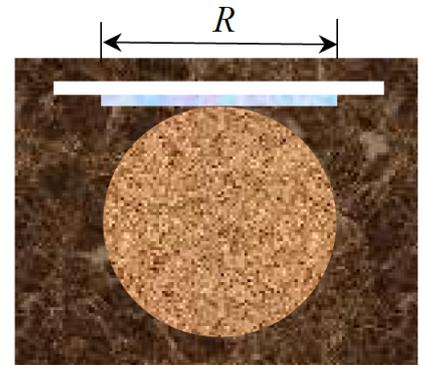


# Олимпиада «Высшая проба» по физике

10 класс, 2018 год

1. Обнаружив неглубокое подземное круглое озеро радиуса  $R = 200$  м ученые провели высокоточные оптические измерения и установили, что кривизна поверхности воды в нем отличается от кривизны радиуса Земли. Причем так, что поверхность воды в центре озера расположена на  $\Delta h = 1$  мм ниже воображаемой сферы проходящей через края озера и имеющей радиус кривизны Земли. Эхолокация показала, что под озером находится сферическая неоднородность породы того же радиуса, что и само озеро. Центр неоднородности лежит точно под центром озера, и своим верхом она касается озера (см. рис.). Найдите плотность материала неоднородности, считая, что плотность окружающих пород равна средней плотности Земли  $\rho = 5515$  кг/м<sup>3</sup>. Радиус Земли  $R_z = 6400$  км.

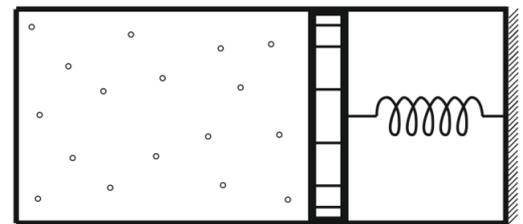


$$\rho = 5515 \text{ кг/м}^3 = \frac{z \wedge / 1 - 1}{1} \frac{z H}{q \nabla H} d - d = \mu d$$

2. Пружина с линейным законом растяжения от приложенной силы имеет в состоянии равновесия длину  $3R/2$ , а если к ней подвесить грузик, то длина пружины составит  $5R/2$ . Грузик положили на дно сферической гладкой неподвижной поверхности, а начало пружины закрепили на высоте  $2R$  над нижней точкой поверхности. Найдите период малых колебаний груза.

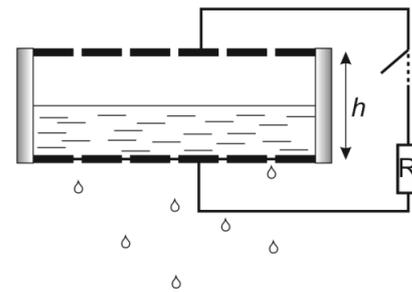
$$\frac{6g \wedge}{\mu \nabla \wedge x z} = J$$

3. Внутри горизонтального цилиндра находится смесь азота и гелия, запечатая поршнем с давящей на него пружиной (см. рис.). В отсеке, где находится пружина, создан вакуум. Пружина не деформирована, когда поршень прижат к противоположному торцу цилиндра. Если в течение минуты пропускать ток  $I = 4$  А через сопротивление  $r = 1$  Ом расположенное внутри цилиндра, то температура смеси поднимается на  $\Delta T = 10^\circ\text{C}$  после установления равновесия; за такое короткое время газ под поршнем не успевает обменяться теплом с окружающей средой. Из-за того, что материал стенок оказался проницаем для атомов гелия, через очень большой интервал времени он полностью улетучился из цилиндра, при этом объем газа сократился на 25%, имея температуру, вернувшуюся к исходному равновесному с окружающей средой значению. Найти количество азота в смеси. Пренебрегайте теплоемкостями стенок, поршня и сопротивления. Поршень перемещается без трения.



$$\text{в } \rho \text{ м } \rho \approx \frac{J \nabla H}{4 r I} \frac{1}{6} = z \rho$$

4. В сосуде цилиндрической формы, у которого дно представляет из себя металлическую пластину с небольшими дырками, бока сделаны из стекла высотой  $h$  (малой по сравнению с радиусом сосуда), а крышка — такую же металлическую пластину с дырками, налит раствор поваренной соли, являющийся хорошо проводящим электролитом. Протеканию через дырки дна электролиту препятствует напряжение, которое создаётся противоположными зарядами на двух пластинах. Электролит заполняет половину сосуда. В некоторый момент замыкают цепь (см. рисунок), в которой присутствует очень большое сопротивление  $R$ . После этого электролит начинает медленно протекать через дырки в дне. С какой скоростью (отношение малых приращений изменения объёма электролита в сосуде к приращению времени,  $\Delta V/\Delta t$ ) будет происходить это протекание сразу после включения? Считать, что в электролите в каждый момент времени успевают установиться механическое равновесие; сопротивлением электролита пренебречь.



$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\rho g h}{2 \epsilon_0 \epsilon_r \rho_0} \Delta V$$

5. Считая, что температура атмосферы не зависит от высоты, оцените температуру кипения воды на высоте 5 км. Известно, что падение давления насыщенных паров воды на 20% достигается понижением температуры паров на  $5,5^\circ\text{C}$ .

$$\ln \left( \frac{p_2}{p_1} \right) = \frac{L}{R T_1 T_2} \approx \frac{L}{R T_1^2} \Delta T$$