

Всероссийская олимпиада школьников по физике

11 класс, региональный этап, 2015/16 год

ЗАДАЧА 1. На изначально покоящийся на гладком горизонтальном столе брусок массы $m = 2$ кг начали действовать постоянной горизонтальной силой F . В результате была получена зависимость мощности N от перемещения s бруска. Некоторые измерения могли оказаться не очень точными.

В каких координатных осях экспериментальная зависимость мощности от перемещения линейна?

Определите мощность силы в точке с координатой $s_0 = 10$ см.

Найдите значение силы F .

| | | | | | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $N, \text{Вт}$ | 0,28 | 0,40 | 0,57 | 0,75 | 1,02 | 1,10 | 1,23 | 1,26 | 1,50 |
| $s, \text{см}$ | 1,0 | 2,0 | 4,0 | 7,0 | 13 | 15 | 19 | 20 | 30 |

Н 7 98 Вт; 2 0

ЗАДАЧА 2. Скопления звёзд образуют бесстолкновительные системы — галактики, в которых звёзды равномерно движутся по круговым орбитам вокруг оси симметрии системы. Галактика NGC 2885 состоит из скопления звёзд в виде шара (ядра радиусом $r_{\text{я}} = 4$ кпк) и тонкого кольца, внутренний радиус которого совпадает с радиусом ядра, а внешний равен $15r_{\text{я}}$. Кольцо состоит из звёзд с пренебрежимо малой по сравнению с ядром массой. В ядре звёзды распределены равномерно.



Было установлено, что линейная скорость движения звёзд в кольце не зависит от расстояния до центра галактики: от внешнего края кольца вплоть до края ядра скорость звёзд $v_0 = 240$ км/с. Такое явление может быть объяснено наличием несветящейся массы («тёмной материи»), распределённой сферически симметрично относительно центра галактики вне её ядра.

- 1) Определите массу $M_{\text{я}}$ ядра галактики.
- 2) Определите среднюю плотность $\rho_{\text{я}}$ вещества ядра галактики.
- 3) Найдите зависимость плотности «тёмной материи» $\rho_{\text{т}}(r)$ от расстояния до центра галактики.
- 4) Вычислите отношение массы «тёмной материи», влияющей на движение звёзд в диске, к массе ядра.

Примечание: 1 кпк = 1 килопарсек = $3,086 \cdot 10^{19}$ м, гравитационная постоянная $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Н · м² · кг⁻².

$$\gamma = \frac{GM}{r^2} \quad \left(\frac{GM}{r^2} = \frac{GM}{(15r_{\text{я}})^2} = \frac{GM}{225r_{\text{я}}^2} = \frac{GM}{225 \cdot (4 \text{ кпк})^2} = \frac{GM}{225 \cdot 16 \cdot (3,086 \cdot 10^{19} \text{ м})^2} = \frac{GM}{115200 \cdot 9,516 \cdot 10^{38} \text{ м}^2} = \frac{GM}{1,096 \cdot 10^{44} \text{ м}^2} \right)$$

