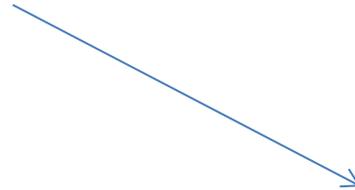
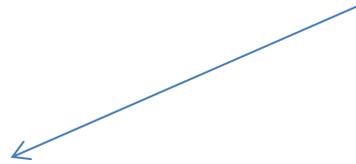


# Решение 26 задачи из ЕГЭ по физике

ученик СПб ГФМЛ №30 Тентлер Денис

За что можно получить баллы за 26 задачу?

За что можно получить баллы за 26 задачу?



1 балл за обоснование



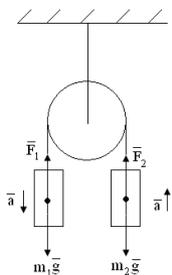
3 балла за решение



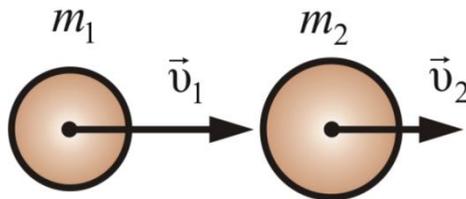
Какие задачи могут попасться в 26 задаче на ЕГЭ в 2025 году?

Какие задачи могут попасться в 26 задаче на ЕГЭ в 2025 году?

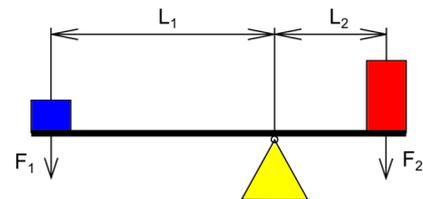
Задачи на динамику



Задачи на законы сохранения

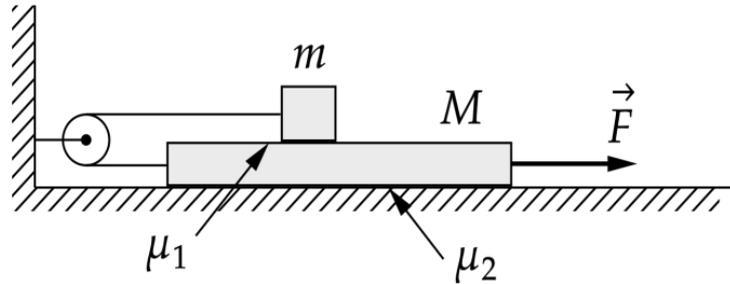


Задачи на статику



## Условие 1-ой задачи:

Брусек опирается на массивную горизонтальную доску массы  $M = 0,8$  кг, которая лежит на шероховатой горизонтальной плоскости. Брусек и доска связаны невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый и гладкий блок. Под действием горизонтальной силы  $F = 6$  Н доска движется поступательно вправо, в результате чего брусек приобретает ускорение  $a = 1$  м/с<sup>2</sup>. Найдите массу бруска  $m$ , если коэффициент трения между бруском и доской  $\mu_1 = 0,5$ , а между доской и поверхностью –  $\mu_2 = 0,3$ . Сделайте рисунок, укажите все силы, действующие на груз и доску.



Какие законы Вы использовали для описания движения тел и блоков? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

# 1. Запишем Дано

Какие законы Вы использовали для описания движения тел и блоков? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

Дано:

$$M = 0,8 \text{ кг}$$

$$F = 6 \text{ Н}$$

$$a_1 = 1 \text{ м/с}^2$$

$$\mu_1 = 0,5$$

$$\mu_2 = 0,3$$

$$m = ?$$

Обоснование:

1. Рассмотрим задачу в системе отсчета, связанной с Землей. Будем считать её инерциальной

2. Тела движутся поступательно, значит будем считать их материальными точками

3. Система отсчета — инерциальная, тела — материальные точки, значит можем использовать законы Ньютона

4. Так как нить невесома, а блок идеален, значит модуль силы натяжения нити одинаков по всей её длине и равен  $T$

5. Так как нить нерастяжима, значит тела движутся с одинаковым ускорением

2. Запишем обоснование

## 2. Запишем обоснование

Пункты обоснования следующие:

## 2. Запишем обоснование

Пункты обоснования следующие:

1. Выбор инерциальной системы отсчёта (можно сокращать ИСО)

## 2. Запишем обоснование

Пункты обоснования следующие:

1. Выбор инерциальной системы отсчёта (можно сокращать ИСО)
2. Использование модели материальных точек (либо размерами тел можно пренебречь, либо тела движутся поступательно)

## 2. Запишем обоснование

Пункты обоснования следующие:

1. Выбор инерциальной системы отсчёта (можно сокращать ИСО)
2. Использование модели материальных точек (либо размерами тел можно пренебречь, либо тела движутся поступательно)
3. Условие применимости законов Ньютона

## 2. Запишем обоснование

Пункты обоснования следующие:

1. Выбор инерциальной системы отсчёта (можно сокращать ИСО)
2. Использование модели материальных точек (либо размерами тел можно пренебречь, либо тела движутся поступательно)
3. Условие применимости законов Ньютона
4. Условие, что для невесомой нити и идеальных блоков силы натяжения нити, действующие на связанные тела, можно считать одинаковыми

## 2. Запишем обоснование

Пункты обоснования следующие:

1. Выбор инерциальной системы отсчёта (можно сокращать ИСО)
2. Использование модели материальных точек (либо размерами тел можно пренебречь, либо тела движутся поступательно)
3. Условие применимости законов Ньютона
4. Условие, что для невесомой нити и идеальных блоков силы натяжения нити, действующие на связанные тела, можно считать одинаковыми
5. Условие нерастяжимости нити, которое приводит к равенству ускорений связанных тел

Дополнительные пункты обоснования:

1. Если тело движется относительно шероховатой поверхности, то на него действует сила трения скольжения

Дополнительные пункты обоснования:

1. Если тело движется относительно шероховатой поверхности, то на него действует сила трения скольжения
2. Если тело движется по окружности, то на него действует центростремительное ускорение, направленное к центру этой окружности

Дополнительные пункты обоснования:

1. Если тело движется относительно шероховатой поверхности, то на него действует сила трения скольжения
2. Если тело движется по окружности, то на него действует центростремительное ускорение, направленное к центру этой окружности
3. Если есть легкая пружина: так как пружина легкая, то сила упругости вдоль пружины остается неизменной
4. Если есть пружина и длина пружины в процессе движения постоянная: так как длина пружины в процессе движения постоянная, то тела движутся с одинаковыми ускорениями

Дано:

$$M = 0,8 \text{ кг}$$

$$F = 6 \text{ Н}$$

$$a_1 = 1 \text{ м/с}^2$$

$$\mu_1 = 0,5$$

$$\mu_2 = 0,9$$

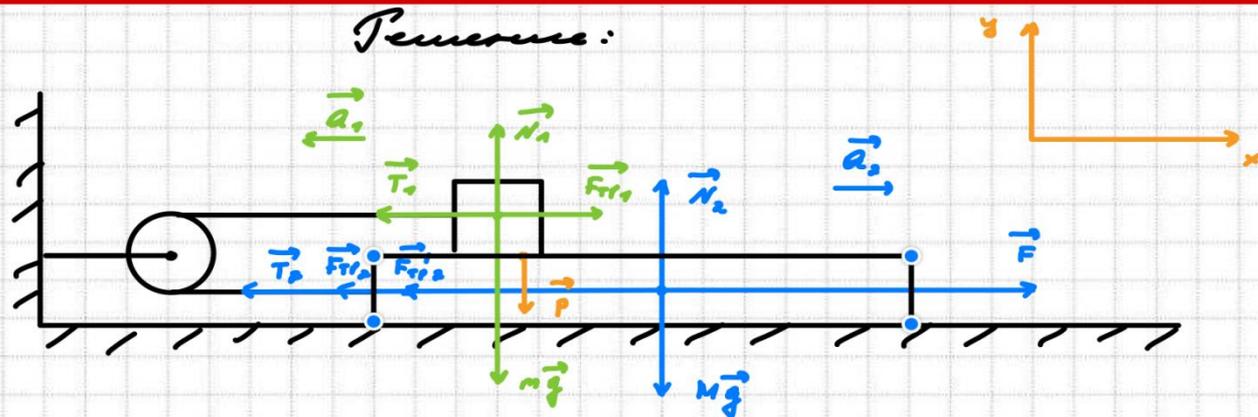
---

$$m = ?$$

Обоснование:

1. Рассмотрим задачу в системе отсчета, связанной с Землей. Будем считать её инерциальной
2. Тела движутся поступательно, значит будем считать их материальными точками
3. Система отсчета — инерциальная, тела — материальные точки, значит можем использовать законы Ньютона
4. Так как нить невесома, а блок идеален, значит модуль силы натяжения нити одинаков по всей её длине и равен  $T$
5. Так как нить нерастяжима, значит тела движутся с одинаковым ускорением
6. Тела движутся относительно шероховатых поверхностей, значит на них действует сила трения скольжения

### 3. Сделаем рисунок



$F_{тр1}$  - сила трения, действующая на брусок со стороны доски

$F_{тр2}$  - сила трения, действующая на доску со стороны стола

$F_{тр2}'$  - сила трения, действующая на доску со стороны бруска

1) По II закону Ньютона для доски:

$$\vec{F}_{тр2}' + \vec{N}_2 + M\vec{g} + \vec{F} + \vec{F}_{тр2} + \vec{T}_2 + \vec{P} = M\vec{a}_2$$

$$Ox: F - T_2 - F_{тр2} - F_{тр2}' = Ma_2 \quad (1)$$

4. Решаем задачу

За что снимут баллы в решении?

#### 4. Решаем задачу

За что снимут баллы в решении?

1. Формулы, которых нет в Кодификаторе, приведены без вывода

#### 4. Решаем задачу

За что снимут баллы в решении?

1. Формулы, которых нет в Кодификаторе, приведены без вывода
2. Впервые введенные величины (те, которых не было в условии и нет в Кодификаторе) не описаны

## 4. Решаем задачу

За что снимут баллы в решении?

1. Формулы, которых нет в Кодификаторе, приведены без вывода
2. Впервые введенные величины (те, которых не было в условии и нет в Кодификаторе) не описаны
3. Лишняя запись (то, что не используется для решения)

## 4. Решаем задачу

За что снимут баллы в решении?

1. Формулы, которых нет в Кодификаторе, приведены без вывода
2. Впервые введенные величины (те, которых не было в условии и нет в Кодификаторе) не описаны
3. Лишняя запись (то, что не используется для решения)
4. Не указаны формулы, требуемые в решении задачи, пропущены (не показаны) шаги в решении

## 4. Решаем задачу

За что снимут баллы в решении?

1. Формулы, которых нет в Кодификаторе, приведены без вывода
2. Впервые введенные величины (те, которых не было в условии и нет в Кодификаторе) не описаны
3. Лишняя запись (то, что не используется для решения)
4. Не указаны формулы, требуемые в решении задачи, пропущены (не показаны) шаги в решении
5. Отсутствует логика в решении (пропущены важные математические преобразования)

## 4. Решаем задачу

За что снимут баллы в решении?

1. Формулы, которых нет в Кодификаторе, приведены без вывода
2. Впервые введенные величины (те, которых не было в условии и нет в Кодификаторе) не описаны
3. Лишняя запись (то, что не используется для решения)
4. Не указаны формулы, требуемые в решении задачи, пропущены (не показаны) шаги в решении
5. Отсутствует логика в решении (пропущены важные математические преобразования)
6. Не записан ответ, не записана единица измерения, ошибка в ответе, ошибка в единице измерения

1) По II закону Ньютона для груза:

$$\vec{F}_{T_2}' + \vec{N}_2 + M\vec{g} + \vec{F} + \vec{F}_{T_2} + \vec{T}_2 + \vec{P} = M\vec{a}_2$$

$$O_x: F - T_2 - F_{T_2} - F_{T_2}' = Ma_2 \quad (1)$$

$$O_y: N_2 - Mg - P = 0 \Rightarrow N_2 = Mg + P \quad (2)$$

2) По II закону Ньютона для бруска:

$$\vec{N}_1 + m\vec{g} + \vec{T}_1 + \vec{F}_{T_1} = m\vec{a}_1$$

$$O_x: F_{T_1} - T_1 = -ma_1$$

$$T_1 - F_{T_1} = ma_1 \quad (3)$$

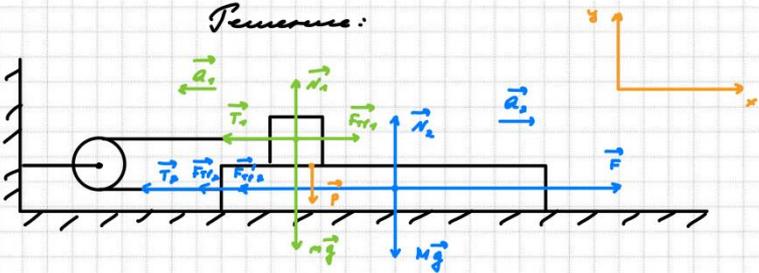
$$O_y: N_1 - mg = 0 \Rightarrow N_1 = mg \quad (4)$$

3) По закону Ампера-Кулона:

$$F_{T_1} = \mu_1 N_1 \stackrel{(4)}{\Rightarrow} F_{T_1} = \mu_1 mg \quad (5)$$

$$F_{T_2} = \mu_2 N_2 \stackrel{(2)}{\Rightarrow} F_{T_2} = \mu_2 (Mg + P) \quad (6)$$

Рисунок:



- 4) · Так как нить невесома, а блок идеален  $\Rightarrow T_1 = T_2 = T$   
 · Так как нить нерастяжима  $\Rightarrow a_1 = a_2 = a$

5) По III закону Ньютона:

$$|F| = |N_1| = mg \quad |F_{T2}| = |F_{T1}| = \mu_1 mg \quad (?)$$

6)

$$\oplus \begin{cases} F - T - \mu_2(Mg + mg) - \mu_1 mg = Ma \\ T - \mu_1 mg = ma \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F - \mu_2 g (M+m) - 2\mu_1 mg = ma + Ma$$

$$F - \mu_2 Mg - \mu_2 mg - 2\mu_1 mg = ma + Ma$$

$$F - Ma - \mu_2 Mg = m(\mu_2 g + 2\mu_1 g + a)$$

$$m = \frac{F - Ma - \mu_2 Mg}{\mu_2 g + 2\mu_1 g + a}$$

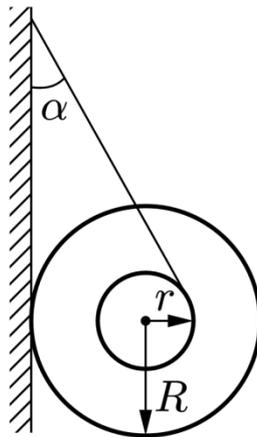
$$m = \frac{6 - 0,8 \cdot 1 - 0,3 \cdot 0,8 \cdot 10}{0,3 \cdot 10 + 2 \cdot 0,5 \cdot 10 + 1} = 0,2 \text{ кг}$$

$$[m] = \frac{N \cdot \frac{m}{c^2} - m \cdot \frac{m}{c^2}}{\frac{m}{c^2} + \frac{m}{c^2} + \frac{m}{c^2}} = \frac{N}{\frac{m}{c^2}} = \text{кг}$$

Ответ:  $m = 2 \text{ кг}$

Условие 2-ой задачи:

К гвоздю, вбитому в вертикальную стенку, привязана нить, намотанная на катушку. Катушка висит, опираясь о стенку. Нить составляет со стенкой угол  $\alpha = 30^\circ$ . Размеры катушки:  $r = 1$  см,  $R = 10$  см. Найти минимальное значение коэффициента трения между стенкой и катушкой, при котором катушка неподвижна. Какие законы Вы используете для решения задачи? Обоснуйте их применение.



# 1. Запишем Дано



Дано:

$$\alpha = 30^\circ$$

$$r = 1 \text{ см} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$R = 10 \text{ см} = 1 \cdot 10^{-1} \text{ м}$$

$\mu_{\text{min}} = ?$

Обоснование:

1. Рассмотрим задачу в системе отсчета, связанной с Землей. Будем считать её инерциальной
2. Катушку будем считать абсолютно твердым телом — её размеры negligible, расстояние между двумя подобными точками остается negligible
3. Любое движение абсолютно твердого тела является суперпозицией поступательного и вращательного движения, поэтому условия равновесия абсолютно твердого тела в ИСО два: одно для поступательного движения (сумма проекций сил на любую ось равна нулю), другое для вращательного движения (сумма моментов относительно любой оси равна нулю)

2. Запишем обоснование

## 2. Запишем обоснование

### 1. Выбор инерциальной системы отсчёта

## 2. Запишем обоснование

1. Выбор инерциальной системы отсчёта
2. Использование модели абсолютно твёрдого тела (форма и размеры тела неизменны, расстояние между любыми двумя точками тела остается неизменным)

## 2. Запишем обоснование

1. Выбор инерциальной системы отсчёта
2. Использование модели абсолютно твёрдого тела (форма и размеры тела неизменны, расстояние между любыми двумя точками тела остается неизменным)
3. Условия равновесия твердого тела относительно поступательного и вращательного движений



Дано:

$$\alpha = 30^\circ$$

$$r = 1 \text{ см} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

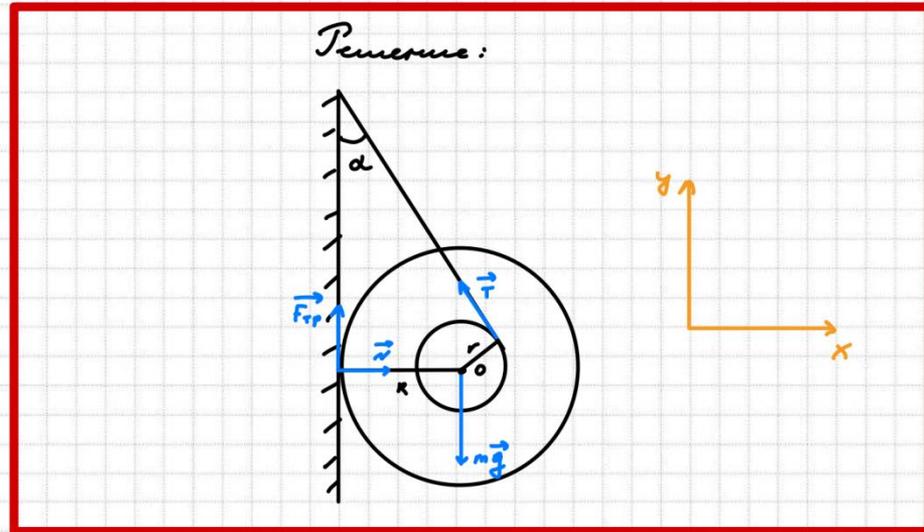
$$R = 10 \text{ см} = 1 \cdot 10^{-1} \text{ м}$$

$\mu_{\min} = ?$

Обоснование:

1. Рассмотрим задачу в системе отсчета, связанной с Землей. Будем считать её инерциальной
2. Катюшку Буден считаем абсолютно твердым телом — её размеры неизменны, расстояние между двумя любыми точками остается неизменным
3. Любое движение абсолютно твердого тела является суперпозицией поступательного и вращательного движения, поэтому условия равновесия абсолютно твердого тела в ИСО два: одно для поступательного движения (сумма проекций сил на любую ось равна нулю), другое для вращательного движения (сумма моментов относительно любой оси равна нулю)

### 3. Сделаем рисунок



1) Запишем 1-ое условие равновесия:

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

$$O_x: N - T \sin \alpha = 0$$

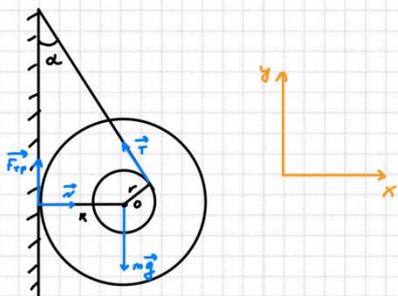
$$O_y: F_{тр} + T \cos \alpha - mg = 0$$

$$N = T \cdot \sin \alpha \quad (1)$$

2) Запишем 2-ое условие равновесия относительно оси, проходящей через точку  $O$ :

## 4. Решаем задачу

Решение:



1) Запишем 1-ое условие равновесия:

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

$$O_x: N - T \sin \alpha = 0$$

$$O_y: F_{\text{тр}} + T \cos \alpha - mg = 0$$

$$N = T \cdot \sin \alpha \quad (1)$$

2) Запишем 2-ое условие равновесия относительно оси, проходящей через точку O:

$$\sum M = 0$$

$$M_{\text{по}} = M_{\text{против}}$$

$$F_{\text{тр}} R = T r \Rightarrow F_{\text{тр}} = \frac{T \cdot r}{R} \quad (2)$$

3) Т.к. катушка неподвижна  $\Rightarrow$  на неё действует сила трения покоя, которая определяется следующим неравенством:

$$F_{\text{тр}} \leq \mu N \quad (3)$$

4) (2)  $\rightarrow$  (3) :

$$\frac{T \cdot r}{R} \leq \mu N \quad (4)$$

5) (1)  $\rightarrow$  (4) :

$$\frac{T \cdot r}{R} \leq \mu \cdot T \sin \alpha \quad | : T$$

$$\frac{r}{R} \leq \mu \cdot \sin \alpha$$

$$\mu \geq \frac{r}{R \cdot \sin \alpha}$$

$$\mu \geq \frac{1 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{1 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot \sin 30^\circ}$$

$$\mu \geq 0,2$$

$$\mu_{\min} = 0,2$$

Orthem:  $\mu_{\min} = 0,2$