

Изменения КИМ ЕГЭ 2022

Общие подходы к отбору содержания и структуры КИМ ЕГЭ по физике

- Содержание экзаменационной работы определяется ФГОС: **Вся экзаменационная работа соответствует стандарту углубленного уровня**
- Минимальная граница соответствует стандарту базового уровня
- Дифференциация выпускников по уровню учебной подготовки по физике (как основное назначение КИМ ЕГЭ)
- Объективность результатов (процедура экзамена, компьютерная проверка и проверка специально подготовленными экспертами по единым критериям)
- Учет технологических рамок процедуры (бланковая технология определяет расположение заданий с учетом их формы)

Общие подходы к отбору содержания и структуры КИМ ЕГЭ по физике

Проверка разных видов деятельности:

- применение изученных понятий, моделей, величин и законов для описания физических процессов;
- анализ физических процессов и явлений с использованием изученных теоретических положений, законов и физических величин;
- методологические умения;
- умение решать качественные и расчетные задачи различных типов.

Проверка содержания всего курса физики СОО:

- содержатся задания по всем разделам школьного курса физики, приоритет отдается наиболее значимым элементам содержания
- по каждому разделу представлены задания разных уровней сложности (Б, П, В)
- количество заданий по разделу пропорционально учебному времени на изучение данного раздела

Кодификатор элементов содержания

- Соответствие ФГОС (углубленный и базовый уровни изучения предмета)
- Детализация, введение формул

Кодификатор требований к уровню ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНИКОВ

Группы заданий по проверке следующих умений:

- Правильно трактовать физический смысл изученных физических величин, законов и закономерностей. Использовать графическое представление информации
- Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы
- Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики
- Определять показания измерительных приборов. Планировать эксперимент, отбирать оборудование
- Решать качественные и расчетные задачи

Содержательные характеристики заданий

- Форма заданий в соответствии с типом ответа
- Проверяемое содержание (КЭС)
- Проверяемое умение
- Уровень сложности задания (Б, П, В)
- Максимальный балл
- Способ представления информации (доп.)
- Время выполнения задания

Пример характеристик задания

| | |
|-------------------|---|
| КЭС | 1.3.5 Сила Архимеда |
| Умение | Планирование эксперимента, отбор оборудования |
| Уровень сложности | Б (базовый) |
| Инф | таблица |

23

Ученик изучает силу Архимеда, действующую на тела, полностью погружённые в жидкость. В его распоряжении имеются пять установок, состоящие из ёмкостей с различными жидкостями и сплошного шариков, сделанных из разного материала, различного объема (см. таблицу). Какие две установки необходимо использовать ученику для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость силы Архимеда от объёма тела?

| № установки | Жидкость, налитая в ёмкость | Объём шарика | Материал, из которого сделан шарик |
|-------------|-----------------------------|--------------------|------------------------------------|
| 1 | керосин | 30 см ³ | сталь |
| 2 | вода | 20 см ³ | дерево |
| 3 | керосин | 20 см ³ | дерево |
| 4 | подсолнечное масло | 30 см ³ | сталь |
| 5 | вода | 30 см ³ | дерево |

В ответ запишите номера выбранных установок.

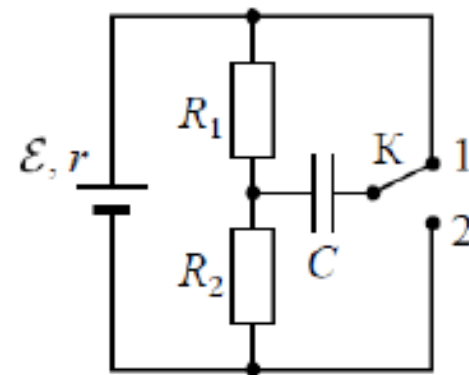
Ответ:

| | |
|----------------------|----------------------|
| <input type="text"/> | <input type="text"/> |
|----------------------|----------------------|

Пример характеристик задания

| | |
|-------------------|-----------------------------|
| КЭС | 3.2 Законы постоянного тока |
| умение | Решение расчетных задач |
| Уровень сложности | В (высокий) |
| Инф | Схема |

В электрической цепи, показанной на рисунке, $r = 1$ Ом, $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 7$ Ом, $C = 0,2$ мкФ, ключ К длительное время находится в положении 1. За длительное время после перевода ключа К в положение 2 изменение заряда на правой обкладке конденсатора $\Delta q = -0,55$ мкКл. Найдите ЭДС источника \mathcal{E} .



Структура КИМ ЕГЭ-2022 по физике

- Общее число заданий – 30
- Максимальный балл – 54.
- Время выполнения экзаменационной работы – 235 мин.
- Часть 1 – 23 задания с кратким ответом (с ответом в виде числа, на множественный выбор, на соответствие)
- Часть 2 – 7 заданий с развернутым ответом

| Уровень сложности заданий | Количество заданий | Максимальный первичный балл | Процент максимального первичного балла за задания данного уровня сложности от максимального первичного балла за всю работу, равного 54 |
|---------------------------|--------------------|-----------------------------|--|
| Базовый | 19 | 26 | 48 |
| Повышенный | 7 | 15 | 28 |
| Высокий | 4 | 13 | 24 |
| Итого | 30 | 54 | 100 |

Структура КИМ ЕГЭ-2022 по физике

ЧАСТЬ 1

- №1 и №2 – интегрированные задания базового уровня сложности
- №3-№8 – механика (3 задания с кратким ответом, множественный выбор, изменение величин, соответствие)
- №9-№13 – молекулярная физика (3 задания с кратким ответом, множественный выбор, изменение величин или соответствие)
- №14-№19 – электродинамика (3 задания с кратким ответом, множественный выбор, изменение величин, соответствие)
- №20 и №21- квантовая физика (с кратким ответом и на изменение величин или соответствие)
- №22 и №23 – методология (без обновления)

Линия 1

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Кинетическая энергия тела увеличивается прямо пропорционально скорости движения тела.
- 2) В процессе плавления постоянной массы вещества его внутренняя энергия увеличивается.
- 3) При протекании постоянного электрического тока по проводнику количество теплоты, выделяющееся в нём за одно и то же время, возрастает пропорционально квадрату силы тока.
- 4) При изменении магнитного потока через площадку, охваченную замкнутым проводящим контуром, магнитное поле индукционного тока в контуре всегда увеличивает магнитный поток через эту площадку.
- 5) При альфа-распаде заряд ядра уменьшается на 4 элементарных положительных заряда.

Ответ: _____23_____

Линия 1

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Импульсом тела называется величина, равная произведению массы тела на его ускорение.
- 2) Теплопередача путём конвекции происходит за счёт переноса вещества в струях и потоках.
- 3) В процессе электризации трением тела приобретают равные по модулю и одинаковые по знаку заряды.
- 4) Дифракция волн хорошо наблюдается в тех случаях, если размеры препятствий меньше длины волны или сравнимы с ней.
- 5) При поглощении света атом переходит из стационарного состояния с меньшей энергией в стационарное состояние с большей энергией.

Ответ: _____245_____

Линия 2

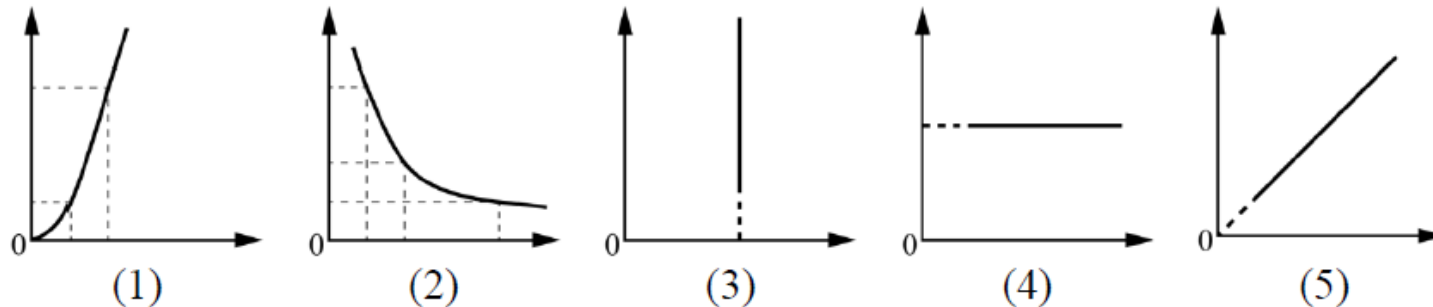
Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость скорости тела, движущегося равномерно, от времени движения;

Б) зависимость давления постоянной массы идеального газа от его объема в изотермическом процессе;

В) зависимость энергии электрического поля конденсатора электроемкостью C от заряда конденсатора.

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 |
|---|---|---|
| 4 | 2 | 1 |

Тематический блок. Содержание линий

| № задания | Предметный результат | Код ПП | Код КЭС | Тип задания | Уровень сложности | Макс. балл за задание |
|-----------|--|--------------|-------------|-------------|-------------------|-----------------------|
| 14 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы | 2.1 | 3.1, 3.2 | КО | Б | 1 |
| 15 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы | 2.1 | 3.3, 3.4 | КО | Б | 1 |
| 16 | Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы | 2.1 | 3.5, 3.6 | КО | Б | 1 |
| 17 | Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики | 2.2 – 2.4 | 3 | КО | П | 2 |
| 18 | Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики | 2.2 – 2.4 | 3 | КО | Б | 2 |

Задания на интегрированный анализ процессов

6

Тело брошено вертикально вверх с поверхности Земли в момент времени $t = 0$. В таблице приведены результаты измерения модуля скорости тела в зависимости от времени. Выберите **все** верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

| | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Время, с | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| Модуль скорости, м/с | 4,0 | 3,0 | 2,0 | 1,0 | 0 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 |

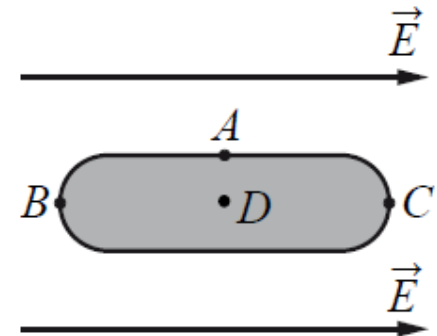
- 1) Тело поднялось на максимальную высоту, равную 0,8 м.
- 2) Начальная скорость тела была равна 4 м/с.
- 3) В момент времени $t = 0,2$ с тело находилось на высоте 0,45 м от поверхности Земли.
- 4) На высоте 0,8 м от поверхности Земли скорость тела была равна 3,0 м/с.
- 5) За 0,7 секунд полета путь тела составил 1,45 м.

Ответ: 45.

Задания на интегрированный анализ процессов

17

Незаряженное металлическое тело, продольное сечение которого показано на рисунке, поместили в однородное электрическое поле напряжённостью \vec{E} . Из приведённого ниже списка выберите **все** верные утверждения, описывающие результаты воздействия этого поля на металлическое тело.



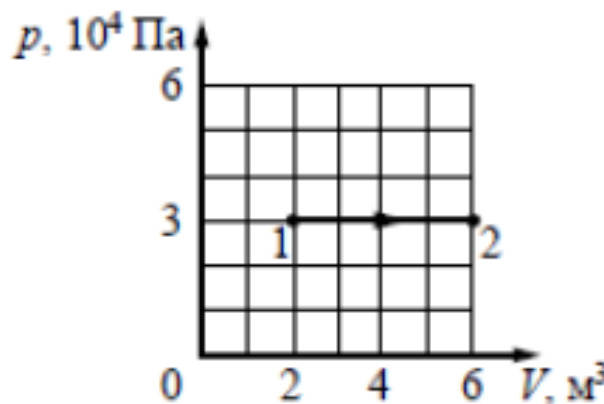
- 1) Напряжённость электрического поля в точке D равна нулю.
- 2) Потенциалы в точках B и C равны.
- 3) Концентрация свободных электронов в точке A наибольшая.
- 4) В точке B индуцируется отрицательный заряд.
- 5) В точке A индуцируется положительный заряд.

Ответ: _____ **124** _____.

Часть 1. Особенности заданий

- Задания с кратким ответом в виде числа:
- целое число, конечная десятичная дробь, знак «минус»
- с учетом заданных единиц величин

Какую работу совершает идеальный газ при переходе из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



Ответ: _____ кДж.

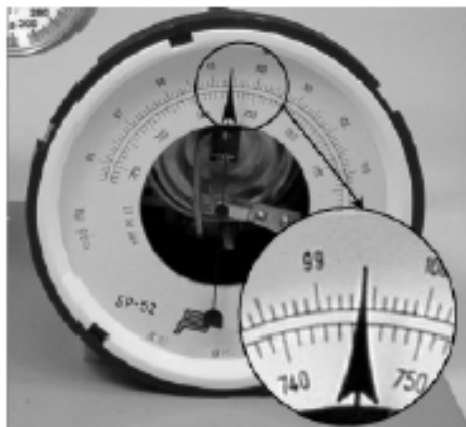
С какой силой взаимодействуют в вакууме два маленьких заряженных шарика, находящихся на расстоянии 4 м друг от друга? Заряд каждого шарика $8 \cdot 10^{-8}$ Кл.

Ответ: _____ мкН.

Часть 1. Особенности заданий Задание 22

22

С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в кПа, а нижняя шкала – в мм рт. ст. Погрешность измерений давления равна половине цены деления шкалы барометра. Чему равно атмосферное давление по результатам этих измерений, измеренное в кПа?



Запишите в ответ показания барометра с учетом погрешностей измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) кПа.

22

Для того чтобы более точно измерить массу одного винта, на электронные весы положили 50 винтов. Весы показали 25 г. Погрешность весов равна ± 1 г. Чему равна масса одного винта по результатам этих измерений? Запишите ответ с учетом погрешностей измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) г.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

КИМ

Ответ: (1,4 \pm 0,2) г. 22 | , 4 0 , 2

Часть 1. Особенности заданий Задание 23 (три модели заданий)

23

Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить плотность алюминия. Для этого школьник взял стакан с водой и алюминиевый шарик. Какие две позиции из приведенного ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) электронные весы
- 2) мензурка
- 3) линейка
- 4) термометр
- 5) пружина

В ответ запишите номера выбранного оборудования.

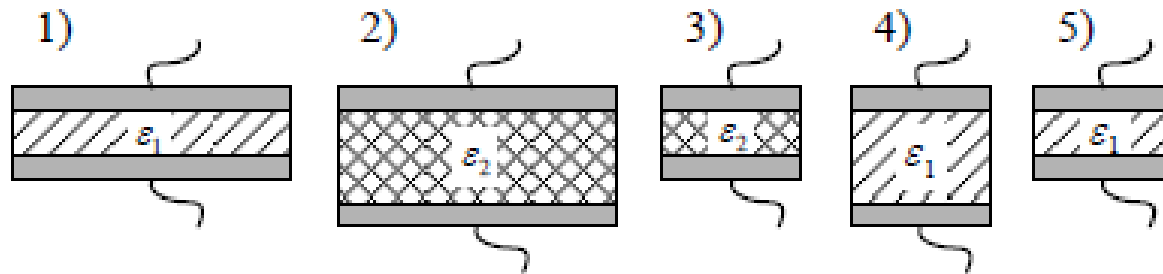
Ответ:

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

Часть 1. Особенности заданий Задание 23 (три модели заданий)

23

Конденсатор состоит из двух круглых пластин, между которыми находится диэлектрик (ε – диэлектрическая проницаемость диэлектрика). Необходимо экспериментально установить, как зависит емкость конденсатора от расстояния между его пластинами. Какие два конденсатора следует использовать для проведения такого исследования?



В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

Часть 1. Особенности заданий Задание 23 (три модели заданий)

23 Ученик изучает силу Архимеда, действующую на тела, полностью погружённые в жидкость. В его распоряжении имеются пять установок, состоящие из ёмкостей с различными жидкостями и сплошного шариков, сделанных из разного материала, различного объема (см. таблицу). Какие две установки необходимо использовать ученику для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость силы Архимеда от плотности жидкости, в которую погружено тело?

| № установки | Жидкость, налитая в ёмкость | Объём шарика | Материал, из которого сделан шарик |
|-------------|-----------------------------|--------------------|------------------------------------|
| 1 | керосин | 30 см ³ | сталь |
| 2 | вода | 20 см ³ | дерево |
| 3 | керосин | 20 см ³ | дерево |
| 4 | подсолнечное масло | 30 см ³ | сталь |
| 5 | вода | 20 см ³ | дерево |

В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

| | |
|----------------------|----------------------|
| <input type="text"/> | <input type="text"/> |
|----------------------|----------------------|

Структура КИМ ЕГЭ-2022 по физике

ЧАСТЬ 2

7 заданий с развернутым ответом:

- 2 задачи по механике, 1-2 задачи по молекулярной физике, 2-3 задачи по электродинамике, 1 задача по квантовой физике
- №24 - качественная задача (по любому разделу), 3 балла
- №25 – расчетная задача (молекулярная физика, механика), 2 балла
- №26 – расчетная задача (квантовая физика), 2 балла
- №27 – расчетная задача (молекулярная физика), 3 балла
- №28 – расчетная задача (электродинамика), 3 балла
- №29 – расчетная задача (электродинамика /оптика/), 3 балла
- №30 – расчетная задача (механика), 4 балла

Изменение нумерации во 2-й части

Задания 2-й части ЕГЭ по физике

| | |
|---|-----------------------|
| Задание 24 – качественная задача | макс оценка – 3 балла |
| Задание 25 – расчетная задача, механика | макс оценка – 2 балла |
| Задание 26 – расчетная задача, квантовая физика | макс оценка – 2 балла |
| Задание 27 – расчетная задача, МКТ и ТД | макс оценка – 3 балла |
| Задание 28 – расчетная задача, электродинамика | макс оценка – 3 балла |
| Задание 29 – расчетная задача, оптика | макс оценка – 3 балла |
| Задание 30 – расчетная задача, механика | макс оценка – 4 балла |

№24 (качественная задача)

- Требования к полноте ответа приводятся в самом тексте задания. Как правило, все задания содержат:
- А) требование к формулировке ответа — *«Как изменится ... (показание прибора, физическая величина)», «Опишите движение ...»* или *«Постройте график ...»* и т.п.
- Б) требование привести развёрнутый ответ с обоснованием — *«объясните ..., указав, какими физическими явлениями и закономерностями оно вызвано»* или *«...поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения»*.
- Как правило, в авторском решении правильный ответ и объяснение выделяются отдельными пунктами.
- В критериях оценивания приводится перечень явлений и законов, на основании которых строится объяснение.

№24 (качественная задача)

Обобщенная схема решения строится на основании трех элементов:

- *формулировка ответа;*
- *объяснение;*
- *прямые указания на физические явления и законы.*

№24 (качественная задача)

- **Задания с дополнительными условиями.** Например, дополнительно к объяснению предлагается изобразить схему электрической цепи или рисунок с ходом лучей в оптической системе. В этом случае **в описание полного правильного решения** вводится еще один пункт (***верный рисунок или схема***).
- Отсутствие рисунка (или схемы) или наличие ошибки в них приводит к снижению на 1 балл.
- Наличие правильного рисунка (схемы) при отсутствии других элементов ответа - 1 балл.

№№25, 26 (расчетные задачи на 2 балла)

- Обобщенная схема решения должна содержать четыре основных элемента:
- ***Исходные формулы и законы (кодификатор);***
- ***Обозначения физических величин (рисунок);***
- ***Математические преобразования и расчеты;***
- ***Правильный числовой ответ, размерность.***

№№27-29 (расчетных задач)

Обобщенная схема решения должна содержать четыре (пять) элементов:

- ***Исходные формулы и законы (кодификатор);***
- ***Обозначения физических величин (рисунок);***
- ***Рисунок с указанием сил (если требуется);***
- ***Математические преобразования и расчеты;***
- ***Правильный числовой ответ, размерность.***

Задача №30, механика на 4 балла

расчетная задача + физическая модель

Двухкритериальная система оценивания

Критерий 1:

- ***Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей) 1 балл***

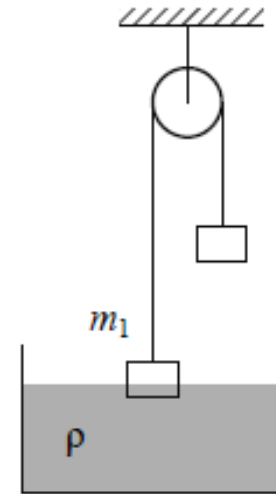
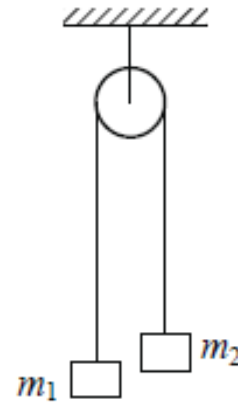
Критерий 2: Традиционные требования 3 балла

- ***Исходные формулы и законы (кодификатор);***
- ***Обозначения физических величин (рисунок);***
- ***Рисунок с указанием сил (если требуется);***
- ***Математические преобразования и расчеты;***
- ***Правильный числовой ответ, размерность.***

Итого 4 балла

Линия 30

Два груза подвешены за нерастяжимую и невесомую нить к идеальному блоку, как показано на рисунке. При этом первый груз массой $m_1 = 500$ г движется из состояния покоя вниз с ускорением a . Если первый груз опустить в жидкость с плотностью $\rho = 1000$ кг/м³, находящуюся в сосуде большого объема, система будет находиться в равновесии. При этом

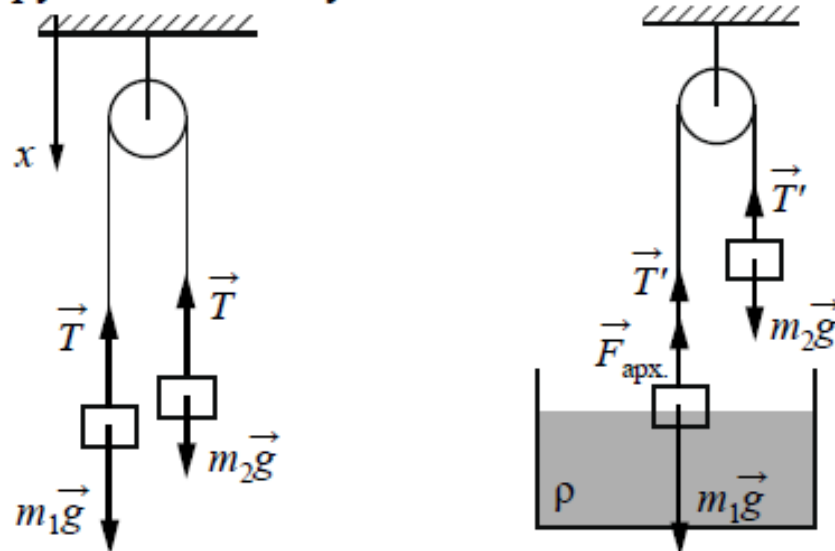


объём погруженной в жидкость части груза равен $V = 1,5 \cdot 10^{-4}$ м³. Определите ускорение a первого груза. Обоснуйте применимость использующихся законов к решению задачи.

- Выбор ИСО
- Материальные точки
- Рисунок с указанием сил, действующих на тела
- Условие равенства сил натяжения нити
- Условие равенства ускорений тел

Обоснование

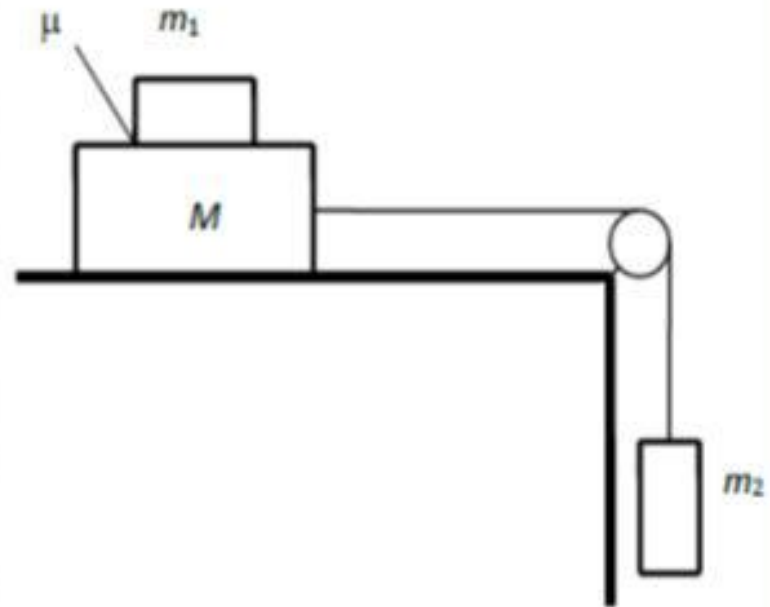
1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, считаем инерциальной. Направим ось x декартовой системы координат вертикально вниз.
2. Грузы будем считать материальными точками независимо от их размеров, так как они движутся поступательно. На рисунках показаны силы, действующие на грузы в обоих случаях.



3. Учтено, что нить невесома, блок идеальный (нить скользит по нему без трения), поэтому можно считать $T_1 = T_2 = T$. Так как нить нерастяжима, а грузы движутся прямолинейно, то ускорения тел $a_1 = a_2 = a$.
4. Во втором случае система находится в равновесии за счёт появления силы Архимеда, действующей на погружённую в воду часть груза m_1 . Поэтому сумма проекций на ось x сил, действующих на каждый из грузов, будет равна нулю.

Линия 30

Система грузов M , m_1 и m_2 , показанная на рисунке, движется из состояния покоя. Поверхность стола – горизонтальная гладкая. Коэффициент трения между грузами M и m_1 равен $\mu = 0,2$. Грузы M и m_2 связаны легкой нерастяжимой нитью, которая скользит по блоку без трения. Пусть $M = 1,2$ кг, $m_1 = m_2 = m$. При каких значениях m грузы M и m_1 движутся как одно целое? Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



Обоснование

Будем считать систему отсчета, связанную со столом, инерциальной. Пока грузы M и m_1 движутся как одно целое, их можно считать одним телом $M + m$ сложной формы. На рисунке показаны внешние силы, действующие на это тело и на груз m_2 . Так как поверхность стола гладкая, то силой трения между столом и грузом M можно пренебречь.

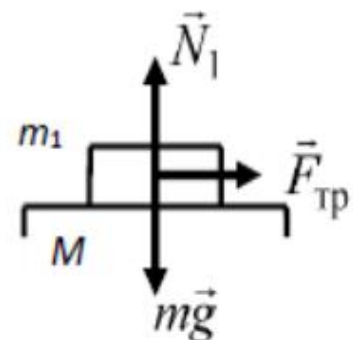
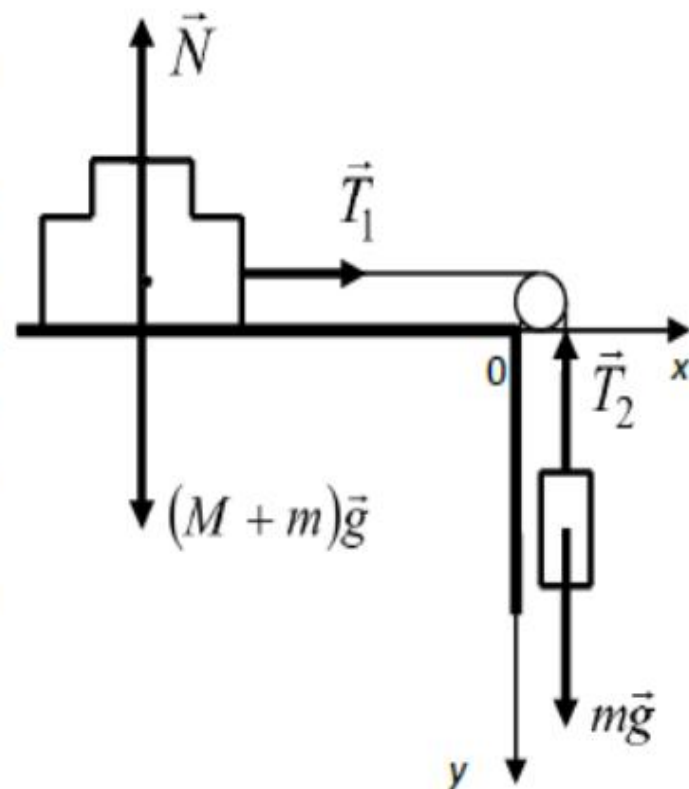
Так как нить легкая и скользит по блоку без трения, то можно считать $T_1 = T_2 = T$

$$(1)$$

Так как нить нерастяжима, то ускорения тел $a_1 = a_2 = a$.

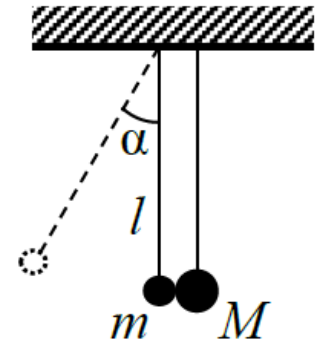
$$(2)$$

Груз m_1 покоится относительно груза M . Силы, действующие на этот груз, показаны на рисунке. Так как на груз действует сила трения покоя, то она удовлетворяет условию $F < \mu N_1$.



Линия 30

Два сплошных стальных шарика массами $m = 150$ г и $M = 300$ г висят, соприкасаясь друг с другом, на вертикальных лёгких нерастяжимых нитях. Шарик m висит на нити длиной $l = 1$ м. Центры шариков находятся на одной горизонтали. Шарик m на нити отвели влево в плоскости рисунка, так что нить образовала с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$, и отпустили с начальной скоростью, равной нулю. Найдите максимальную высоту, на которую поднимется шарик M после первого столкновения с шариком m . Сопротивлением воздуха пренебречь.



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

- Выбор инерциальной системы отсчета
- Материальные точки
- Условия применимости закона сохранения механической энергии
- Условия применимости закона сохранения импульса

Обоснование.

1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. Шарик m в силу его малых размеров по сравнению с длиной нити считаем материальной точкой. До столкновения шарик m движется под действием двух сил: силы тяжести и силы натяжения нити. Сила натяжения нити в каждой точке траектории перпендикулярна скорости шарика, поэтому работа этой силы равна нулю. Следовательно, в ИСО «Земля» сохраняется механическая энергия шарика m при его движении до столкновения:

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = const.$$

2. По аналогичным причинам сохраняется механическая энергия шарика M при его движении после столкновения:

$$\frac{Mu^2}{2} + Mgh = const.$$

3. На систему тел «шарик m + шарик M » действуют внешние силы – силы тяжести и силы натяжения нитей. При столкновении все внешние силы вертикальны. Поэтому в ИСО «Земля» сохраняется проекция импульса этой системы тел на горизонтальную ось x , проходящую через центры шариков.

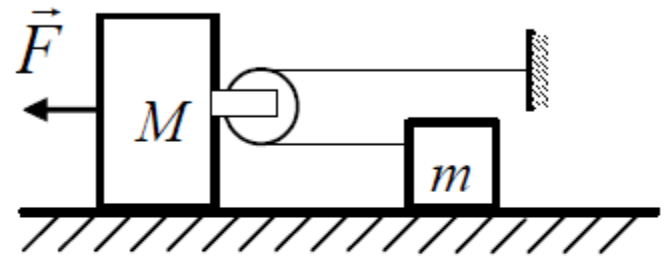
Столкновение стальных шариков происходит упруго, поэтому сохраняется механическая энергия системы тел «шарик m + шарик M ». Учитываем, что непосредственно перед столкновением и сразу после него потенциальная энергия упругого взаимодействия этих тел равна нулю.

Задача №30 Пример 1

К бруску массой $M = 2$ кг прикреплен лёгкий блок (см. рисунок), через него переброшена лёгкая нерастяжимая нить, один конец которой привязан к стене, а к другому прикреплено тело массой $m = 0,75$ кг. На брусок действует сила $F = 10$ Н. Определите ускорение бруска.

Свободные куски нити горизонтальны и лежат в одной вертикальной плоскости, тела двигаются вдоль одной прямой. Массой блока и нити, а также трением пренебречь.

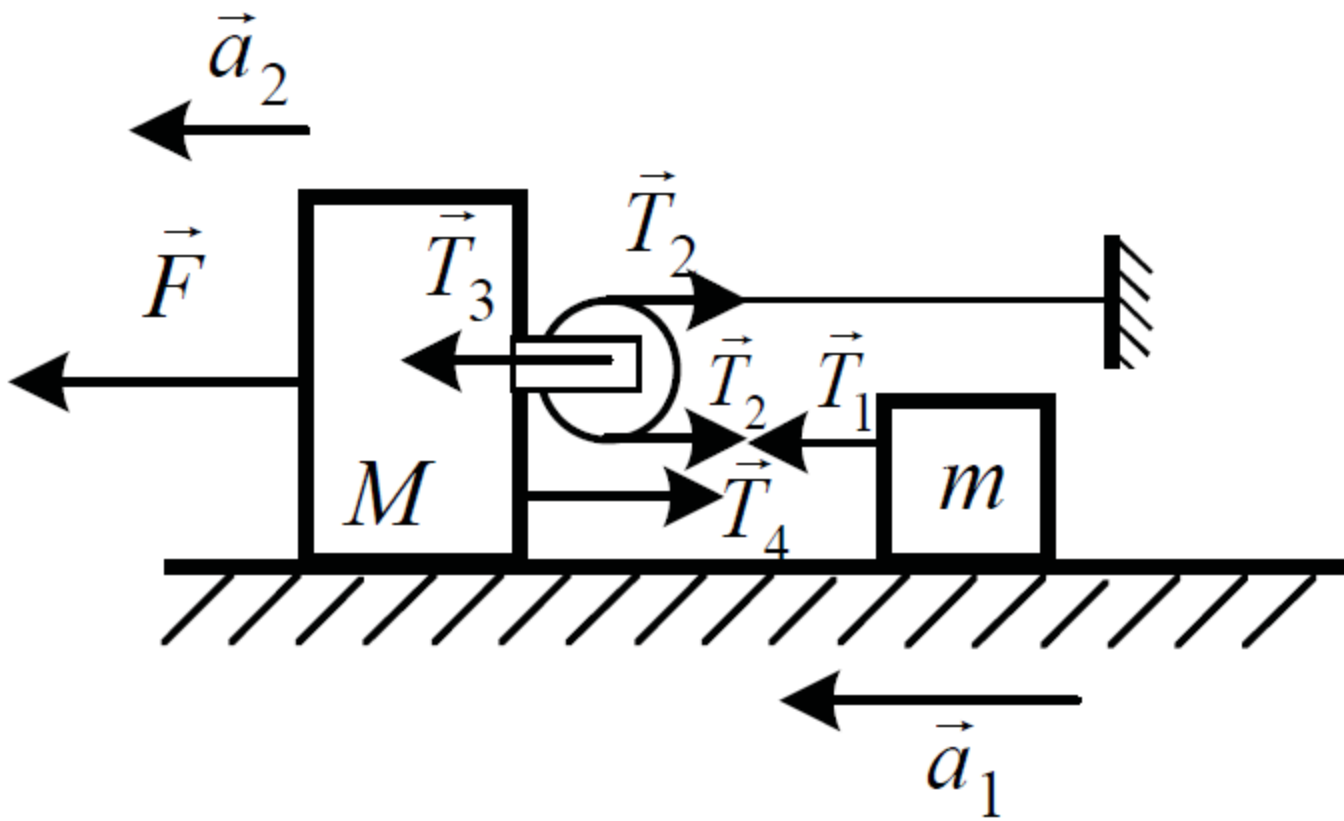
Какие законы Вы использовали для описания движения тел? Обоснуйте их применимость к данному случаю.



Задача №30 Пример 1

Обоснование

1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. Брусок и тело движутся поступательно, поэтому описываем их моделью материальной точки независимо от их размеров.
3. Из пп. 1 и 2 следует, что движение бруска и тела в ИСО, а также их взаимодействие, описывается вторым и третьим законами Ньютона.
4. Нить невесома, блок идеален (масса блока ничтожна, трения нет), поэтому модуль силы натяжения нити в любой её точке один и тот же.
5. Нить нерастяжима, поэтому модули ускорений подвижного блока и тела m при их прямолинейном поступательном движении отличаются в 2 раза.



Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. Запишем второй закон Ньютона в проекциях на горизонтальную ось для тела и бруска:

$ma_1 = T_1$; $Ma_2 = F - T_4$, где a_1 и a_2 – ускорения тела и бруска, T_1 – сила натяжения нити, T_4 – сила, с которой блок действует на брусок.

Запишем второй закон Ньютона для невесомого блока:

$0 = T_3 - 2T_2$, где T_3 – сила, с которой брусок действует на блок, T_2 – сила натяжения нити, действующая на блок.

Поскольку нить невесома, то $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$. По третьему закону Ньютона $\vec{T}_3 = -\vec{T}_4$, или $|\vec{T}_3| = |\vec{T}_4|$.

Ускорение подвижного блока, а значит, и бруска массой M , в 2 раза меньше ускорения тела массой m , так как за одно и то же время перемещение тела в 2 раза больше перемещения бруска: $a_1 = 2a_2$.

Приходим к системе уравнений:
$$\begin{cases} F - 2T = Ma_2, \\ T = m \cdot 2a_2, \end{cases}$$
 откуда

$$a_2 = \frac{F}{M + 4m} = \frac{10}{2 + 4 \cdot 0,75} = 2 \text{ м/с}^2.$$

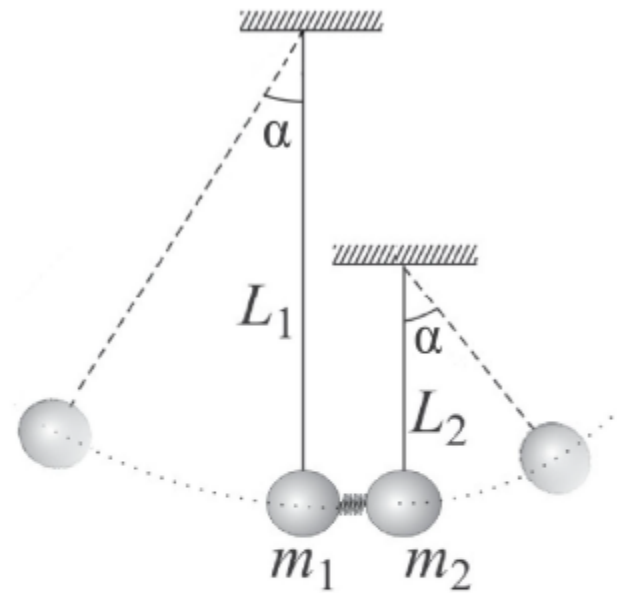
Ответ: $a_2 = 2 \text{ м/с}^2$

Задача №30 Пример 1

| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
|--|-------|
| <i>Критерий 1</i> | |
| Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей) (в данном случае: <i>система отсчета, связанная с землей, инерциальная, тела движутся поступательно и описываются моделью материальной точки, следствия невесомости и нерастяжимости нити, идеальности блока, сделан рисунок с указанием сил, действующих на тела, второй и третий законы Ньютона</i>) | 1 |

Задача №30 Пример 2

Два шарика подвешены на вертикальных тонких нитях так, что они находятся на одной высоте. Между шариками находится сжатая и связанная нитью пружина. При пережигании связывающей нити пружина распрямляется, расталкивает шарики и падает вниз. В результате нити отклоняются в разные стороны на одинаковые углы. Во сколько раз одна нить длиннее другой, если отношение масс $\frac{m_2}{m_1} = 1,5$? Считать массу пружины



во много раз меньше массы шариков, а величину ее сжатия во много раз меньше длин нитей.

Какие законы Вы использовали для описания взаимодействия тел? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

Обоснование

1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. Шарики имеют малые размеры по сравнению с длиной нити, поэтому описываем их моделью материальной точки.
3. При пережигании нити пружина толкает оба шарика, действуя на шарики внутренней силой – силой упругости, все внешние силы, действующие на систему двух шариков, направлены вертикально (силы тяжести и натяжения нитей). Масса пружины во много раз меньше массы шариков, поэтому изменением импульса самой пружины можно пренебречь. Все выше перечисленные причины не влияют на изменение горизонтальной проекции импульса системы шариков, следовательно, систему шариков в горизонтальном направлении можно считать замкнутой, и возможно применение закона сохранения импульса.
4. В процессе движения каждого шарика на нити к верхней точке своей траектории, на из них действуют сила тяжести $m\vec{g}$ и сила натяжения нити \vec{T} . Изменение механической энергии шариков в ИСО равно работе всех непотенциальных сил, приложенных к телу. В данной случае единственной такой силой является сила натяжения нити \vec{T} . В каждой точке траектории $\vec{T} \perp \vec{v}$, где \vec{v} – скорость шарика, поэтому работа силы \vec{T} равна нулю, а механическая энергия каждого шарика на этом участке его движения сохраняется.

Решение

После пережигания нити пружина распрямится, сообщая шарикам начальные скорости \bar{v}_1 и \bar{v}_2 . Запишем закон сохранения импульса в проекциях на ось x (см. рисунок):

$$0 = -m_1 v_1 + m_2 v_2.$$

Для описания дальнейшего движения каждого шарика воспользуемся законом сохранения полной механической энергии:

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 g h_1 = m_1 g L_1 (1 - \cos \alpha),$$

$$\frac{m_2 v_2^2}{2} = m_2 g h_2 = m_2 g L_2 (1 - \cos \alpha).$$

Поделив эти равенства друг на друга почленно, получим:

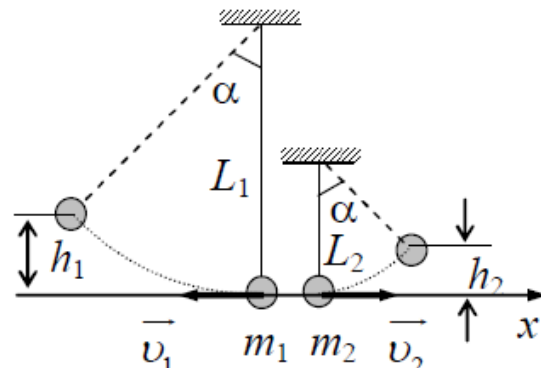
$$\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^2.$$

Из закона сохранения импульса следует, что $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1}$.

Поэтому:

$$\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{m_2}{m_1} \right)^2 = 1,5^2 = 2,25.$$

Ответ: $\frac{L_1}{L_2} = 2,25$



Задача №30 Пример 2

| Критерии оценивания выполнения задания | Баллы |
|--|-------|
| <i>Критерий 1</i> | |
| Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей) (в данном случае: <i>система отсчета, связанная с землей инерциальная, шарики описываются моделью материальной точки, условия применимости законов сохранения импульса и механической энергии</i>) | 1 |