

## Задача 1. Бесконечность не предел?.. (10 баллов)

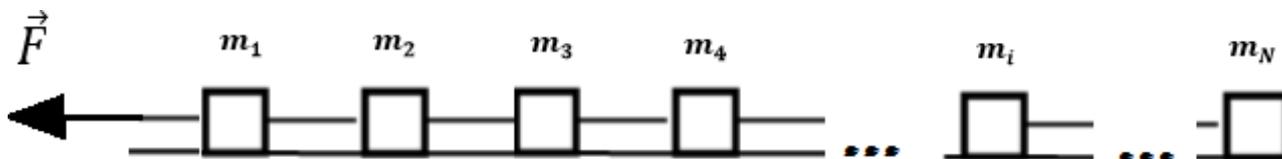


Рисунок 1.

Рассмотрим систему, состоящую из  $N$  различных брусков массами  $m_1, m_2 \dots m_N$ , соединённых нерастяжимыми нитями. На первый брусок действует сила  $F$  как показано на рисунке. Коэффициент трения всех брусков о пол равен  $k$ .

### Часть А. Частный случай. (2 балла)

В этой части мы будем рассматривать частный случай этой задачи, где  $N=2$ ,  $m_1=m_0$ ,  $m_2=m_0$

**А1.** Найдите критическую силу,  $F_k$  при которой система начнет движение. (1 балл)

**А2.** Если будет действовать сила равная  $F$ , которая больше, чем  $F_k$  найдите ускорение системы и силу натяжения нити  $T$  между брусками 1 и 2. (1 балл)

### Часть В. Линейные массы. (4 балла)

Для этой части считайте, что общее количество масс равно  $N$  и масса  $i$ -ного бруска равна  $m_i=i \cdot m_0$ . ( $m_1=1 \cdot m_0$ ,  $m_2=2 \cdot m_0 \dots m_N=N \cdot m_0$ ).

**В1.** Найдите общую массу системы. (0.5 балла)

**В2.** Найдите критическую силу,  $F_k$  при которой система начнет движение. (0.5 балла)

**В3.** Если будет действовать сила равная  $F$ , которая больше, чем  $F_k$  найдите ускорение системы. (1 балла)

**В4.** Найдите силу натяжения нити  $T_i$  между брусками  $i$  и  $i+1$ , где  $i$  меняется от 1 до  $N-1$ . (2 балла)

### Часть С. Предел бесконечности. (4 балла)

В этой части считайте, что  $m_i=q^{i-1} \cdot m_0$ , где  $q=0.5$  ( $m_1=1 \cdot m_0$ ,  $m_2=0.5 \cdot m_0$ ,  $m_3=0.25 \cdot m_0 \dots$ ) и общее количество брусков равно  $N$ .

**С1.** Для случая, когда  $N$  стремится к бесконечности найти ускорение системы  $a$ , если действующая сила равна  $F$ . (2 балла)

**С2.** Найдите какое количество брусков  $N$ , которое должно быть в системе, чтобы ускорение системы не отличалось от ответа пункта **С1** в не более чем в 1 процент если сила будет та же. (2 балла)



## Рейтинговая Олимпиада от Graviton для младшей лиги (7–8 классы)

### Задача 2. Метод размерности. (10 баллов)

Одной из особенностей физических величин является размерность. Размерностью обладает любая физическая величина (скорость – м/с, масса – кг, площадь – м<sup>2</sup>). Комбинация разных степеней этих величин дает определенную размерность, что делает конечным их комбинации в формулах. Поэтому зная величины, которые входят в уравнение можно оценить зависимость с точностью до безразмерной константы. Для этого размерности с двух сторон уравнения нужно приравнять.

- 1) Известно, что период математического маятника зависит от  $l$ -длины нити и  $g$ -ускорения свободного падения. Оцените период колебаний  $T$ . (2 балла)
- 2) Зная, что сила сопротивления среды зависит от скорости тела  $v$ , плотности среды  $\rho$  и площади поперечного сечения  $S$ , то есть имеет вид  $F = k * \rho^x * S^y * v^z$ ,  $k$ -коэффициент пропорциональности. Найдите  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . (3 балла)
- 3) Метод размерности не теряет актуальности и по сей день. Его используют в таких сложных исследованиях, как изучение черных дыр. Одной из характеристик черной дыры является площадь поверхности ее “Горизонта событий”. Площадь горизонта событий определяется как  $S = k * G^\alpha * c^\beta * m^\gamma$ , где  $m$ -масса черной дыры,  $c$ -скорость света,  $G$ [м<sup>3</sup>/кг\*с<sup>2</sup>]-гравитационная постоянная, и  $k$ -коэффициент пропорциональности. Не прибегая к физическим формулам найдите  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ . (5 балла)

**Примечание! Размерности величин пишите в системе СИ.**

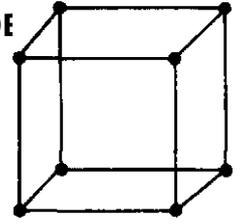


2ND OLYMPIAD  
AT GRAVITON

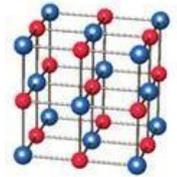
## Рейтинговая Олимпиада от Graviton для младшей лиги (7–8 классы)

### Задача 3. Кристаллическая решётка. (10 баллов)

1. Рассмотрим кристаллическую решетку железа (с молярной массой  $\mu_{\text{Fe}}=56$  г/моль), которая показана на рисунке (в вершинах куба находятся атомы железа). Найдите расстояние между ближайшими атомами, если известно, что плотность железа равна  $7900$  кг/м<sup>3</sup>. (2 балла)



2. Рассмотрим кристаллическую решетку соли NaCl ( $\mu_{\text{Na}}=23$  г/моль,  $\mu_{\text{Cl}}=35.5$  г/моль), которая показана на рисунке (в вершинах куба находятся атомы натрия (красные) и хлора (синие)). Найдите плотность соли если известно, что расстояние между ближайшими атомами натрия и хлора равно  $0.21$  нм. (3 балла)



3. Рассмотрим структуру графена показанную на рисунке, где атомы углерода ( $\mu_{\text{C}}=12$  г/моль) находятся на расстоянии  $0.172$  нм друг от друга. Найдите поверхностную плотность графена (поверхностная плотность – это масса на единицу площади). (5 баллов)

