

2.1 Пусть внутри жидкости образовался микроскопический пузырек. Найдите зависимость его радиуса $r(t)$ от времени.

При всплытии пузырька в воде, на него действует тормозящая сила, формулу для которой записывают в виде

$$F = C_x \frac{1}{2} \rho_0 v^2 S, \quad (1)$$

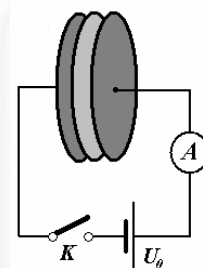
где ρ_0 - плотность воды, v - скорость движения пузырька S - максимальная площадь его поперечного сечения, C_x - безразмерный коэффициент лобового сопротивления, для шарика он равен $C_x \approx 0,60$.

2.2 Постройте график зависимости скорости всплытия пузырька от времени $v(t)$, начиная от момента его зарождения.

2.3 Пусть пузырек зародился вблизи дна кастрюли с кипящей водой, уровень которой $h = 25\text{см}$. Оцените радиус r_{max} пузырька у поверхности воды.

Задача 3. «Диэлектрик, или проводник?»

Плоский конденсатор образован двумя параллельными пластинами площадью $S = 25\text{см}^2$ каждая, расположенными на расстоянии $h = 2,0\text{мм}$ друг от друга. Между обкладками конденсатора расположена пластинка толщиной $\frac{h}{2}$, имеющая ту же площадь, изготовленная из материала с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 2,5$ и удельным электрическим сопротивлением $\rho = 1,0 \cdot 10^{10} \text{Ом} \cdot \text{м}$. Конденсатор подключен к источнику постоянного напряжения $U_0 = 5,0\text{кВ}$ через чувствительный амперметр.



3.1 Постройте примерные графики зависимости заряда конденсатора и силы тока через амперметр от времени после замыкания ключа.

3.2 Оцените характерное время существования тока в цепи.

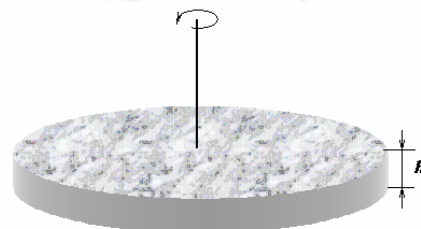
3.3 Какое количество теплоты выделится в пластинке внутри конденсатора за время существования тока в цепи?

Электрическая постоянная $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\Phi}{\text{м}}$.

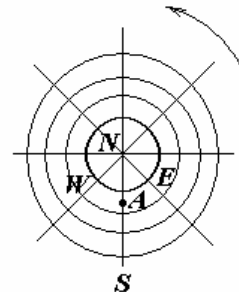
Задача 4. «Плоская Земля»

Древние греки считали, что Земля является плоским диском, вращающимся вокруг своей оси. Примем и мы, что Земля является плоским диском достаточно большого радиуса (скажем, более 40 000 км).

Будем также считать, что период обращения диска вокруг своей оси равен одним суткам. Среднюю плотность материала диска примем равной средней плотности Земли $\rho = 5,5 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.



Гравитационная постоянная равна $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$.



Познакомимся с «географией» плоской Земли. Она напоминает обычную карту земного шара с северным полюсом в центре. Точка пересечения оси вращения планеты с поверхностью диска является северным полюсом N . Далее аналогично: любую радиальную прямую, выходящую из северного полюса будем называть *меридианом*. Легко догадаться, что южного полюса S , как такового, на плоской планете нет — его роль играют все точки края диска. Соответственно, окружности, точки которых находятся на равном расстоянии от полюса, назовем *параллелями*. Движение по параллелям в направлении вращения Земли будет соответствовать движению на восток (E), а в противоположном направлении — на запад (W). Пусть Афины находятся в точке A , расположенной на расстоянии $r_0 = 4,0 \cdot 10^3$ км от северного полюса N .

4.1 Какой должна быть толщина h этого диска, чтобы ускорение свободного падения на северном полюсе N было $g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$?

4.2 Для связи с жителями «другой стороны» плоской Земли вдоль оси ее вращения пробурена сквозная тонкая шахта. Если без начальной скорости в шахту опустить камешек, то он, пройдя сквозь шахту, окажется на другой стороне Земли. Найдите максимальную скорость v_{max} камешка при таком движении. Силой сопротивления воздуха пренебречь.

4.3 Для связи с жителями «своей стороны» плоской Земли из Афин с помощью суперкатапульты производится выстрел «снарядом» с начальной скоростью $v_0 = 100 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Силой сопротивления воздуха пренебречь.

а) найдите величину и направление смещения ΔS снаряда от меридиана за время его полета при выстреле вдоль меридиана (рассмотрите два случая).

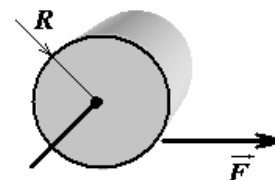
б) найдите величину и направление смещения ΔS снаряда от параллели за время его полета при выстреле вдоль параллели (рассмотрите два случая).



Республиканская физическая олимпиада (III этап). 2005 год. 11 класс.

Задача 1. «Хорошо ли Вы знаете силу трения?»

1.0 Тонкостенный цилиндр радиуса R и массы m (которая равномерно распределена по боковой поверхности цилиндра) может вращаться без вокруг неподвижной оси. К боковой поверхности цилиндра прикладывают постоянную силу \vec{F} , направленную по касательной к поверхности. Покажите, что изменение угловой скорости ω вращения цилиндра подчиняется уравнению



$$mR^2 \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = FR. \quad (1)$$

Даже если вы не можете доказать это уравнение, то никто не запрещает вам использовать его в дальнейшем. Кроме того, напоминаем, что плоскопараллельное движение твердого тела можно представить в виде суммы поступательного движения его центра масс и вращения, вокруг оси, проходящей через центр масс тела.