длина дуги равна произведению радиуса окружности и угла в радианах.

Задача 3. (20 б.) Проведем мысленный эксперимент. Представим, что сквозь Землю прорыт прямой бездонный «колодец», проходящий через ее центр и имеющий два выхода на противоположных концах Земли. Известно, что ускорение свободного падения внутри земного шара зависит от расстояния от центра Земли как $g(r) = g_0 \frac{r}{R}$, где $g_0 = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ – ускорение свободного падения у земной поверхности, $R = 6,37 \cdot 10^6 \text{ м}$ – радиус Земли. Если бросить стальной шарик в «колодец», какую максимальную скорость он бы набрал? Силой сопротивления воздуха пренебречь. В данной задаче Землю считать идеальным однородным шаром.

Задача 4. (20 б.) В распоряжении экспериментаторов есть два однородных кубика. Плотность материала первого и второго кубика равна ρ_1 и ρ_2 соответственно. Если поставить первый кубик на второй так, чтобы их центры были на одной вертикали, они оказывают на гладкий горизонтальный стол давление 2250 Па. Если, наоборот, поставить второй кубик на первый таким же образом, давление на тот же стол окажется равным 1000 Па. Первый кубик, лежащий на том же столе, оказывает на него давление 600 Па. Найдите отношение плотностей ρ_2/ρ_1 .

Задача 5. (20 б.) Пчелиный сот представляет собой восковую конструкцию, состоящую из основания толщиной $c = 1$ мм, по обе стороны которого расположены ячейки, имеющие форму шестиугольной призмы. Глубина ячеек $h = 15$ мм. Расстояние от центра ячейки до ее стенки $r = 2$ мм. Толщина стенки между соседними ячейками $d = 0,4$ мм. Какую приблизительно массу меда запасли пчелы в соте размером $a \times b$, $a = 40$ см, $b = 30$ см, если масса этого сота, заполненного медом, $m = 5$ кг? Плотность пчелиного воска $\rho = 0,95 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. Площадь правильного шестиугольника можно вычислить по формуле $S = 2\sqrt{3}r^2 \approx 3,46r^2$, где r – расстояние от центра шестиугольника до его стороны.

(В задаче приведена упрощенная модель. В реальных сотах основание и ячейки имеют более сложную форму)



Вид сверху

Вид сбоку