

27.01.2022

Статика

методические рекомендации по организации подготовки школьников к сдаче ЕГЭ по физике по разделу «Статика»

*Материалы подготовлены Никитиной А. В.,
методистом Центра управления проектами
КРИПКиПРО*

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор

ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»

О.А. Решетникова
«27» октября 2021 г.



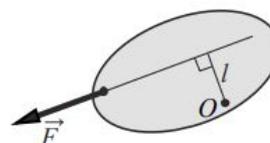
«СОГЛАСОВАНО»

Председатель

Научно-методического совета
ФГБНУ «ФИПИ» по физике

М.Н. Стриханов
«27» октября 2021 г.

Кодификатор ных требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по ФИЗИКЕ (Извлечение)

| Код раздела | Код контролируемого элемента | Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы | | | |
|----------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---|
| | | Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования | Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО | | |
| | | | базовый уровень | углублённый уровень | |
| 1.3 | СТАТИКА | | | | |
| | 1.3.1 | Момент силы относительно оси вращения: $ M = Fl$, где l – плечо силы \vec{F} относительно оси, проходящей через точку O перпендикулярно рисунку |  | - | + |
| | 1.3.2 | Условия равновесия твёрдого тела в ИСО: $\begin{cases} M_1 + M_2 + \dots = 0 \\ \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = 0 \end{cases}$ | | - | + |
| | 1.3.3 | Закон Паскаля | | + | + |
| | 1.3.4 | Давление в жидкости, покоящейся в ИСО: $p = p_0 + \rho gh$ | | + | + |
| | 1.3.5 | Закон Архимеда: $\vec{F}_{\text{Арх}} = -\vec{P}_{\text{вытесн.}}$, если тело и жидкость покоятся в ИСО, то $F_{\text{Арх}} = \rho g V_{\text{вытесн.}}$ Условие плавания тел | | + | + |

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор

ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»

О.А. Решетникова
«27» октября 2021 г.



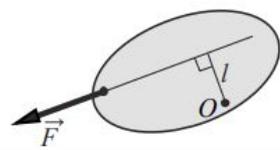
«СОГЛАСОВАНО»

Председатель

Научно-методического совета
ФГБНУ «ФИПИ» по физике

М.Н. Стриханов
«27» октября 2021 г.

Кодификатор ных требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по ФИЗИКЕ (Извлечение)

| Код раздела | Код контролируемого элемента | Элементы содержания, проверяемые заданиями экзаменационной работы | | |
|-------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| | | Федеральный компонент государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования | Наличие позиций ФК ГОС в ПООП СОО | |
| | | | базовый уровень | углублённый уровень |
| 1.3 | <i>СТАТИКА</i> | | | |
| | 1.3.1 | Момент силы относительно оси вращения:  | - | + |
| | 1.3.2 | Условия равновесия твёрдого тела в ИСО: | - | + |
| | 1.3.3 | Закон Паскаля | + | + |
| | 1.3.4 | Давление в жидкости, покоящейся в ИСО: | + | + |
| | 1.3.5 | Закон Архимеда: если тело и жидкость покоятся в ИСО, то Условие плавания тел | + | + |

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор

ФГБНУ «Федеральный институт
педагогических измерений»

О.А. Решетникова
«27» мая 2021 г.



«СОГЛАСОВАНО»

Председатель

Научно-методического совета
ФГБНУ «ФИПИ» по физике

М.Н. Стриханов

«27» мая 2021 г.

Спецификация

контрольных измерительных материалов для проведения в 2022 году единого государственного экзамена по ФИЗИКЕ (Извлечение)

1. Назначение контрольных измерительных материалов (КИМ) ЕГЭ.
2. Документы, определяющие содержание КИМ ЕГЭ.
3. Подходы к отбору содержания, разработке структуры КИМ ЕГЭ.
4. Структура варианта КИМ ЕГЭ.
5. Распределение заданий варианта КИМ ЕГЭ по содержанию, видам умений и способам действий.
6. Распределение заданий варианта КИМ ЕГЭ по уровням сложности.
7. Продолжительность ЕГЭ по физике.
8. Дополнительные материалы и оборудование.
9. Система оценивания выполнения отдельных заданий и экзаменационной работы в целом.
10. Изменения в КИМ ЕГЭ 2022 года в сравнении с КИМ 2021 года.

Спецификация КИМ для проведения в 2022 году ЕГЭ по ФИЗИКЕ (Извлечение)

Спецификация КИМ ЕГЭ 2022 г.

ФИЗИКА, 11 класс 9 / 11

Приложение

Обобщённый план варианта КИМ ЕГЭ 2022 года по ФИЗИКЕ

Используются следующие условные обозначения.

1) *ПР* – предметные результаты обучения, *КЭС* – контролируемые элементы содержания. Коды *ПР* и *КЭС* представлены в соответствии с кодификатором требований к результатам обучения;

2) уровни сложности заданий: *Б* – базовый, *П* – повышенный, *В* – высокий.

| Но- мер зада- ния | Результаты освоения основной образовательной программы | Код ПР | Код КЭС | Уро- вень слож- ности | Макс. балл за зада- ние |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Часть I | | | | | |
| 1 | Правильно трактовать физический смысл изученных физических величин, законов и закономерностей | 2.2–2.4 | 1–5 | Б | 2 |
| 2 | Использовать графическое представление информации | 2.2–2.4 | 1–5 | П | 2 |
| 3 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы | 2.1 | 1.1, 1.2 | Б | 1 |
| 4 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы | 2.1 | 1.4 | Б | 1 |
| 5 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы | 2.1 | 1.3, 1.5 | Б | 1 |
| 6 | Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики | 2.2–2.4 | 1 | П | 2 |
| 7 | Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики | 2.2–2.4 | 1 | Б | 2 |
| 8 | Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы | 2.2–2.4 | 1 | Б | 2 |
| 9 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы | 2.1 | 2.1 | Б | 1 |
| 10 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы | 2.1 | 2.1, 2.2 | Б | 1 |
| 11 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы | 2.1 | 2.2 | Б | 1 |

Спецификация КИМ ЕГЭ 2022 г.

ФИЗИКА, 11 класс 10 / 11

| Но- мер зада- ния | Результаты освоения основной образовательной программы | Код ПР | Код КЭС | Уро- вень слож- ности | Макс. балл за зада- ние |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|--------------------------------|-------------------------------------|
| 12 | Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики | 2.2–2.4 | 2 | П | 2 |
| 13 | Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы | 2.2–2.4 | 2 | Б | 2 |
| 14 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы | 2.1 | 3.1, 3.2 | Б | 1 |
| 15 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы | 2.1 | 3.3, 3.4 | Б | 1 |
| 16 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы | 2.1 | 3.5, 3.6 | Б | 1 |
| 17 | Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики | 2.2–2.4 | 3 | П | 2 |
| 18 | Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики | 2.2–2.4 | 3 | Б | 2 |
| 19 | Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы | 2.2–2.4 | 3 | Б | 2 |
| 20 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы | 2.1 | 4, 5 | Б | 1 |
| 21 | Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы | 2.2–2.4 | 4, 5 | Б | 2 |
| 22 | Определять показания измерительных приборов | 2.5.1–2.5.3 | 1–5 | Б | 1 |
| 23 | Планировать эксперимент, отбирать оборудование | 2.5.1–2.5.3 | 1–5 | Б | 1 |

Спецификация

КИМ для проведения в 2022 году ЕГЭ по ФИЗИКЕ (Извлечение)

Спецификация КИМ ЕГЭ 2022 г.

ФИЗИКА, 11 класс 11 / 11

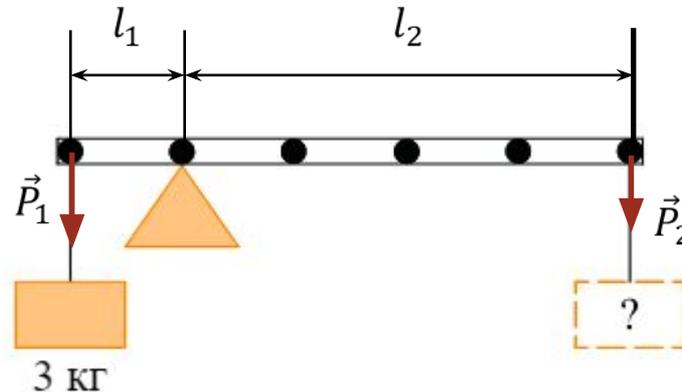
| Но- мер зада- ния | Результаты освоения основной образовательной программы | Код ПР | Код КЭС | Уро- вень слож- ности | Макс. балл за зада- ние |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Часть 2 | | | | | |
| 24 | Решать качественные задачи, использующие типовые учебные ситуации с явно заданными физическими моделями | 2.6 | 1–5 | П | 3 |
| 25 | Решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного раздела курса физики | 2.6 | 1, 2 | П | 2 |
| 26 | Решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного раздела курса физики | 2.6 | 3, 5 | П | 2 |
| 27 | Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики | 2.6 | 2 | В | 3 |
| 28 | Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики | 2.6 | 3 | В | 3 |
| 29 | Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики | 2.6 | 3 | В | 3 |
| 30 | Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики, обосновывая выбор физической модели для решения задачи | 2.6 | 1 | В | 4 |
| <p>Всего заданий – 30; из них по типу заданий: с кратким ответом – 23; с развёрнутым ответом – 7; по уровню сложности: Б – 19; П – 7; В – 4. Максимальный первичный балл за работу – 54. Общее время выполнения работы – 3 часа 55 минут (235 мин.)</p> | | | | | |

Номера заданий КИМ, для решения которых необходимо применить знания из раздела «Статика»:

1. Правильно трактовать физический смысл изученных физических величин, законов и закономерностей.
2. Использовать графическое представление информации.
5. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы.
6. Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики.
7. Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики.
8. Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы.
24. Решать качественные задачи, использующие типовые учебные ситуации с явно заданными физическими моделями.
25. Решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного раздела курса физики.
30. Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики, обосновывая выбор физической модели для решения задачи.

Задание 5

1. К левому концу невесомого стержня прикреплен груз массой 3 кг (см. рисунок).



Стержень расположили на опоре, отстоящей от его левого конца на 0,2 длины стержня. Чему равна масса груза, который надо подвесить к правому концу стержня, чтобы он находился в равновесии? (Ответ дайте в килограммах.)

Дано:

$$m = 3 \text{ кг}$$

$$l_1 = 0,2L$$

M—?

$$M_1 = M_2$$

$$M_1 = P_1 l_1$$

$$P_1 = mg$$

$$M_2 = P_2 l_2$$

$$P_2 = Mg$$

$$l_2 = 4l_1$$

Решение:

$$mgl_1 = Mg4l_1$$

$$m = 4M$$

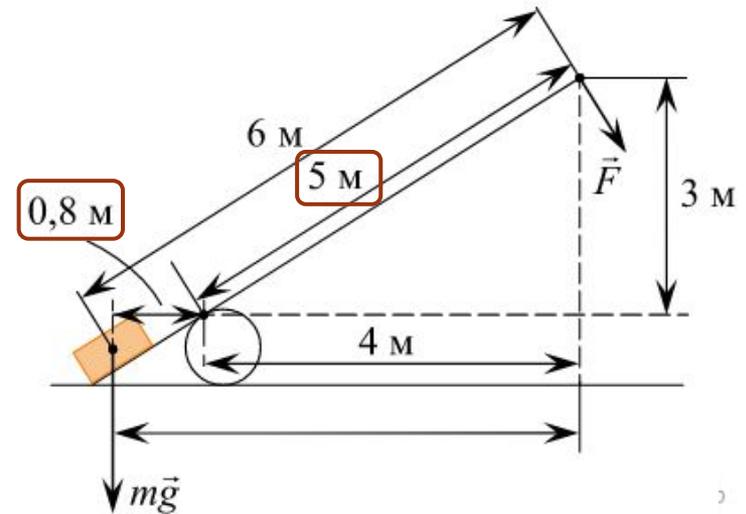
$$M = \frac{m}{4} = \frac{3 \text{ кг}}{4} = 0,75 \text{ кг}$$

Ответ: 0,75 кг.

Задание 5

3. Под действием силы тяжести mg груза и силы F рычаг, представленный на рисунке, находится в равновесии.

Вектор силы F перпендикулярен рычагу, груз на плоскость не давит. Расстояния между точками приложения сил и точкой опоры, а также проекции этих расстояний на вертикальную и горизонтальную оси указаны на рисунке.



Если модуль силы F равен 120 Н, то каков модуль силы тяжести, действующей на груз? (Ответ дайте в ньютонах.)

Дано:

$$F = 120 \text{ Н}$$

$$l_1 = 5 \text{ м}$$

$$l_2 = 0,8 \text{ м}$$

$$M_1 = M_2$$

$$M_1 = Fl_1$$

$$M_2 = mgl_2$$

Решение:

$$Fl_1 = mgl_2$$

$$mg = \frac{Fl_1}{l_2} = \frac{120 \text{ Н} \cdot 5 \text{ м}}{0,8 \text{ м}} = 750 \text{ Н}$$

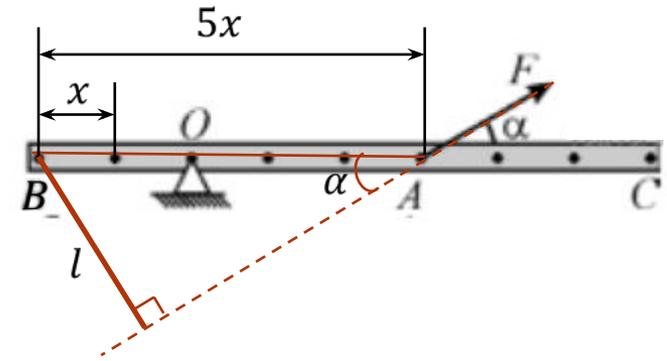
mg —?

Ответ: 750 Н.

Задание 5

5. Тяжёлая однородная рейка может вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через точку O (см. рис.).

В рейке проделаны небольшие отверстия (они показаны на рисунке чёрными точками). Расстояние между соседними отверстиями 8 см.



С помощью силы $F = 10$ Н, приложенной в точке A и направленной под углом $\alpha = 30^\circ$ к рейке, она удерживается в равновесии. Чему равен модуль момента силы F относительно горизонтальной оси, проходящей через точку B ?

(Ответ дайте в ньютон-метрах).

Дано:

$$F = 10 \text{ Н}$$

$$x = 8 \text{ см}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$M = ?$

СИ:

$$0,08 \text{ м}$$

Решение:

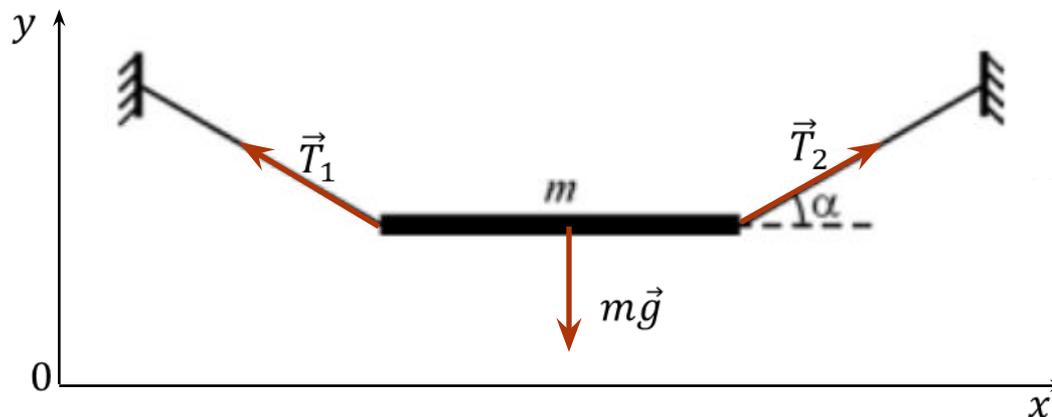
$$\left. \begin{array}{l} M = Fl \\ l = 5x \sin \alpha \end{array} \right\} \Rightarrow M = 5Fx \sin \alpha$$

$$M = 5 \cdot 10 \text{ Н} \cdot 0,08 \text{ м} \cdot 0,5 = 2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Ответ: 2 Н · м.

Задание 5

7. Однородный стержень массой $m = 36$ кг подвешен в горизонтальном положении на двух канатах так, как показано на рисунке. Каждый из канатов составляет с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Найдите модуль силы натяжения каждого из канатов. (Ответ дайте в ньютонах)



Дано:

$$m = 36 \text{ кг}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$T = ?$

Решение:

$$\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + m\vec{g} = 0$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{по } y: T_1 \sin \alpha + T_2 \sin \alpha - mg = 0 \\ T_1 = T_2 = T \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$2T \sin \alpha = mg$$

$$T = \frac{mg}{2 \sin \alpha}$$

$$T = \frac{36 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2 \cdot 0,5} = 360 \text{ Н}$$

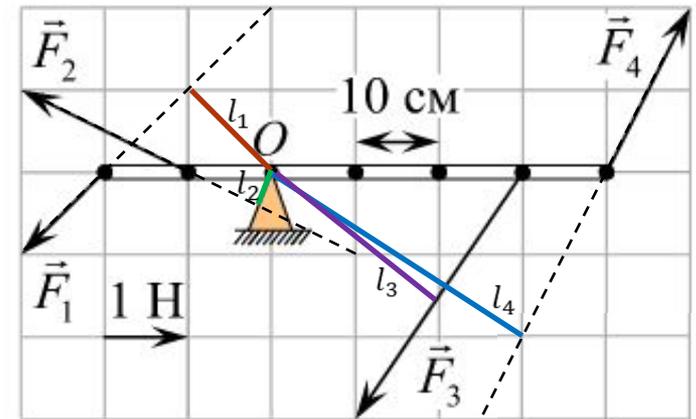
Ответ: 360 Н.

Задание 6

1. Очень лёгкая рейка закреплена на горизонтальной оси O , перпендикулярной плоскости рисунка, и может вращаться вокруг неё без трения. К рейке приложены четыре силы, изображённые на рисунке.

Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения.

- 1) Относительно оси O минимальное плечо имеет сила F_1 .
- 2) Относительно оси O максимальное плечо имеет сила F_4 .
- 3) Относительно оси O минимальным будет момент, создаваемый силой F_1 .
- 4) Относительно оси O максимальным будет момент, создаваемый силой F_4 .
- 5) Под действием всех изображённых на рисунке сил рейка может находиться в равновесии.



Решение:

1, 2. Плечо силы – кратчайшее расстояние от точки опоры до линии действия силы.

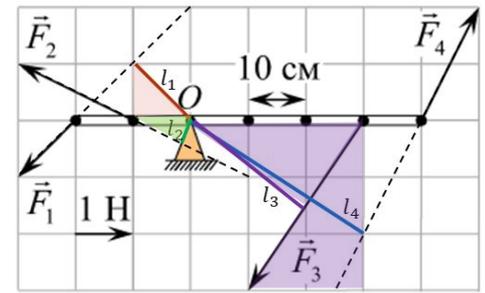
- 1) Неверно. Относительно оси O $l_2 \leq l_1 \leq l_3 \leq l_4$ минимальное плечо имеет сила F_2 .
- 2) Верно. Относительно оси O максимальное плечо имеет сила F_4 .



Задание 6

Решение (продолжение):

3, 4. Момент силы – произведение силы на плечо.



$$\left. \begin{aligned} M_1 &= F_1 l_1 \\ F_1 &= \sqrt{(1\text{H})^2 + (1\text{H})^2} = \sqrt{2}\text{H} \\ l_1 &= \sqrt{(0,1\text{M})^2 + (0,1\text{M})^2} = 0,1\sqrt{2}\text{M} \end{aligned} \right\} \Rightarrow M_1 = \sqrt{2}\text{H} \cdot 0,1\sqrt{2}\text{M} = 0,2\text{H} \cdot \text{M}$$

$$\left. \begin{aligned} M_2 &= F_2 l_2 \\ F_2 &= \sqrt{(1\text{H})^2 + (2\text{H})^2} = \sqrt{5}\text{H} \\ l_2 &= 0,1\text{M} \cdot \frac{0,1\text{M}}{\sqrt{(0,1\text{M})^2 + (0,2\text{M})^2}} = \frac{0,1}{\sqrt{5}}\text{M} \end{aligned} \right\} \Rightarrow M_2 = \sqrt{5}\text{H} \cdot \frac{0,1}{\sqrt{5}}\text{M} = 0,1\text{H} \cdot \text{M}$$

$$\left. \begin{aligned} M_3 &= F_3 l_3 \\ F_3 &= \sqrt{(2\text{H})^2 + (3\text{H})^2} = \sqrt{13}\text{H} \\ l_3 &= 0,3\text{M} \cdot \frac{0,3\text{M}}{\sqrt{(0,2\text{M})^2 + (0,3\text{M})^2}} = \frac{0,9}{\sqrt{13}}\text{M} \end{aligned} \right\} \Rightarrow M_3 = \sqrt{13}\text{H} \cdot \frac{0,9}{\sqrt{13}}\text{M} = 0,9\text{H} \cdot \text{M}$$

Задание 6

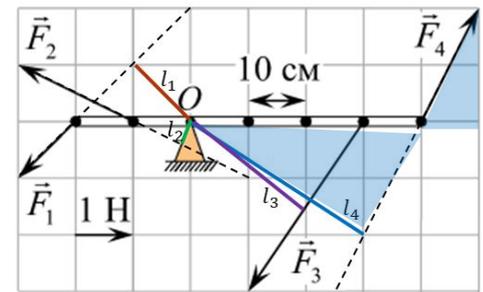
Решение (продолжение):

$$M_4 = F_4 l_4$$

$$F_4 = \sqrt{(2\text{Н})^2 + (1\text{Н})^2} = \sqrt{5} \text{ Н}$$

$$l_4 = 0,4 \text{ м} \cdot \frac{0,2 \text{ м}}{\sqrt{(0,2\text{м})^2 + (0,1\text{м})^2}} = \frac{0,8}{\sqrt{5}} \text{ м}$$

$$\Rightarrow M_4 = \sqrt{5} \text{ Н} \cdot \frac{0,8}{\sqrt{5}} \text{ м} = 0,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$



$$M_2 < M_1 < M_4 < M_3$$

3) Неверно. Относительно оси O минимальным будет момент, создаваемый силой F_2 .

4) Неверно. Относительно оси O максимальным будет момент, создаваемый силой F_3 .

5. Рейка будет находиться в равновесии, если сумма моментов сил, вращающих ее будет равна нулю.

$$M_2 - M_1 - M_4 + M_3 = 0,1 \text{ Н} \cdot \text{м} - 0,2 \text{ Н} \cdot \text{м} - 0,8 \text{ Н} \cdot \text{м} + 0,9 \text{ Н} \cdot \text{м} = 0$$

5) Верно. Под действием всех изображённых на рисунке сил рейка может находиться в равновесии.

Ответ:

25

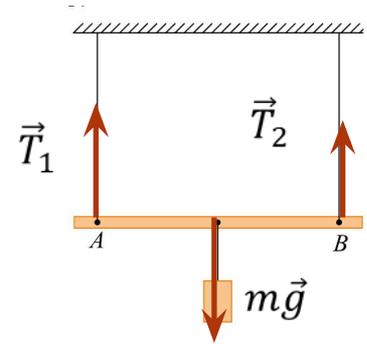
выбор
на линии 6 КИМ ЕГЭ по физике 2022 года

| Критерии оценивания выполнения заданий 6 | Баллы |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Верно указаны все элементы верного ответа | 2 |
| Допущена одна ошибка. ИЛИ Дополнительно к верным элементам указан один неверный | 1 |
| Два элемента указаны неверно. ИЛИ Дополнительно к верным указано два и более неверных элементов. ИЛИ Ответ отсутствует | 0 |

Задания оцениваются независимо от количества верных утверждений

Задание 7

Лёгкий стержень подвешен в горизонтальном положении при помощи вертикальных нитей, привязанных к его концам. К середине стержня подвешен груз. Груз перевешивают ближе к концу А стержня. Как в результате изменяются следующие физические величины: модуль силы натяжения левой нити, модуль силы натяжения правой нити, момент действующей на груз силы тяжести относительно точки А?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Модуль силы натяжения левой нити
- Б) Модуль силы натяжения правой нити
- В) Момент действующей на груз силы тяжести относительно точки А

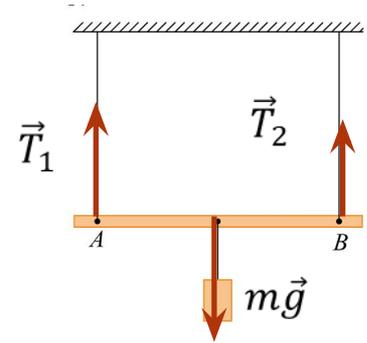
ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- 1) Увеличивается
- 2) Уменьшается
- 3) Не изменяется

А Б В

Задание 7

Лёгкий стержень подвешен в горизонтальном положении при помощи вертикальных нитей, привязанных к его концам. К середине стержня подвешен груз. Груз перевешивают ближе к концу А стержня. Как в результате изменяются следующие физические величины: модуль силы натяжения левой нити, модуль силы натяжения правой нити, момент действующей на груз силы тяжести относительно точки А?



- А) При перемещении груза ближе к концу А стержня плечо веса груза увеличивается, а значит, растёт и момент веса груза. Следовательно, должен расти и момент силы натяжения левой нити. Это может происходить только за счет роста самой силы натяжения. (А — 1)
- Б) Сумма сил натяжения нитей должна компенсировать вес груза. Поскольку левая нить натягивается сильнее при перемещении груза, заключаем, что сила натяжения правой нити ослабевает. (Б — 2)
- В) Относительно точки А момент веса груза уменьшается при перемещении груза, так как уменьшается плечо. (В — 2)

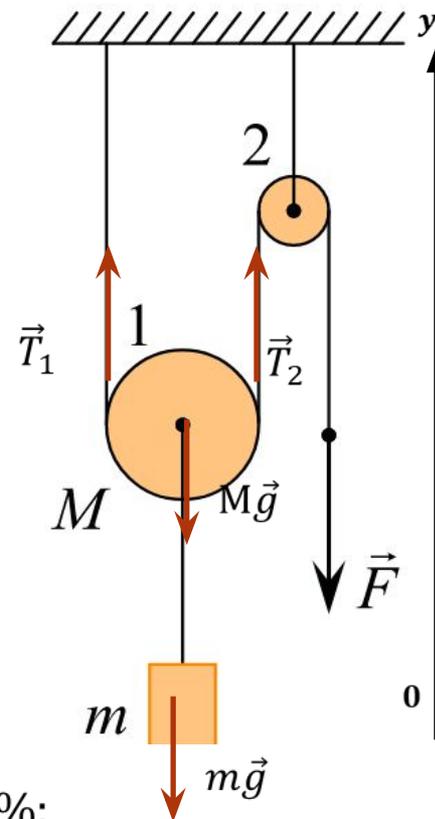
| | | |
|---|---|---|
| А | Б | В |
| 1 | 2 | 2 |

Ответ:

122

Задание 8

На рисунке изображён подъёмный механизм, с помощью которого равномерно поднимают груз массой $m = 6$ кг, прикладывая к концу лёгкой нерастяжимой нити некоторую силу \vec{F} . Механизм состоит из блока 1, имеющего массу $M = 2$ кг, и невесомого блока 2. Трение в осях блоков пренебрежимо мало. Установите соответствие между физическими величинами и их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЗНАЧЕНИЕ (В СИ)

А) КПД механизма, %

1) 75

Б) модуль силы натяжения нити, лежащей между блоками

2) 80

3) 40

4) 25

А

Б

1

3

Б) $\vec{T}_1 + M\vec{g} + \vec{T}_2 + m\vec{g} = 0$

$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T = F$, т.к. нить невесома.

Оу: $T - Mg + T - mg = 0$

$$T = \frac{Mg + mg}{2};$$

$$T = \frac{2 \cdot 10 + 6 \cdot 10}{2} = 40(\text{Н}) \quad (\text{Б} - 3).$$

А) $\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_3} \cdot 100\%;$

$$\eta = \frac{mgh}{F \cdot 2h} \cdot 100\% = \frac{mg}{2F} \cdot 100\%;$$

$$\eta = \frac{6 \cdot 10}{2 \cdot 40} \cdot 100\% = 75\%; \quad (\text{А} - 1).$$

Ответ:

13

Задание 25

Деревянная линейка длиной $l = 60$ см выдвинута за край стола на $1/4$ часть своей длины. При этом она не опрокидывается, если на её правом конце лежит груз массой не более 250 г (см. рисунок). На какое расстояние можно выдвинуть вправо за край стола эту линейку, если на её правом конце лежит груз массой 125 г?

Дано:

$$l = 60 \text{ см}$$

$$l_1 = l/4$$

$$m_1 = 250 \text{ г}$$

$$m_2 = 125 \text{ г}$$

$x = ?$

СИ:

$$0,6 \text{ м}$$

$$0,25 \text{ кг}$$

$$0,125 \text{ кг}$$

Решение:

Пусть M – масса линейки.

$$Fl_2 = P_1 l_1$$

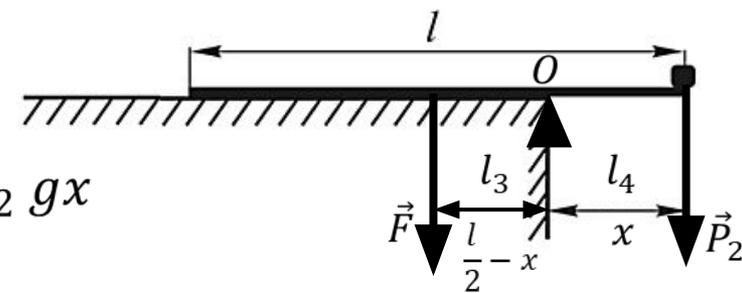
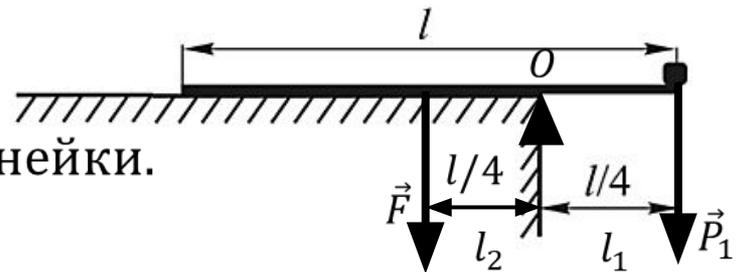
$$Mg(l/4) = m_1 g(l/4) \Rightarrow M = m_1$$

$$Fl_3 = P_2 l_4$$

$$Mg((l/2) - x) = m_2 gx$$

$$x = \frac{m_1 l}{2(m_1 + m_2)} = \frac{0,25 \text{ кг} \cdot 0,6 \text{ м}}{2(0,25 \text{ кг} + 0,125 \text{ кг})} = 0,2 \text{ м} = 20 \text{ см.}$$

Ответ: $x = 0,2 \text{ м} = 20 \text{ см.}$



Критерии оценивания выполнения задания 25

Баллы

Приведено полное решение, включающее следующие элементы:

I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *уравнения моментов для двух случаев*);

II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*);

III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);

IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины

2

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.

Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.

И (ИЛИ)

В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.

И (ИЛИ)

В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.

И (ИЛИ)

Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка

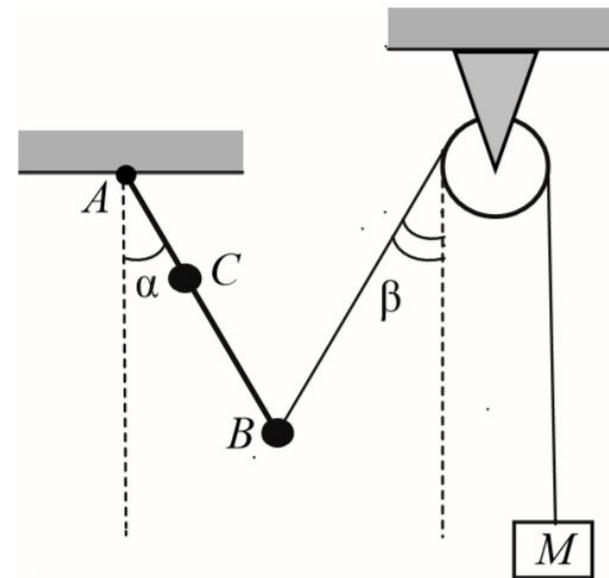
1

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, балла

0

Задание 30

● Невесомый стержень AB с двумя малыми грузиками массами $m_1 = 200$ г и $m_2 = 100$ г, расположенными в точках C и B соответственно, шарнирно закреплён в точке A . Груз массой $M = 100$ г подвешен к невесомому блоку за невесомую и нерастяжимую нить, другой конец которой соединён с нижним концом стержня, как показано на рисунке. Вся система находится в



углом с вертикалью, равный $\beta = 30^\circ$. Расстояние $AC = b = 25$ см. Определите длину l стержня AB . Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на груз M и стержень.

Задание 30

Дано:

$$m_1 = 200 \text{ г}$$

$$m_2 = 100 \text{ г}$$

$$M = 100 \text{ г}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$\beta = 30^\circ$$

$$AC = b = 25 \text{ см}$$

$$l - ?$$

СИ:

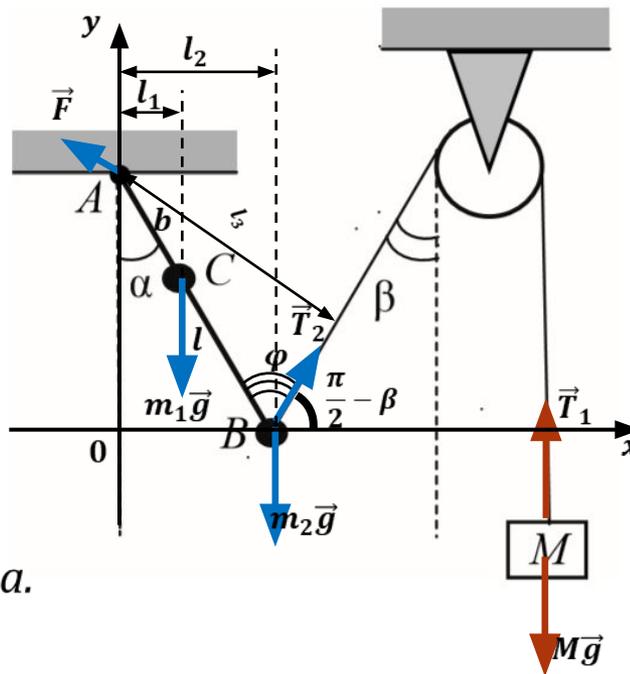
$$0,2 \text{ кг}$$

$$0,1 \text{ кг}$$

$$0,1 \text{ кг}$$

$$0,25 \text{ м}$$

Решение:



$$\vec{T}_1 + M\vec{g} = 0$$

$$O_y: T_1 - Mg = 0$$

M_3, M_1, M_2 – моменты силы натяжения нити, моменты силы тяжести первого и второго грузов соответственно.

$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T, \text{ т.к. нить невесома.}$$

$$M_1 + M_2 - M_3 = 0$$

$$M_1 = m_1 g l_1 = m_1 g b \sin \alpha$$

$$M_2 = m_2 g l_2 = m_2 g l \sin \alpha$$

$$M_3 = T_2 l_3 = T l \sin \varphi$$

$$\varphi = \alpha + \beta$$

$$m_1 g b \sin \alpha + m_2 g l \sin \alpha - T l \sin(\alpha + \beta) = 0$$

$$l = \frac{m_1 g b \sin \alpha}{T \sin(\alpha + \beta) - m_2 g \sin \alpha} = \frac{m_1 b \sin \alpha}{M \sin(\alpha + \beta) - m_2 \sin \alpha} =$$

$$= \frac{0,2 \cdot 0,25 \cdot 0,5}{0,1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 0,1 \cdot 0,5} \text{ м} \approx 0,68 \text{ м}$$

Ответ: $l \approx 0,68 \text{ м}$.

Обоснование выбора физической модели

- 1) Систему отсчёта, связанную с Землёй, считаем инерциальной (ИСО). Направим оси декартовой системы координат, как показано на рисунке.
- 2) Описываем стержень AB моделью твёрдого тела (форма и размеры тела неизменны, расстояние между любыми двумя точками тела остаётся неизменным).
- 3) Любое движение твёрдого тела является суперпозицией поступательного и вращательного движения. Поэтому условий равновесия твёрдого тела в ИСО ровно два: одно для поступательного движения (сумма внешних сил равна нулю); другое – для вращательного движения (сумма моментов внешних сил относительно оси вращения равна нулю).
- 4) Сумма моментов сил, действующих на стержень, рассматривается относительно оси, проходящей через точку A шарнирного крепления перпендикулярно плоскости рисунка.
- 5) Модуль силы натяжения в любой точке один и тот же, т.к. нить невесома, а блок идеален, в нем пренебрегают силой трения.

Принцип оценивания задачи 30

Используется два независимых критерия оценивания: на 1 и 3 балла.

Первый критерий направлен на оценивание только обоснования выбора физической модели

Критерии оценивания выполнения задания

Баллы

Критерий 1

Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей)

1

В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка.

0

ИЛИ

Обоснование отсутствует

Критерий на 3 балла полностью соответствует системе оценивания других расчетных задач высокого уровня сложности.

Критерии оценивания выполнения задания 30

Баллы

Приведено полное решение, включающее следующие элементы:

I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (*в данном случае: второй закон Ньютона; условие равновесия твердого тела*);

II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*);

III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);

IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины

3

Критерии оценивания выполнения задания 30

Баллы

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.

Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.

И (ИЛИ)

В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.

И (ИЛИ)

В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.

И (ИЛИ)

Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)

2

Критерии оценивания выполнения задания 30

Баллы

Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.

1

Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.

ИЛИ

В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.

ИЛИ

В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла

0