



Учителя физики Пензенской области

https://vk.com/fizika_58

Фомичев Сергей Викторович (редактор)

Тел.: +7 - 963 - 109 - 19 - 38

Методические рекомендации

по подготовке обучающихся к ЕГЭ по физике в 2024 году,
к решению заданий КИМ второй части ЕГЭ 2024
и особенности оценивания работ по критериям экспертов

Фомичев Сергей Викторович,

учитель физики МБОУ СОШ № 58 г. Пензы,
заместитель председателя ПК ГИА по физике
Пензенской области

В части 2 расширена тематика заданий 30 (расчетных задач высокого уровня по механике). Кроме задач на применение законов Ньютона (связанные тела) и задач на применение законов сохранения в механике, добавлены задачи по статике.

ЧАСТЬ 2

1. В 2024 г. изменена структура КИМ ЕГЭ по физике: число заданий сокращено с 30 до 26. При этом в первой части работы удалены интегрированное задание на распознавание графических зависимостей и два задания на определение соответствия формул и физических величин по механике и электродинамике; во второй части работы удалено одно из заданий высокого уровня сложности (расчётная задача). Одно из заданий с кратким ответом в виде числа в первой части работы перенесено из раздела «МКТ и термодинамика» в раздел «Механика».
2. Сокращён общий объём проверяемых элементов содержания, а также спектр проверяемых элементов содержания в заданиях базового уровня с кратким ответом, что отражено в кодификаторе элементов содержания и обобщённом плане варианта КИМ ЕГЭ по физике.
3. Максимальный первичный балл изменён с 54 до 45 баллов.

Максимальный первичный балл изменён с 54 до 45 баллов.

Шкала появится
на сайте ФИПИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)**

ПРИКАЗ

12 августа 2022 г.

Москва

№ 458

Об установлении минимального количества баллов единого государственного экзамена по общеобразовательным предметам, соответствующим специальности или направлению подготовки, по которым проводится прием на обучение в образовательных организациях, находящихся в ведении Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, на 2023/24 учебный год

В соответствии с частью 3 статьи 70 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2012, № 53, ст. 7598; 2018, № 32, ст. 5130) и подпунктом 4.3.22 пункта 4 Положения о Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 15 июня 2018 г. № 682 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2018, № 26, ст. 3851), **п р и к а з ы в а ю**:

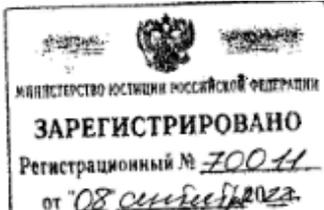
1. Установить минимальное количество баллов единого государственного экзамена по общеобразовательным предметам, соответствующим специальности или направлению подготовки, по которым проводится прием на обучение в образовательных организациях, находящихся в ведении Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, на 2023/24 учебный год согласно приложению к настоящему приказу.

2. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на заместителя Министра Афанасьева Д.В.

Врио Министра



А.Р. Гатиятов



приложение
к приказу Министерства науки
и высшего образования
Российской Федерации
от «12» августа 2022 г. № 458

Минимальное количество баллов единого государственного экзамена по общеобразовательным предметам, соответствующим специальности или направлению подготовки, по которым проводится прием на обучение в образовательных организациях, находящихся в ведении Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, на 2023/24 учебный год

Общеобразовательный предмет	Минимальное количество баллов
Русский язык	40
Математика	39
Физика	39
Обществознание	45
История	35
Информатика и информационно-коммуникационные технологии	44
Иностранный язык	30
Литература	40
Биология	39
География	40
Химия	39

- ❖ Новые элементы содержания в кодификатор не вводятся
- ❖ Удалены из кодификатора:
 - «Первая космическая скорость», «Вторая космическая скорость»
 - «Волновые свойства частиц. Волны Де Бройля», «Дифракция электронов на кристаллах», «Лазер», «Энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы», «Дефект масс ядра»
 - раздел «Основы СТО»

4.1	<i>КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ</i>		
4.1.1	Гипотеза М. Планка о квантах. Формула Планка: $E = h\nu$	БУ, УУ	+
4.1.2	Фотоны. Энергия фотона: $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = pc$. Импульс фотона: $p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$	БУ, УУ	+
4.1.3	Фотоэффект. опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта	БУ, УУ	+
4.1.4	Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $E_{\text{фотона}} = A_{\text{выхода}} + E_{\text{кин max}}$, где $E_{\text{фотона}} = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$, $A_{\text{выхода}} = h\nu_{\text{кр}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}$, $E_{\text{кин max}} = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} = eU_{\text{зав}}$	БУ, УУ	+
4.1.5	Давление света. Давление света на полностью отражающую поверхность и на полностью поглощающую поверхность	БУ, УУ	+

защищены

1. Углубленный уровень УУ в 1 части ЕГЭ отсутствует
2. Темы удаленные из кодификатора в КИМах отсутствуют совсем

Особенности КИМ ЕГЭ-2024



ФИПИ

- ❖ Число заданий сокращено с 30 до 26
- ❖ Максимальный балл уменьшился с 54 до 45
- ❖ Время выполнения работы 3ч 55 мин.

Часть 1

- ❖ Удалены 3 линии заданий
- ❖ Одно из заданий с кратким ответом в виде числа перенесено из раздела «МКТ и термодинамика» в раздел «Механика»

 Задачу на влажность и калориметрию по МКТ заменили на задачу по механике

Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде равна 60%. Какой будет относительная влажность воздуха в сосуде, если при неизменной температуре уменьшить объём сосуда в 2,5 раза?

Ответ: _____ %.

Особенности КИМ ЕГЭ-2024

ФИПИ

- ❖ Исключается линия заданий на распознавание графиков зависимостей физических величин
- ❖ Исключаются задания на соответствие формул и величин, которые можно рассчитать по этим формулам

Ученик исследовал движение бруска по наклонной плоскости. Он определил, что брусок, начиная движение из состояния покоя, проходит 20 см с ускорением $1,6 \text{ м/с}^2$. Установите соответствие между зависимостями, полученными при исследовании движения бруска, и уравнениями, выражающими эти зависимости.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ЗАВИСИМОСТИ

- А) зависимость пути l , пройденного бруском, от времени t
- Б) зависимость модуля скорости бруска v от пройденного пути l

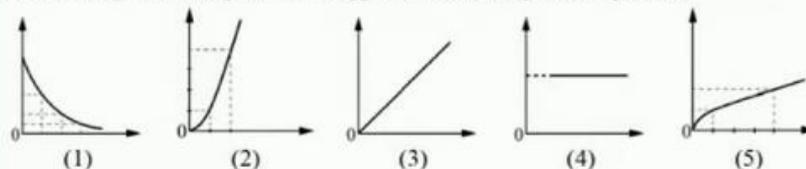
УРАВНЕНИЯ

- 1) $l = At^2$, где $A = 0,8 \text{ м/с}^2$
- 2) $l = Bt^2$, где $B = 1,6 \text{ м/с}^2$
- 3) $v = Dt$, где $D = 1,8 \text{ с}^{-1}$
- 4) $v = C\sqrt{l}$, где $C \approx 1,8 \sqrt{\text{м/с}}$

Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость периода свободных колебаний математического маятника от длины нити маятника;
- Б) зависимость силы тока по участку цепи, содержащему резистор сопротивлением R , от напряжения на резисторе;
- В) зависимость числа нераспавшихся ядер радиоактивного элемента от времени.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.



Ответ:

А	Б	В

Что удалено в 2024 году

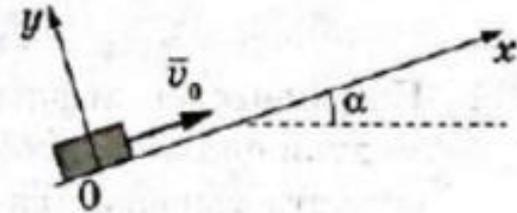
Задания с графиками дали худший результат (50 % выполнения) в прошлом году

Задания на соответствие формул и величин, рассчитываемых по этим формулам – остались только на соответствие по графикам

1. В 2024 г. изменена структура КИМ ЕГЭ по физике: число заданий сокращено с 30 до 26. При этом в первой части работы удалены интегрированное задание на распознавание графических зависимостей и два задания на определение соответствия формул и физических величин по механике и электродинамике? во второй части работы удалено одно из заданий высокого уровня сложности (расчётная задача).

Обсуждения начались ещё в апреле 2023

После удара шайба массой m начала скользить со скоростью \vec{v}_0 вверх по плоскости, установленной под углом α к горизонту (см. рисунок). Переместившись вдоль оси Ox на некоторое расстояние, шайба соскользнула в исходное положение. Коэффициент трения шайбы о плоскость равен μ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) модуль ускорения шайбы при её движении вниз

Б) модуль проекции силы тяжести на ось Ox

ФОРМУЛЫ

1) $g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$

2) $\mu mg \cos \alpha$

3) $mg \sin \alpha$

4) $g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$

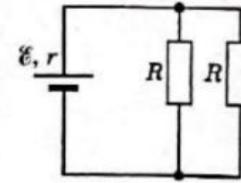
Ответ:

А	Б

1. В 2024 г. изменена структура КИМ ЕГЭ по физике: число заданий сокращено с 30 до 26. При этом в первой части работы удалены интегрированное задание на распознавание графических зависимостей и два задания на определение соответствия формул и физических величин по механике и электродинамике? во второй части работы удалено одно из заданий высокого уровня сложности (расчётная задача).

Обсуждения начались ещё в апреле 2023

Электрическая цепь на рисунке состоит из источника тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r и внешней цепи из двух одинаковых резисторов сопротивлением R , включённых параллельно.



Укажите формулы, по которым вычисляется мощность тока на внутреннем сопротивлении источника тока и мощность тока на одном из резисторов R .

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) мощность тока на внутреннем сопротивлении источника тока
- Б) мощность тока на одном из резисторов R

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{2\mathcal{E}^2}{2r + R}$
- 2) $\frac{4\mathcal{E}^2 r}{(2r + R)^2}$
- 3) $\frac{\mathcal{E}^2 R}{(2r + R)^2}$
- 4) $\frac{\mathcal{E}^2 r}{2\left(r + \frac{R}{2}\right)^2}$

Появившийся сборник вопрос не снял, а даже наоборот, вызвал недоумение



17 Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (λ – длина волны фотона; c – скорость света в вакууме; h – постоянная Планка).
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) энергия фотона
- Б) масса фотона

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{h}{\lambda c}$
- 2) $\frac{hc}{\lambda}$
- 3) $\frac{c}{\lambda}$
- 4) $\frac{h}{\lambda}$

Состояние газа меняется по циклу, показанному на рисунке. Чему равны работа газа за цикл и работа внешних сил при сжатии газа?

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

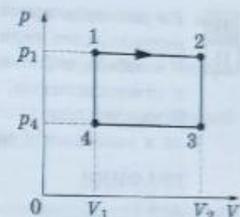
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) работа газа за цикл
- Б) работа внешних сил при сжатии газа

ФОРМУЛЫ

- 1) $p_1(V_2 - V_1)$
- 2) $(p_1 - p_4)(V_2 - V_1)$
- 3) $p_1(V_2 - V_1)$
- 4) $p_1 V_2 - p_4 V_1$



Изменения в КИМ ЕГЭ 2024 года в сравнении с КИМ 2023 года

№1 – №6**Механика**

(4 задания с кратким ответом, на множественный выбор, изменение величин или соответствие)

№16 – №17**Квантовая физика**

(с кратким ответом и на изменение величин или соответствие)

№7 – №10**Молекулярная физика**

(2 задания с кратким ответом, на множественный выбор, изменение величин или соответствие)

№18**Интегрированное задание**

(основы теории)

№11 – №15**Электродинамика**

(3 задания с кратким ответом, на множественный выбор, изменение величин, соответствие).

№19 – №20**Методология**

№6, 10, 15, 17 изменение величин **ИЛИ** соответствие (какое?)

Изменения в КИМ ЕГЭ 2024 года в сравнении с КИМ 2023 года

«МЕХАНИКА»

№1–№4 – задания с КО в виде числа

№5 – задание на множественный выбор

№6 – задание на изменение величин или на соответствие (графики)

В результате перехода с одной круговой орбиты на другую скорость движения спутника Земли увеличилась. Как изменились в результате этого перехода потенциальная энергия спутника в поле тяжести Земли и его центростремительное ускорение?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

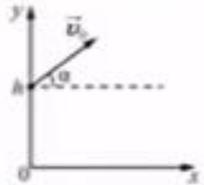
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

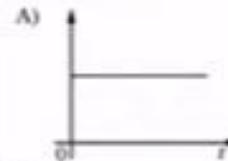
Потенциальная энергия спутника	Центростремительное ускорение спутника

В момент $t = 0$ мячик бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту с балкона высотой h (см. рисунок). Графики А и Б отображают зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полёта, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут отображать. Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня $y = 0$.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



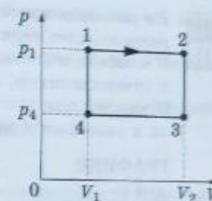
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) кинетическая энергия мячика
- 2) потенциальная энергия мячика
- 3) проекция импульса мячика на ось x
- 4) проекция импульса мячика на ось y

Работа с графиком + ф.с.

Состояние газа меняется по циклу, показанному на рисунке. Чему равны работа газа за цикл и работа внешних сил при сжатии газа?

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) работа газа за цикл
- Б) работа внешних сил при сжатии газа

ФОРМУЛЫ

- 1) $p_1(V_2 - V_1)$
- 2) $(p_1 - p_4)(V_2 - V_1)$
- 3) $p_1(V_2 - V_1)$
- 4) $p_1V_2 - p_1V_1$

Особенности КИМ ЕГЭ-2024

Обобщённый план варианта КИМ ЕГЭ 2024 года по ФИЗИКЕ					
Используются следующие условные обозначения: уровни сложности заданий: Б – базовый, П – повышенный, В – высокий.					
Но-мер задания	Предметные результаты освоения основной образовательной программы	Код проверяемого предметного результата	Код контролируемого элемента содержания (по кодификатору)	Уровень сложности	Макс. балл за задание
Часть 1					
1	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы	1, 2	1.1.5, 1.1.6	Б	1
2	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы	1, 2	1.2.4, 1.2.7, 1.2.8	Б	1
3	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы	1, 2	1.4.1, 1.4.3, 1.4.4 1.4.6-1.4.8	Б	1
4	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы	1, 2	1.3.1, 1.3.3, 1.3.6, 1.5.2, 1.5.4	Б	1
5	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики	3	1	П	2
6	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы	3	1	Б	2

❖ Задания с КО в виде числа – проверяется от 2 до 6 элементов

Имеется в виду «насыщенность» темы: элементов много, но в конкретной задаче с КО проверяется один из 2-6 всех элементов

❖ Задания только на указанные элементы содержания

❖ Задания могут проверять любые элементы содержания из раздела «Механика»

Задания с коротким ответом: только один элемент в задании, никакой интеграции, а вот в заданиях на 2 балла могут быть комбинации формул внутри всего указанного раздела.

Например, ...

Изменения в КИМ ЕГЭ 2024 года в сравнении с КИМ 2023 года

№2. «МЕХАНИКА»:

Второй закон Ньютона

Закон Гука

Сила трения скольжения

В инерциальной системе отсчёта сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение 2 м/с^2 . Каково ускорение тела массой $2m$ под действием силы $3\vec{F}$ в этой системе отсчёта?

Ответ: _____ м/с^2 .

Определите жесткость пружины, если ее удлинение под действием силы, равной 200 Н , составляет 20 см .

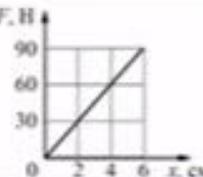
Ответ: _____ Н/м .

В инерциальной системе отсчёта сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение \vec{a} . Во сколько раз нужно увеличить массу тела, чтобы вдвое большая сила сообщала ему в этой системе отсчёта в 3 раза меньшее ускорение?

Ответ: в _____ раз(а).

На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости F от удлинения пружины x . Какова жесткость пружины?

Ответ: _____ Н/м .



При исследовании зависимости модуля силы трения скольжения $F_{\text{тр}}$ от модуля нормальной составляющей силы реакции опоры N были получены следующие данные:

$F_{\text{тр}}, \text{ Н}$	1,2	1,4	1,6	1,8
$N, \text{ Н}$	6,0	7,0	8,0	9,0

Определите по результатам исследования коэффициент трения скольжения.

Ответ: _____.

При движении по горизонтальной поверхности на брусок массой 1 кг действует сила трения скольжения 8 Н . Какой станет сила трения скольжения, если на брусок положить сверху ещё два бруска такой же массы и бруски будут двигаться как одно целое? Коэффициент трения не изменился.

Ответ: _____ Н .

В ОДНОБАЛЬНЫХ задачах в Спецификации указаны КОНКРЕТНЫЕ темы которые будут в данном разделе, НО это не значит, что остальное не нужно учить: всё остальное из кодификатора будет в 2 и 3 бальных задачах. По МИНимуму нужно учить и выполнять 1 бальные задачи только на ПОРОГ.

Например в задании №5 и №6 спецификация «МЕХАНИКА» (т.е. ВСЯ механика)

№ задания	Темы (КЭС)	
1	МЕХАНИКА	Равномерное прямолинейное движение (1.1.5), равноускоренное прямолинейное движение (1.1.6)
2		Второй закон Ньютона (1.2.4), сила упругости (1.2.7), сила трения (1.2.8)
3		Импульс материальной точки (1.4.1), закон изменения и сохранения импульса (1.4.3), работа силы (1.4.4), кинетическая и потенциальная энергия, ЗСЭ (1.4.6–1.4.8)
4		Момент силы (1.3.1), условия равновесия твердого тела (1.3.3), закон Архимеда (1.3.6), период и частота колебаний (1.5.2), скорость и длина волны (1.5.4)
7	МКТ и ТЕРМ-КА	Кинетическая энергия молекул (2.1.8), уравнение $p = nkT$ (2.1.9), уравнение Менделеева-Клапейрона (2.1.10), изопроцессы (2.1.12)
8		Работа газа (2.2.6), первый закон термодинамики (2.2.7), КПД тепловых двигателей (2.2.9), КПД идеальной тепл. машины (2.2.10)

№ задания	Темы (КЭС)	
11	ЭЛЕКТРОД-КА	Закон Кулона (3.1.2), сила тока (3.2.1), закон Ома для участка цепи (3.2.3), работа и мощность тока (3.2.8, 3.2.9)
12		Сила Ампера (3.3.3), сила Лоренца (3.3.4), закон ЭМИ Фарадея (3.4.3), ЭДС самоиндукции (3.4.6), энергия магнитного поля (3.4.7)
13		Колебательный контур, формула Томсона (3.5.1), закон отражения света (3.6.2), плоское зеркало (3.6.3), формула тонкой линзы (3.6.7)
16	К.Ф.	Строение атома (4.2.1), строение ядра (4.3.1), радиоактивность (4.3.2), ядерные реакции (4.3.4)

Остальные задачи – это задачи на множественный выбор, изменение величин и соответствие: и здесь могут быть ЛЮБЫЕ формулы и законы из КОДИФИКАТОРА по данному разделу.

Итого 10 первичных баллов!:

Первичный балл	Тестовый балл
7	26
8	29
9	33
10	36
11	38
12	39



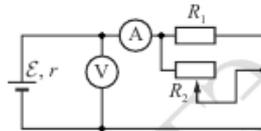
1. В 2024 г. изменена структура КИМ ЕГЭ по физике: число заданий сокращено с 30 до 26. При этом в первой части работы удалены интегрированное задание на распознавание графических зависимостей и два задания на определение соответствия формул и физических величин по механике и электродинамике; во второй части работы удалено одно из заданий высокого уровня сложности (расчётная задача).

Бывший номер 29 (задача на оптику/ядерную физику/ квантовую физику)

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

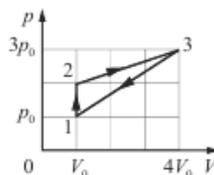
- 21 На рисунке показана принципиальная схема электрической цепи, состоящей из источника тока с отличным от нуля внутренним сопротивлением, резистора, реостата и измерительных приборов – идеального амперметра и идеального вольтметра. Как будут изменяться показания приборов при перемещении движка реостата *вправо*? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

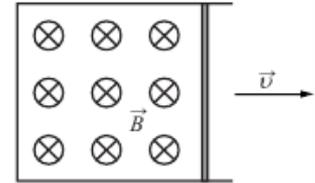
- 22 Плоская льдина плавает в воде, выступая над её поверхностью на высоту $h = 0,02$ м. Определите массу льдины, если её площадь $S = 2500$ см². Плотность льда равна 900 кг/м³.
- 23 В стакан калориметра, содержащий 250 г воды, опустили кусок льда массой 140 г, имевшего температуру 0 °С. После того как наступило тепловое равновесие, весь лёд растаял, и температура воды стала равной 0 °С. Определите начальную температуру воды. Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

- 24 В цикле, показанном на pV -диаграмме, $\nu = 4$ моль разреженного гелия получает от нагревателя количество теплоты $Q_{\text{нагр}} = 120$ кДж. Найдите температуру T_2 гелия в состоянии 2.



25

Металлический стержень, согнутый в виде буквы П, закреплён в горизонтальном положении (см. рисунок). На параллельные стороны стержня опирается концами перпендикулярная перемычка прямоугольного поперечного сечения, массой 370 г и длиной 1 м. Сопротивление перемычки равно 0,025 Ом. Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. Какую горизонтальную силу нужно приложить к перемычке, чтобы двигать её с постоянной скоростью 2 м/с, если коэффициент трения между стержнем и перемычкой равен 0,2? Сопротивлением стержня пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на перемычку.

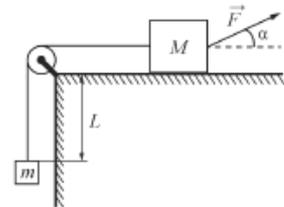


26

Снаряд массой 4 кг, летящий со скоростью 400 м/с, разрывается на две равные части, одна из которых летит в направлении движения снаряда, а другая – в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается на 0,5 МДж. Найдите скорость осколка, летящего по направлению движения снаряда. Сопротивлением воздуха пренебречь. **Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.**

ИЛИ

На горизонтальном столе находится брусок массой $M = 1$ кг, соединённый невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, с грузом массой $m = 500$ г. На брусок действует сила \vec{F} , направленная под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рисунок), $F = 9$ Н. В момент начала движения груз находится на расстоянии $L = 32$ см от края стола. Какую скорость V будет иметь груз в тот момент, когда он поднимется до края стола, если коэффициент трения между бруском и столом $\mu = 0,3$? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на брусок и груз. **Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.**



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Линия 26 – 4 балла

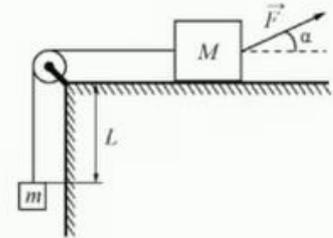
Неупругое столкновение, закон сохранения энергии

Небольшое тело массой $M = 0,99$ кг лежит на вершине гладкой полусферы радиусом $R = 1$ м. В тело попадает пуля массой $m = 0,01$ кг, летящая горизонтально со скоростью $v_0 = 200$ м/с, и застревает в нём. Пренебрегая смещением тела за время удара, определите высоту h , на которой это тело оторвётся от поверхности полусферы. Высота отсчитывается от основания полусферы. Сопротивлением воздуха пренебречь. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

- Выбор ИСО
- Материальные точки
- Условие применимости закона сохранения энергии
- Условие применимости закона сохранения импульса

Связанные тела

На горизонтальном столе находится брусок массой $M = 1$ кг, соединённый невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, с грузом массой $m = 500$ г. На брусок действует сила \vec{F} , направленная под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рисунок), $F = 9$ Н. В момент начала движения груз находился на расстоянии $L = 32$ см от края стола. Какую скорость V будет иметь груз в тот момент, когда он поднимется до края стола, если коэффициент трения между бруском и столом $\mu = 0,3$? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на брусок и груз. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



- Выбор ИСО
- Материальные точки
- Условие равенства сил натяжения нити
- Условие равенства ускорений тел

Обоснование

Условие невесомости нити и условие нерастяжимости нити – это два разных условия: нельзя просто написать, что они есть и всё, надо чётко расписать каждое, зачем оно и к чему относится в решении.

Если в условии задачи указаны ещё какие то обоснования, то их тоже нужно чётко прописать, показав понимание границ применимости.

Изменения в КИМ ЕГЭ 2024 года в сравнении с КИМ 2023 года

Структура

Часть 2

Удалено 1 задание – расчетная задача высокого уровня сложности на 3 балла (задача по квантовой физике).

Задания по квантовой физике в части 2 отсутствуют.

№21	★★★★☆	3 балла	качественная задача, <u>молекулярная физика</u> или <u>электродинамика</u> (без оптики)	
№22	★★★★☆	2 балла	расчетная задача по механике	Всё, что угодно из механики, в том числе и статика
№23	★★★★☆	2 балла	расчетная задача по <u>электродинамике</u> или <u>молекулярной физике</u> без оптики	
№24	★★★★☆	3 балла	расчетная задача по молекулярной физике и термодинамике	
№25	★★★★☆	3 балла	расчетная задача по электродинамике (электростатика, постоянный ток, магнитное поле, ЭМИ). (без оптики)	
№26	★★★★★	4 балла	расчетная задача по механике (динамика, законы сохранения в механике). связанных тел	

Система оценивания выполнения заданий второй части ЕГЭ по физике:

Критерии оценивания заданий с развернутым ответом

И (ИЛИ)

В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. Представлено решение, соответствующее **одному** из следующих случаев.

и, и приведено объяснение, или физических законов, явления и законы, рассуждения, направленные на ведение до конца.

явления и законы, рассуждения, приводящие

явления и законы, рассуждения, направленные

ответствует вышеуказанным

Максимальный балл 3

Единственный государственный экзамен ФИЗИКА (301 - 1 / 18)

Критерии оценивания заданий с развернутым ответом

24 Резистор R и катушка индуктивности L с железным сердечником подключены к источнику постоянного тока, как показано на схеме. Первоначально ключ K замкнут, а через лампочку проходит соответствующий ток $I_1 = 0,2$ А и $I_2 = 1,5$ А. Что произойдет с величиной и направлением тока через резистор после размыкания ключа K ? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

Возможное решение

- Благодаря явлению самоиндукции ток в катушке меняется медленно. После размыкания ключа K ток через катушку L является током в образовавшейся замкнутой цепи и медленно уменьшается с значения I_1 до нуля.
- После размыкания ключа K резистор и катушка соединены последовательно, поэтому ток через резистор станет таким же, как ток в катушке, т.е. изменит направление на противоположное и быстро достигнет значения около $0,2$ А. Затем ток уменьшится до 0 .
- Ответ: Ток через резистор после размыкания ключа K меняет направление на противоположное и быстро достигает значения около $0,2$ А. Затем ток уменьшается до 0 .

Критерии оценивания выполнения задания

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: л. 3) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: явление самоиндукции, одинаковость тока в последовательно соединенных элементах цепи)	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеется один или несколько из следующих недостатков: В объяснении не указано или не использованы одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) И (ИЛИ) Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачеркнуты.	2

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
Использование не допускается

ПРОЕКТ

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

подготовлен федеральным государственным научным учреждением «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИКИ»

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

Кодификатор ЕГЭ 2023 г. ФИЗИКА, 11 класс. 2 / 28

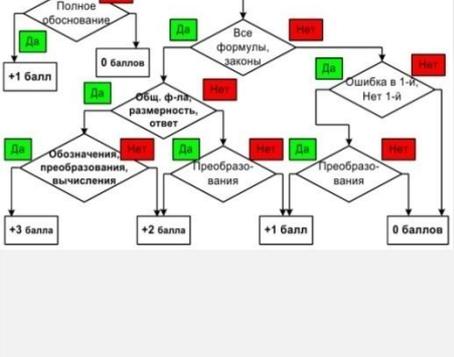
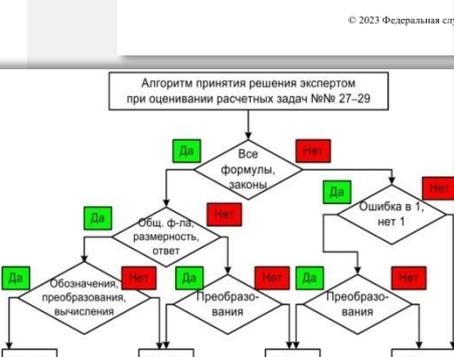
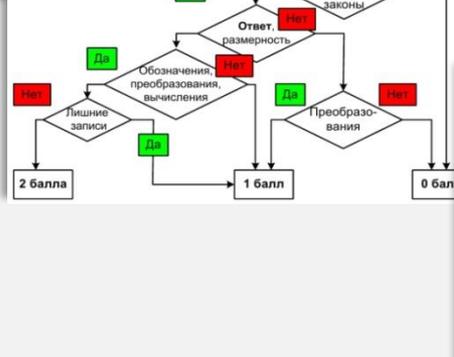
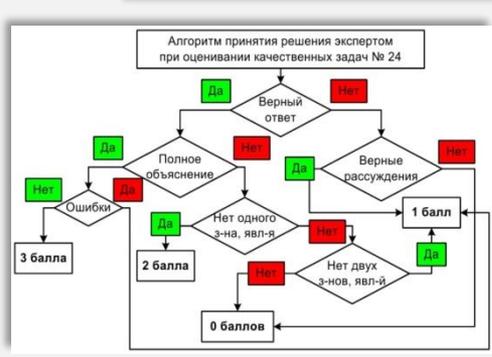
Кодификатор ЕГЭ 2023 г. ФИЗИКА, 11 класс. 7 / 28

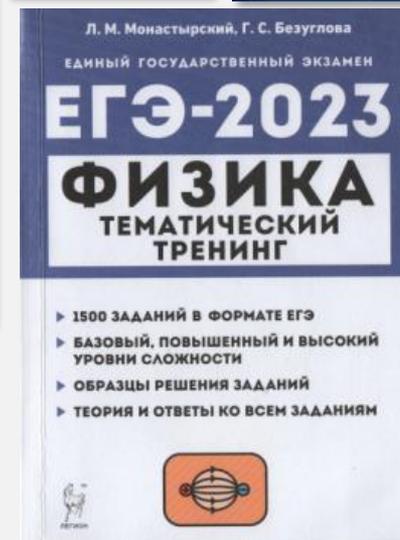
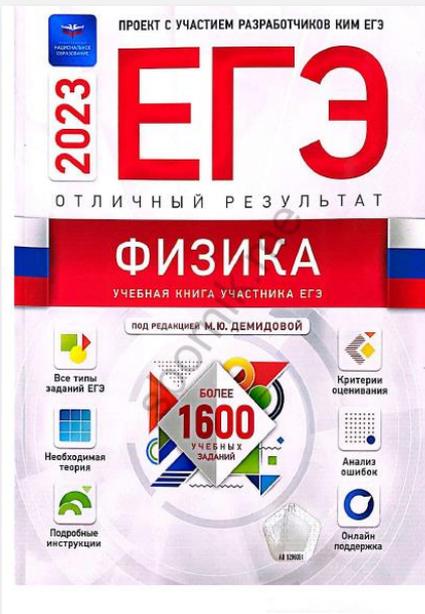
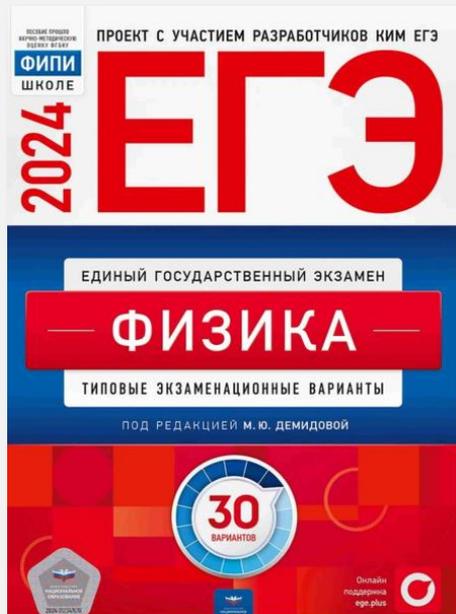
Раздел 2. Перечень элементов содержания, проверяемых на едином государственном экзамене по физике

Перечень элементов содержания, проверяемых на ЕГЭ по физике, демонстрирует предметность содержания раздела «Обязательный минимум содержания основных образовательных программ» федерального компонента государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования по физике и Примерной основной образовательной программы среднего общего образования (одобрана решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол от 28.06.2016 г. № 2/16-3)).

Таблица 2

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 ЦОП ЦОУ
МЕХАНИКА			
1 КИНЕМАТИКА			
1.1	1.1.1	Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчета	+
	1.1.2	Материальная точка. Её радиус-вектор: $\vec{r}(t) = (x(t), y(t), z(t))$, траектория, перемещение: $\Delta\vec{r} = \vec{r}(t_2) - \vec{r}(t_1) = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = (\Delta x, \Delta y, \Delta z)$, путь. Сложение перемещений: $\Delta\vec{r}_1 = \Delta\vec{r}_2 + \Delta\vec{r}_0$	+



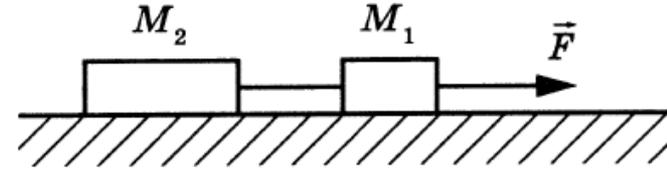


Примеры выполнения заданий:

Задача №22 из Сборника Демидова ФИПИ 30 2024 9в

22

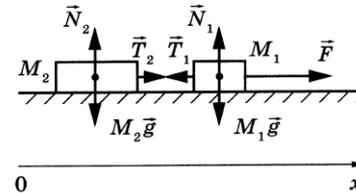
Два груза, связанных нерастяжимой и невесомой нитью, движутся по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы \vec{F} , приложенной к грузу массой M_1 (см. рисунок). Максимальная сила F , при которой нить ещё не обрывается, равна 18 Н. Известно, что нить может выдержать нагрузку не более 10 Н. Чему равна масса M_1 первого груза, если масса второго равна $M_2 = 3$ кг?



Критерии оценивания выполнения задания	Баллы	Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: Есть только в.1 варианте 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 (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2	<p>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)</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p>	1	<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p>	0
		<i>Максимальный балл</i>	2

Возможное решение

1. Поскольку нить, связывающая грузы, нерастяжима, то оба груза движутся с одинаковым ускорением, т. е. $|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a$.
 Поскольку эта нить невесома, модули сил натяжения нити, действующих на грузы, одинаковы, т. е. $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$.



2. Рассмотрим случай, когда $F = 18$ Н, а $T = 10$ Н.
 Запишем второй закон Ньютона для грузов в проекциях на горизонтальную ось Ox : для первого тела: $F - T = M_1 a$, для второго тела: $T = M_2 a$.

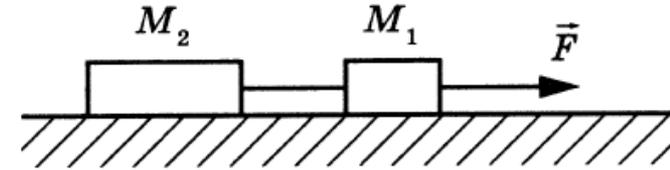
В итоге получим:
$$M_1 = \frac{F - T}{a} = \frac{(F - T)M_2}{T} = \frac{(18 - 10) \cdot 3}{10} = 2,4 \text{ кг.}$$

Примеры выполнения заданий:

Задача №22 из Сборника Демидова ФИПИ 30 2024 9в

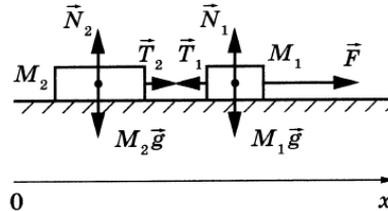
22

Два груза, связанных нерастяжимой и невесомой нитью, движутся по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы \vec{F} , приложенной к грузу массой M_1 (см. рисунок). Максимальная сила F , при которой нить ещё не обрывается, равна 18 Н. Известно, что нить может выдержать нагрузку не более 10 Н. Чему равна масса M_1 первого груза, если масса второго равна $M_2 = 3$ кг?



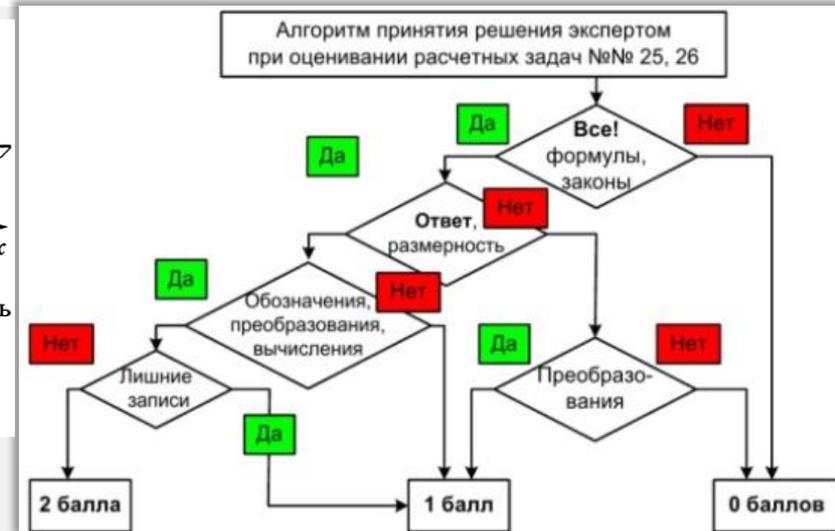
Возможное решение

1. Поскольку нить, связывающая грузы, нерастяжима, то оба груза движутся с одинаковым ускорением, т. е. $|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a$. Поскольку эта нить невесома, модули сил натяжения нити, действующих на грузы, одинаковы, т. е. $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$.

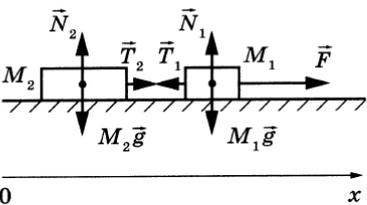
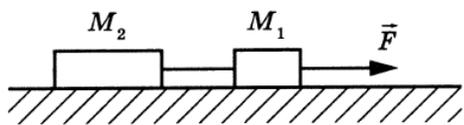


2. Рассмотрим случай, когда $F = 18$ Н, а $T = 10$ Н. Запишем второй закон Ньютона для грузов в проекциях на горизонтальную ось Ox : для первого тела: $F - T = M_1 a$, для второго тела: $T = M_2 a$.

$$\text{В итоге получим: } M_1 = \frac{F - T}{a} = \frac{(F - T)M_2}{T} = \frac{(18 - 10) \cdot 3}{10} = 2,4 \text{ кг.}$$



Два груза, связанных нерастяжимой и невесомой нитью, движутся по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы \vec{F} , приложенной к грузу массой M_1 (см. рисунок). Максимальная сила F , при которой нить ещё не обрывается, равна 18 Н. Известно, что нить может выдержать нагрузку не более 10 Н. Чему равна масса M_1 первого груза, если масса второго равна $M_2 = 3$ кг?



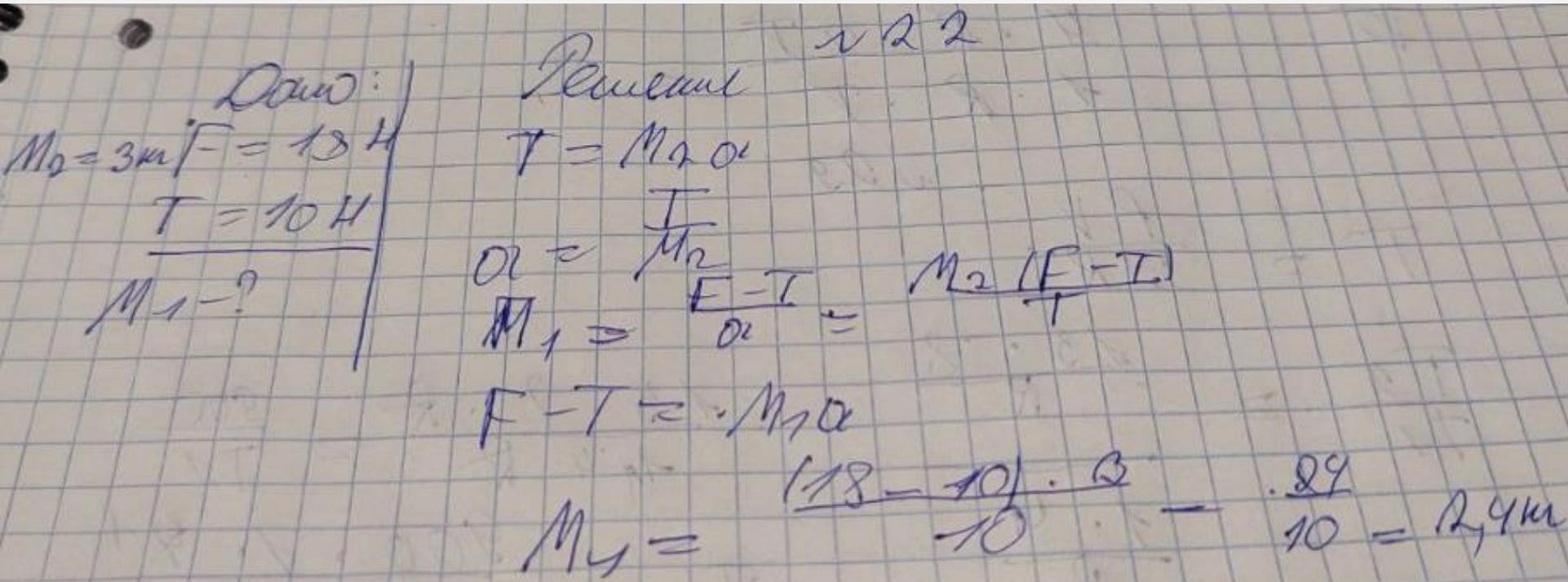
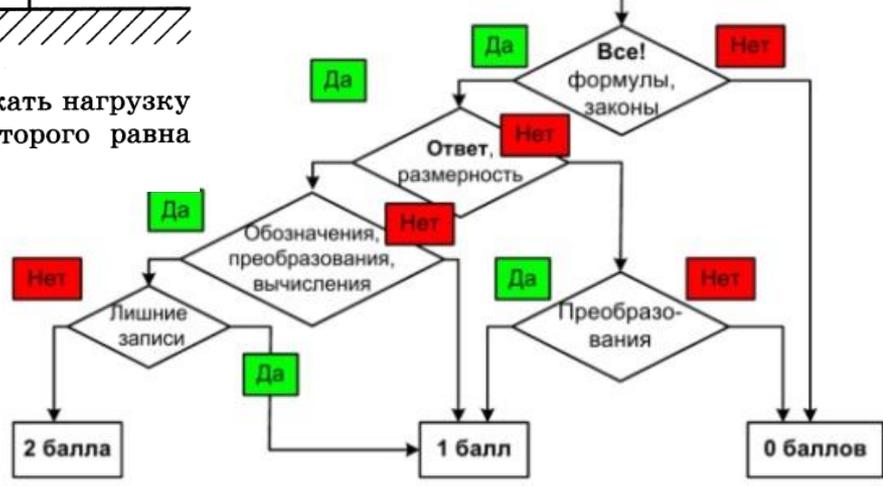
Возможное решение

1. Поскольку нить, связывающая грузы, нерастяжима, то оба груза движутся с одинаковым ускорением, т. е. $|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a$. Поскольку эта нить невесома, модули сил натяжения нити, действующих на грузы, одинаковы, т. е. $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$.

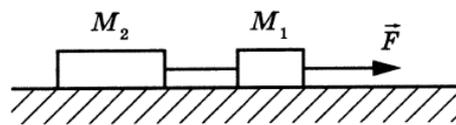
2. Рассмотрим случай, когда $F = 18$ Н, а $T = 10$ Н. Запишем второй закон Ньютона для грузов в проекциях на горизонтальную ось Ox : для первого тела: $F - T = M_1 a$, для второго тела: $T = M_2 a$.

В итоге получим: $M_1 = \frac{F - T}{a} = \frac{(F - T)M_2}{T} = \frac{(18 - 10) \cdot 3}{10} = 2,4$ кг.

Алгоритм принятия решения экспертом при оценивании расчетных задач №№ 25, 26



Два груза, связанных нерастяжимой и невесомой нитью, движутся по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы \vec{F} , приложенной к грузу массой M_1 (см. рисунок). Максимальная сила F , при которой нить ещё не обрывается, равна 18 Н. Известно, что нить может выдержать нагрузку не более 10 Н. Чему равна масса M_1 первого груза, если масса второго равна $M_2 = 3$ кг?



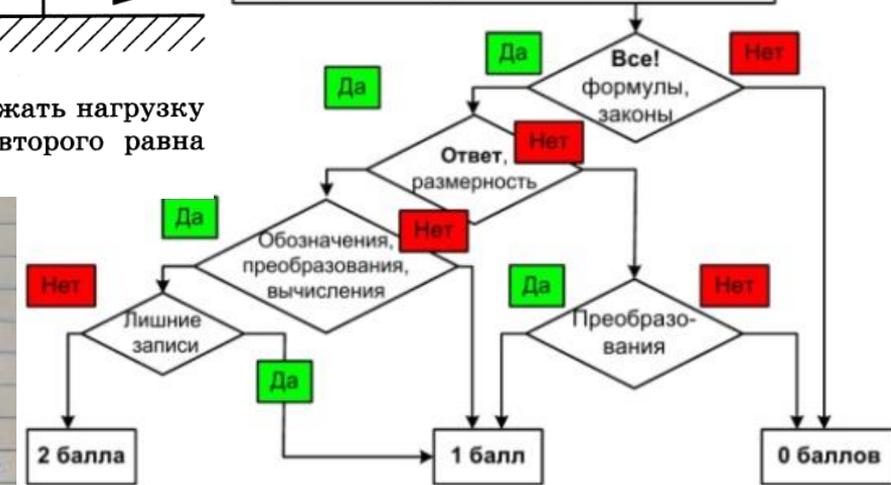
$M_1 = ?$
 $M_2 = 3 \text{ кг}$
 $F = 18 \text{ Н}$
 $T = 10 \text{ Н}$

по II з-ну Н
 $\begin{cases} M_1 a = N + F + T + M_1 g \\ M_2 a = N + T + M_2 g \end{cases}$

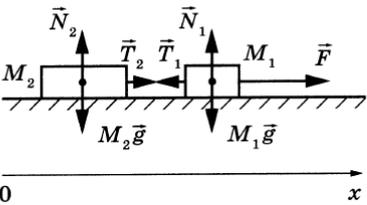
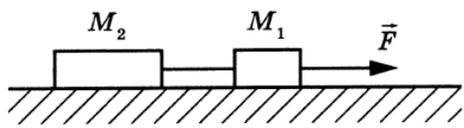
ОХ: $M_1 a = F - T$
 $M_2 a = T$
 ~~$M_1 a = F - M_2 a$~~
 $a = \frac{T}{M_2}$

$\frac{M_1 \cdot T}{M_2} = F - T$
 $M_1 = \frac{M_2 (F - T)}{T}$
 $M_1 = \frac{3(18 - 10)}{10} = 2,4 \text{ кг}$

Алгоритм принятия решения экспертом при оценивании расчетных задач №№ 25, 26



Два груза, связанных нерастяжимой и невесомой нитью, движутся по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы \vec{F} , приложенной к грузу массой M_1 (см. рисунок). Максимальная сила F , при которой нить ещё не обрывается, равна 18 Н. Известно, что нить может выдержать нагрузку не более 10 Н. Чему равна масса M_1 первого груза, если масса второго равна $M_2 = 3$ кг?



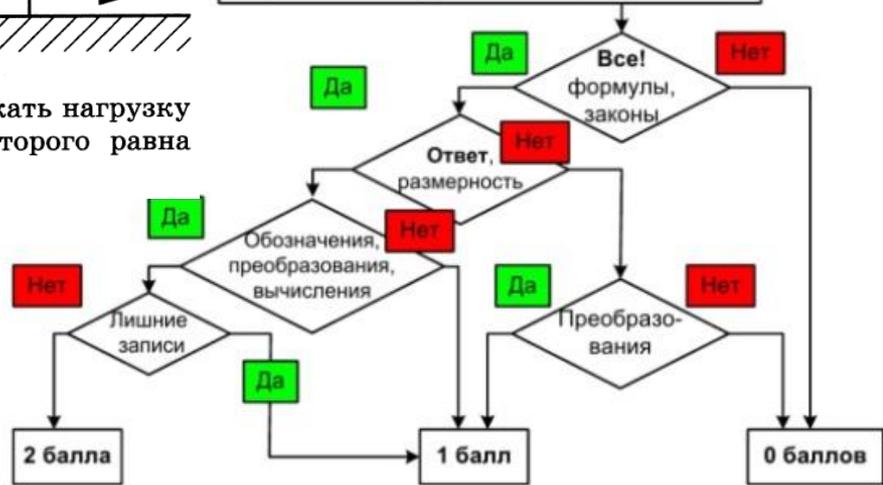
Возможное решение

1. Поскольку нить, связывающая грузы, нерастяжима, то оба груза движутся с одинаковым ускорением, т. е. $|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a$. Поскольку эта нить невесома, модули сил натяжения нити, действующих на грузы, одинаковы, т. е. $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$.

2. Рассмотрим случай, когда $F = 18$ Н, а $T = 10$ Н. Запишем второй закон Ньютона для грузов в проекциях на горизонтальную ось Ox : для первого тела: $F - T = M_1 a$, для второго тела: $T = M_2 a$.

В итоге получим: $M_1 = \frac{F - T}{a} = \frac{(F - T)M_2}{T} = \frac{(18 - 10) \cdot 3}{10} = 2,4$ кг.

Алгоритм принятия решения экспертом при оценивании расчетных задач №№ 25, 26



№22

Дано
 $F = 18$ Н
 $T = 10$ Н
 $M_2 = 3$ кг
 $M_1 = ?$

Решение: $\vec{F}_T = 0 \rightarrow \vec{a}$

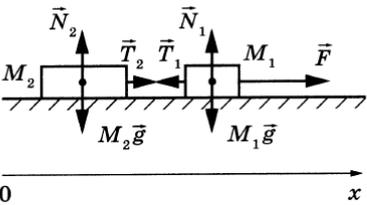
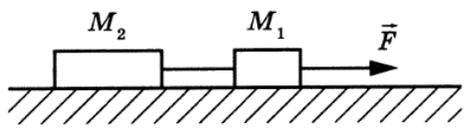
по 2-му закону Ньютона:
 $\sum F = m \vec{a}$

Ox :
 1) $F - T = M_1 a$
 2) $F + T = M_2 a$
 $F + T - T = (M_1 + M_2) a$
 $F = (M_1 + M_2) a$
 $F = M_1 a + M_2 a$
 $M_1 a = F - M_2 a$

рассмотрим 2 грузы:
 $Ox: T = M_2 a = \frac{M_2 F}{M_1 + M_2}$

рассмотрим 1 груз:
 $Ox: F - T = M_1 a$
 $M_1 = \frac{F - T}{a} = \frac{F - T}{\frac{F - T}{M_1 + M_2}}$

Два груза, связанных нерастяжимой и невесомой нитью, движутся по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы \vec{F} , приложенной к грузу массой M_1 (см. рисунок). Максимальная сила F , при которой нить ещё не обрывается, равна 18 Н. Известно, что нить может выдержать нагрузку не более 10 Н. Чему равна масса M_1 первого груза, если масса второго равна $M_2 = 3$ кг?



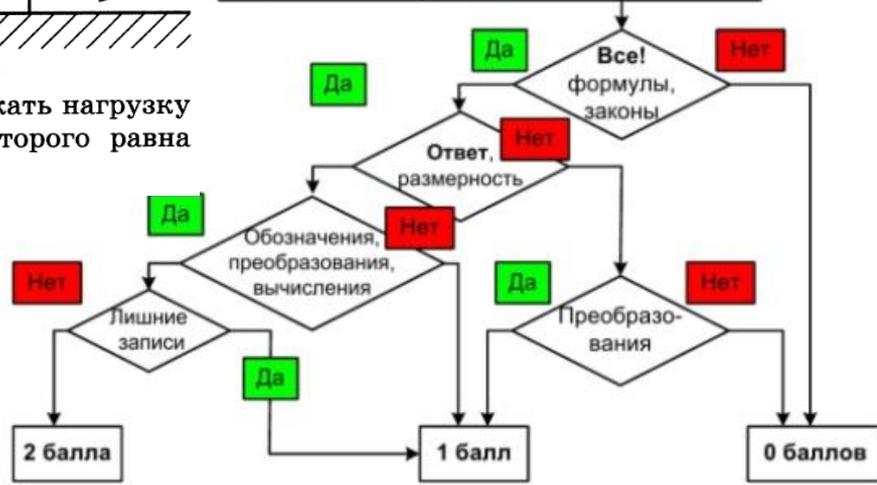
Возможное решение

1. Поскольку нить, связывающая грузы, нерастяжима, то оба груза движутся с одинаковым ускорением, т. е. $|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a$. Поскольку эта нить невесома, модули сил натяжения нити, действующих на грузы, одинаковы, т. е. $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$.

2. Рассмотрим случай, когда $F = 18$ Н, а $T = 10$ Н. Запишем второй закон Ньютона для грузов в проекциях на горизонтальную ось Ox : для первого тела: $F - T = M_1 a$, для второго тела: $T = M_2 a$.

В итоге получим: $M_1 = \frac{F - T}{a} = \frac{(F - T)M_2}{T} = \frac{(18 - 10) \cdot 3}{10} = 2,4$ кг.

Алгоритм принятия решения экспертом при оценивании расчетных задач №№ 25, 26



№22

Дано
 $F = 18$ Н
 $T = 10$ Н
 $M_2 = 3$ кг
 $M_1 = ?$

Решение: $\vec{F}_T = 0 \rightarrow \vec{a}$

по 2-му закону Ньютона:
 $\sum F = m \vec{a}$

Ox :
 +) $F - T = M_1 a$
 -) $F + T = M_2 a$
 $F + T - T = (M_1 + M_2) a$
 $F = (M_1 + M_2) a$
 $F = M_1 a + M_2 a$
 $M_1 a = F - M_2 a$

рассмотрим 2 груза:
 $Ox: T = M_2 a = \frac{M_2 F}{M_1 + M_2}$

рассмотрим 1 груз:
 $Ox: F - T = M_1 a$
 $M_1 = \frac{F - T}{a} = \frac{F - T}{\frac{F - T}{M_1 + M_2}}$

Примеры выполнения заданий:

Задача №26 из Сборника Демидова ФИПИ 30 2024 9 в

Снаряд массой 2 кг разорвался в полёте на две равные части, одна из которых продолжила движение в направлении движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличилась за счёт энергии взрыва на величину ΔE . Модуль скорости осколка, летящего по направлению движения снаряда, равен 900 м/с, а модуль скорости второго осколка — 100 м/с. Найдите величину ΔE . Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

Возможное решение

Обоснование

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с поверхностью Земли. Будем считать все тела материальными точками. Трением снаряда и осколков о воздух пренебрежём.

Поскольку время разрыва снаряда мало, импульсом внешних сил (сил тяжести) можно пренебречь, а значит, для решения задачи можно воспользоваться законом сохранения импульса.

Так как при решении задачи мы пренебрегаем силой трения, то можно использовать закон сохранения энергии для снаряда с учётом энергии разрыва.

Решение

1. Запишем законы сохранения импульса и сохранения энергии для снаряда:

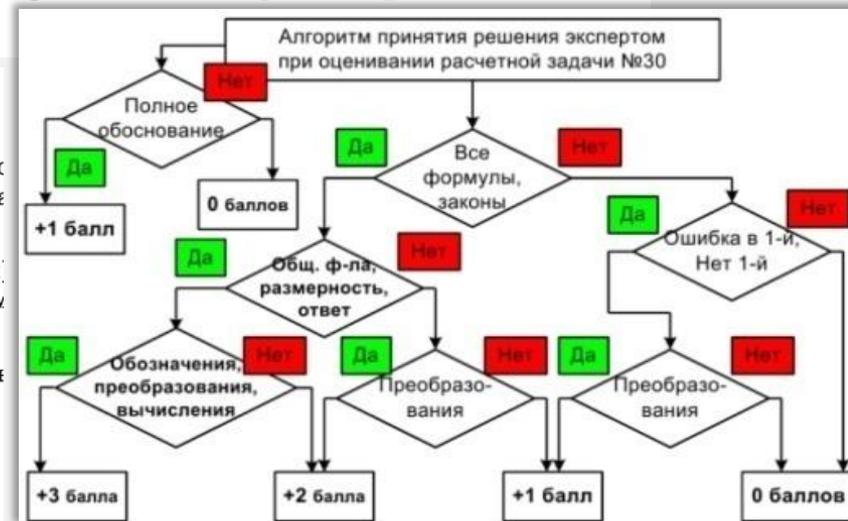
$$2m \cdot v_0 = mv_1 - mv_2, \quad 2m \cdot \frac{v_0^2}{2} + \Delta E = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2},$$

где $2m$ — масса снаряда до взрыва; v_0 — модуль скорости снаряда до взрыва; v_1 — модуль скорости осколка, летящего вперёд; v_2 — модуль скорости осколка, летящего назад.

2. Выразим v_0 из первого уравнения: $v_0 = \frac{1}{2}(v_1 - v_2)$ — и подставим во второе уравнение.

3. Получим: $\Delta E = \frac{m}{4}(v_1 + v_2)^2 = \frac{1}{4}(900 + 100)^2 = 250$ кДж.

Ответ: $\Delta E = 250$ кДж.



Снаряд массой 2 кг разорвался в полёте на две равные части, одна из которых продолжила движение в направлении движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличилась за счёт энергии взрыва на величину ΔE . Модуль скорости осколка, летящего по направлению движения снаряда, равен 900 м/с, а модуль скорости второго осколка — 100 м/с. Найдите величину ΔE . Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

1. Запишем законы сохранения импульса и сохранения энергии для снаряда:

$$2m \cdot v_0 = mv_1 - mv_2, \quad 2m \cdot \frac{v_0^2}{2} + \Delta E = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2},$$

где $2m$ — масса снаряда до взрыва; v_0 — модуль скорости снаряда до взрыва; v_1 — модуль скорости осколка, летящего вперёд; v_2 — модуль скорости осколка, летящего назад.

2. Выразим v_0 из первого уравнения: $v_0 = \frac{1}{2}(v_1 - v_2)$ — и подставим во второе уравнение.

3. Получим: $\Delta E = \frac{m}{4}(v_1 + v_2)^2 = \frac{1}{4}(900 + 100)^2 = 250$ кДж.



2 0

$\Delta E = ?$

Используем закон сохранения импульса, из него найдём скорость снаряда до разрыва

$$Mv = m_1 v_1 - m_2 v_2$$

$$v = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{M} = \frac{1 \cdot 900 - 1 \cdot 100}{2} = 400 \frac{м}{с}$$

Применим закон сохранения энергии, так как в момент разрыва $\sum E$ увелич. на ΔE , то

$$\frac{Mv^2}{2} + \Delta E = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}$$

$$\Delta E = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} - \frac{Mv^2}{2}$$

Подставим значения

$$\Delta E = \frac{1 \cdot 900^2}{2} + \frac{1 \cdot 100^2}{2} - \frac{2 \cdot 400^2}{2} = 250000 \text{ Дж}$$

- Выбор ИСО
- Материальные точки
- Условие применимости закона сохранения энергии
- Условие применимости закона сохранения импульса

Снаряд массой 2 кг разорвался в полёте на две равные части, одна из которых продолжила движение в направлении движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличилась за счёт энергии взрыва на величину ΔE . Модуль скорости осколка, летящего по направлению движения снаряда, равен 900 м/с, а модуль скорости второго осколка — 100 м/с. Найдите величину ΔE . Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

1. Запишем законы сохранения импульса и сохранения энергии для снаряда:

$$2m \cdot v_0 = mv_1 - mv_2, \quad 2m \cdot \frac{v_0^2}{2} + \Delta E = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2},$$

где $2m$ — масса снаряда до взрыва; v_0 — модуль скорости снаряда до взрыва; v_1 — модуль скорости осколка, летящего вперёд; v_2 — модуль скорости осколка, летящего назад.

2. Выразим v_0 из первого уравнения: $v_0 = \frac{1}{2}(v_1 - v_2)$ — и подставим во второе уравнение.

3. Получим: $\Delta E = \frac{m}{4}(v_1 + v_2)^2 = \frac{1}{4}(900 + 100)^2 = 250$ кДж.



2 кг

$\Delta E = ?$

Используем закон сохранения импульса, из него найдём скорость снаряда до разрыва

$$Mv = m_1 v_1 - m_2 v_2$$

$$v = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{M} = \frac{1 \cdot 900 - 1 \cdot 100}{2} = 400 \frac{м}{с}$$

Применим закон сохранения энергии, т.к. в момент разрыва $\sum E$ увелич. на ΔE , но

$$\frac{Mv^2}{2} + \Delta E = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}$$

$$\Delta E = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} - \frac{Mv^2}{2}$$

- Выбор ИСО
- Материальные точки
- Условие применимости закона сохранения энергии
- Условие применимости закона сохранения импульса

За обоснование 0,8.

1. Задачу решаем в И.С.О., связанной с Землей.
2. Тело считаем М.Т. (т.к. их размер не влияет на значение сил притяжения Земли)
3. З.С.И применимы т.к. время взрыва мало и импульсом от взрыва пренебрежем.
4. З.С.Э. применимы т.к. $A_{внеш} = 0$ ($F_{тр} = 0$)



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!