

Московская олимпиада школьников по физике

8 класс, 2025 год

1. Часы PSR B1937+21. В современной метрологии эталонным прибором для измерения времени являются атомные часы. Перспективной альтернативой атомным часам могут стать пульсары — быстро вращающиеся нейтронные звезды. Некоторые пульсары обладают поразительной стабильностью вращения, испуская при каждом обороте звезды (через равные промежутки времени) радиосигналы, которые могут быть зарегистрированы на Земле. Пульсар PSR B1937+21 — яркий тому пример.

Период вращения пульсара PSR B1937+21 равен $T = 1,557806449$ мс, погрешность измерения этого значения равна $\Delta T = 5 \cdot 10^{-12}$ с. Скорость вращения пульсара может немного изменяться из-за внутренних процессов в звезде. Для учёта этого фактора будем считать, что погрешность измерения периода пульсара увеличивается на 1 пикосекунду (10^{-12} с) каждые 5 лет, причём это увеличение происходит скачком в конце каждого пятилетнего периода. Предположим, что часы на основе пульсара используются для измерения большого промежутка времени t . При каком значении t накопленная погрешность измерения станет равна 1 секунде? Считайте, что среднее значение периода вращения пульсара постоянно и равно T . Ответ выразите в годах.

1) 1,1 лет

2. Течение Пуазейля. Объёмным расходом жидкости Q при течении по трубе называется объём жидкости, проходящий через поперечное сечение трубы в единицу времени. Формула Пуазейля используется для расчёта объёмного расхода при течении жидкости по трубе постоянного сечения с учётом вязкого трения. В случае небольшой скорости течения она имеет вид

$$Q = A \cdot \Delta p^x \cdot R^y \cdot \nu^z \cdot l^{-1},$$

где Δp — перепад давления на концах трубы; R и l — радиус и длина трубы соответственно; ν — коэффициент динамической вязкости жидкости, которая измеряется в кг/(м · с); A , x , y , z — некоторые безразмерные постоянные.

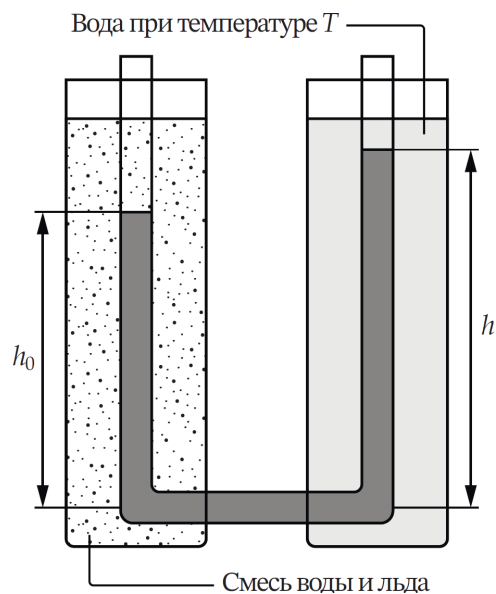
1. Пользуясь соображениями размерности, определите значения постоянных x , y и z .
2. Во сколько раз изменится скорость потока жидкости в водопроводной сети, если при том же давлении на входе увеличить диаметр труб вдвое?

1) $x = 1, y = 4, z = -1$; 2) скорость течения жидкости увеличится в 4 раза

3. Изменение объёма. Измерение коэффициента объёмного расширения жидкости осложняется тем, что объём сосуда также изменяется с температурой. Представленный на рисунке прибор позволяет преодолеть эту трудность. В нём одно колено U-образной трубки, заполненной исследуемой жидкостью, находится в банке со льдом и водой, а другое — в термостате с температурой $T > 0^\circ\text{C}$. Соединительная трубка расположена горизонтально. В ходе эксперимента были измерены высоты столбов h и h_0 , а температура воды в термостате равнялась T . Чему равен коэффициент объёмного расширения β жидкости?

Указание. Если при 0°C объём жидкости равен V_0 , то при температуре T её объём даётся формулой

$$V = V_0(1 + \beta T).$$



$$\left(1 - \frac{0\eta}{\eta}\right) \frac{\eta}{T} = g$$

4. Бесконечность не предел. Из очень большого количества одинаковых двуступенчатых блоков массой $M = 420$ г каждый и лёгких нитей собрана приведённая на рисунке система. Определите показания динамометра Д, если больший и меньший радиусы ступеней блоков равны соответственно $R = 10$ см и $r = 5$ см. Ускорение свободного падения равно $g = 10$ Н/кг. Трение в осях блоков пренебрежимо мало.

Н Э

