

**Структура и содержание контрольных
измерительных материалов ЕГЭ по физике
«Новые» задачи: №25, 26 и 30.**

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)

Кодификатор элементов содержания

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

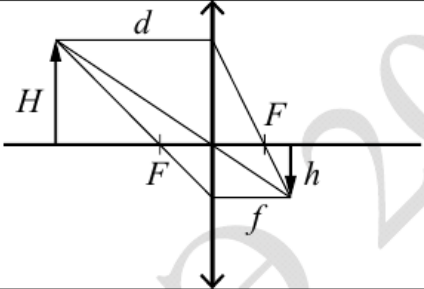
ФИ-11 ЕГЭ 2022 КОДИФ.pdf

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
3.1.11	Энергия заряженного конденсатора: $W_c = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$	+	+
ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА			
3.2.1	Сила тока: $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Big _{\Delta t \rightarrow 0}$. Постоянный ток: $I = const$ Для постоянного тока $q = It$	+	+
3.2.2	Условия существования электрического тока. Напряжение U и ЭДС \mathcal{E}	+	+
3.2.3	Закон Ома для участка цепи: $I = \frac{U}{R}$	+	+
3.2.4	Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества. $R = \rho \frac{l}{S}$	+	+

Кодификатор элементов содержания

☐ Соответствие ФГОС (углубленный и базовый уровни изучения предмета)

ФИ-11 ЕГЭ 2022 КОДИФ.pdf

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	
3.6.7	<p>Формула тонкой линзы:</p> $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ <p>Увеличение, даваемое линзой:</p> $\Gamma = \frac{h}{H} = \frac{f}{d}$		+	+	
3.6.8	Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах	-	+		
3.6.9	Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система	+	+		
3.6.10	<p>Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников:</p> <p>максимумы – $\Delta = 2m \frac{\lambda}{2}, m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$</p> <p>минимумы – $\Delta = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}, m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$</p>	+	+		

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

○ №1 и №2 – интегрированные задания базового уровня сложности

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

- №1 и №2 – интегрированные задания базового уровня сложности

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

- №1 и №2 – интегрированные задания базового уровня сложности

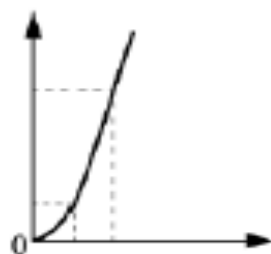
Даны следующие зависимости величин:

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

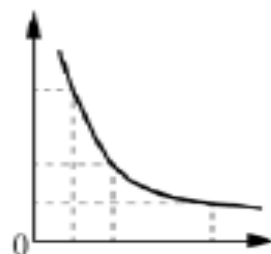
Б) зависимость давления постоянной массы идеального газа от его объема в изотермическом процессе;

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

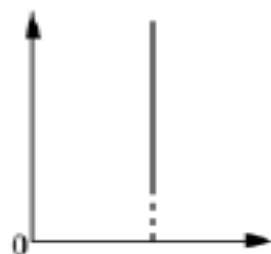
Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.



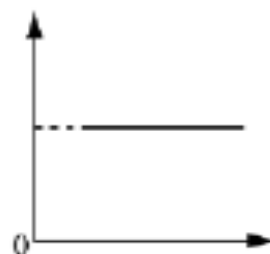
(1)



(2)



(3)



(4)



(5)

Ответ:

А	Б	В
4	2	1

○ №3-№8 – механика (3 задания с кратким ответом, **множественный выбор**, изменение величин, соответствие)

На наклонной плоскости находится брусок массой 2 кг, для которого составлена таблица зависимости модуля силы трения $F_{\text{тр}}$ от угла наклона плоскости к горизонту α с погрешностью, не превышающей 0,01 Н. На основании данных, приведённых в таблице, и используя закон сухого трения, выберите все верные утверждения.

α , рад	0	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$F_{\text{тр}}$, Н	0	1,0	2,0	3,86	3,76	3,63	3,46	3,25	3,01	2,75	2,45	2,13

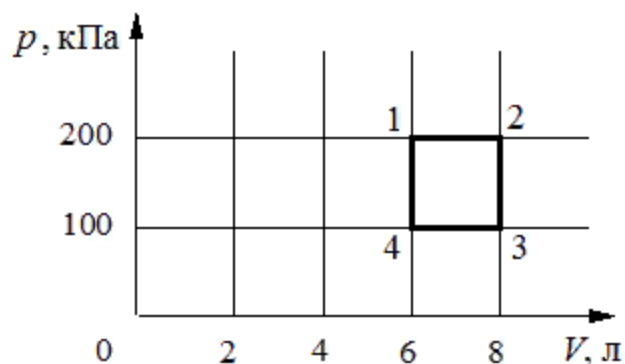
- 1) Модуль силы трения скольжения уменьшается при увеличении угла наклонной плоскости к горизонту.
- 2) Сила трения покоя не зависит от угла α .
- 3) С ростом угла наклона модуль силы трения покоя уменьшается.
- 4) Коэффициент трения скольжения меньше 0,25.
- 5) Когда угол наклона больше 0,2 рад, брусок скользит по наклонной плоскости.

В ответе запишите номера выбранных установок в порядке возрастания без запятых и пробелов.

Ответ: ✓

○ №9-№13 – молекулярная физика (3 задания с кратким ответом, **множественный выбор**, изменение величин или соответствие)

С идеальным газом происходит циклический процесс 1–2–3–4–1, pV -диаграмма которого представлена на рисунке. Максимальная температура, достигаемая газом в этом процессе, составляет 400 К. На основании анализа этого циклического процесса выберите все верные утверждения.



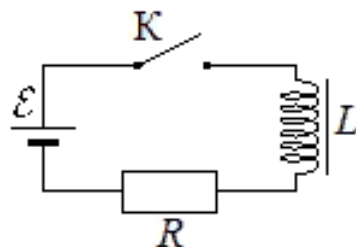
- 1) Количество вещества газа, участвующего в циклическом процессе, превышает 0,45 моля.
- 2) Работа газа при его изобарном расширении равна 200 Дж.
- 3) Работа, совершённая над газом при его изобарном сжатии, равна 200 Дж.
- 4) На участке 4–1 газ получает количество теплоты равное 900 Дж.
- 5) Минимальная температура в циклическом процессе равна 100 К.

В ответе запишите номера выбранных установок в порядке возрастания без запятых и пробелов.

Ответ:

- №14-№19 – электродинамика (3 задания с кратким ответом, **множественный выбор**, изменение величин, соответствие)

Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор $R = 60$ Ом (см. рисунок). В момент $t = 0$ ключ K замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью $0,01$ А, представлены в таблице. Сопротивление проводов и катушки пренебрежимо мало.



$t, \text{с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,28	0,29	0,30	0,30

Выберите все верные утверждения о процессах, происходящих в цепи.

- 1) Напряжение на катушке максимально в момент времени $t = 3,0$ с.
- 2) ЭДС источника тока равна 18 В.
- 3) Модуль ЭДС самоиндукции катушки в момент времени $t = 0$ равен 18 В.
- 4) Напряжение на резисторе в момент времени $t = 5,0$ с равно 18 В.
- 5) Энергия катушки минимальна в момент времени $t = 6,0$ с.

В ответе запишите номера выбранных установок в порядке возрастания без запятых и пробелов.

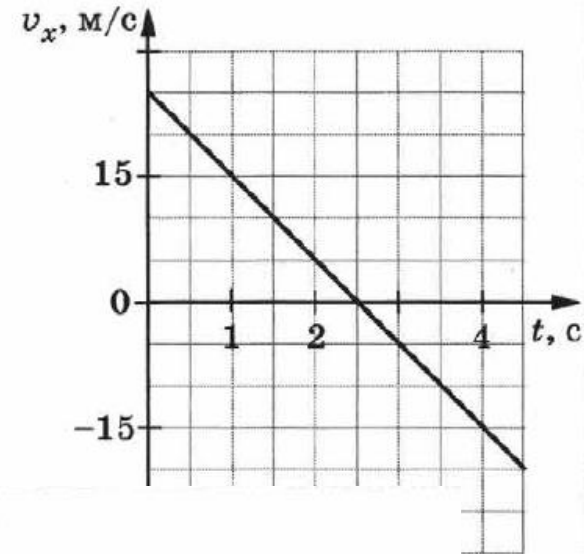
Часть 1. Особенности заданий

Задания с кратким ответом в виде числа:

□ целое число, конечная десятичная дробь, знак «минус»

На рисунке приведён график зависимости проекции скорости v_x тела от времени при прямолинейном движении по оси X . Определите проекцию ускорения a_x тела.

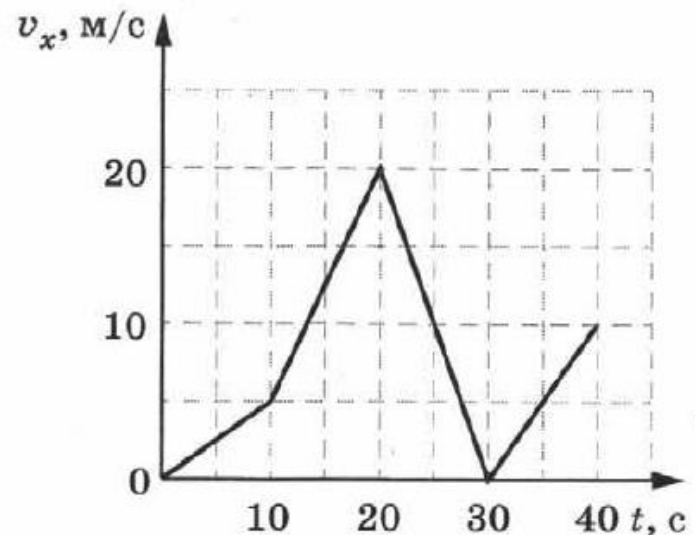
Ответ: _____ м/с².



Автомобиль движется по прямой улице вдоль оси X . На рисунке представлен график зависимости проекции скорости автомобиля от времени.

Определите модуль максимального ускорения автомобиля за время наблюдения.

Ответ: _____ м/с².

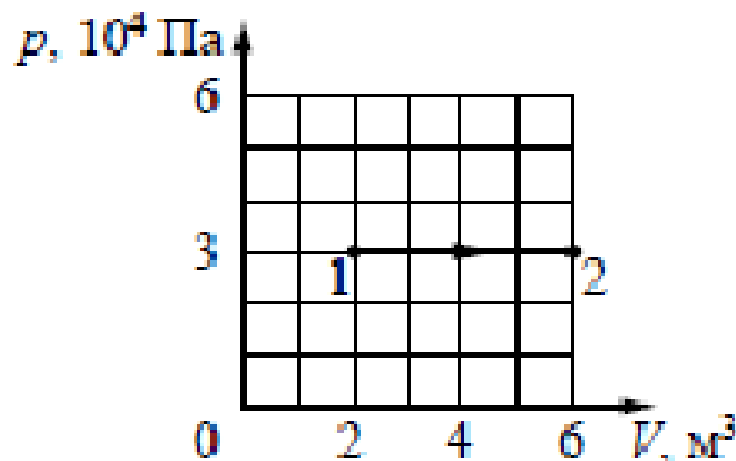


Часть 1. Особенности заданий

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 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

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

○ №25 – расчетная задача (молекулярная физика, механика), 2 балла «Бывшие» 24 с кратким ответом

В процессе прямолинейного равноускоренного движения тело за 2 с прошло 20 м, увеличив свою скорость в 3 раза. Чему была равна начальная скорость тела?

Возможное решение

1. Согласно законам равноускоренного прямолинейного движения

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}, \quad (1)$$

$$3v_0 = v_0 + at, \quad (2)$$

где v_0 – начальная скорость тела, a – модуль ускорения тела, s – путь, пройденный телом.

2. Решая уравнения (1) и (2), получим выражение для начальной скорости тела:

$$v_0 = \frac{s}{2t} = \frac{20}{2 \cdot 2} = 5 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v_0 = 5 \text{ м/с}$

ВСЕ ЗАДАНИЯ

М. Ю. Демидова, В. А. Грибов,
А. И. Гиголо

ФИЗИКА

ЕГЭ **1000**

ЗАДАЧ



**С ОТВЕТАМИ
И РЕШЕНИЯМИ**

- Более 1000 заданий
- Решения и комментарии
- Ответы

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31

1. Механика

1.1. Задачи с кратким ответом

Кинематика

1. За 2 с прямолинейного равноускоренного движения тело прошло 20 м, увеличив свою скорость в 3 раза. Определите начальную скорость тела.

Ответ: _____ м/с.

2. За 2 с прямолинейного равноускоренного движения тело прошло 20 м, причем его скорость увеличилась в 3 раза. Определите ускорение тела.

Ответ: _____ м/с².

3. За 2 с прямолинейного движения с постоянным ускорением тело прошло 20 м, не меняя направления движения и уменьшив свою скорость в 3 раза. Чему равна начальная скорость тела на этом интервале?

Ответ: _____ м/с.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формулы равноускоренного прямолинейного движения</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2
	1
<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.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	

○ №26 – расчетная задача (квантовая физика), 2 балла

Фототок с литиевого фотокатода, освещаемого монохроматическим излучением с длиной волны λ_0 , прекращается при некотором значении запирающего напряжения. Если длину волны уменьшить в 1,5 раза, то для прекращения фототока необходимо увеличить запирающее напряжение в 2 раза. Работа выхода электронов из лития равна 2,39 эВ. Определите по этим данным λ_0 .

Возможное решение

1. Для решения задачи воспользуемся уравнением Эйнштейна для фотоэффекта, в котором энергию фотона запишем с помощью формулы Планка:

$$h \frac{c}{\lambda} = A_{\text{вых}} + eU_{\text{зип}},$$

где $U_{\text{зип}}$ – модуль запирающего напряжения.

2. Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта для обоих случаев:

$$h \frac{c}{\lambda_0} = A_{\text{вых}} + eU_{\text{зип}};$$

$$h \frac{1,5c}{\lambda_0} = A_{\text{вых}} + 2eU_{\text{зип}},$$

4. Исключая из системы $eU_{\text{зип}}$, получим: $h \frac{0,5c}{\lambda_0} = A_{\text{вых}}$,

откуда:

$$\lambda_0 = h \frac{0,5c}{A_{\text{вых}}} = 6,6 \cdot 10^{-34} \frac{0,5 \cdot 3 \cdot 10^8}{2,39 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \approx 259 \text{ нм.}$$

Ответ: $\lambda_0 \approx 259 \text{ нм}$

Критерии оценивания выполнения задания

Баллы

2

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: *уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, формула Планка*);

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) представлены 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

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.

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

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

1

0

Максимальный балл

2

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

Обобщенная схема оценивания строится на основании четырех элементов решения:

- ***Исходные формулы и законы (кодификатор);***
- ***Обозначения физических величин (рисунок);***
- ***Математические преобразования и расчеты;***
- ***Правильный числовой ответ, размерность.***

Обобщенная схема оценивания заданий 25,26

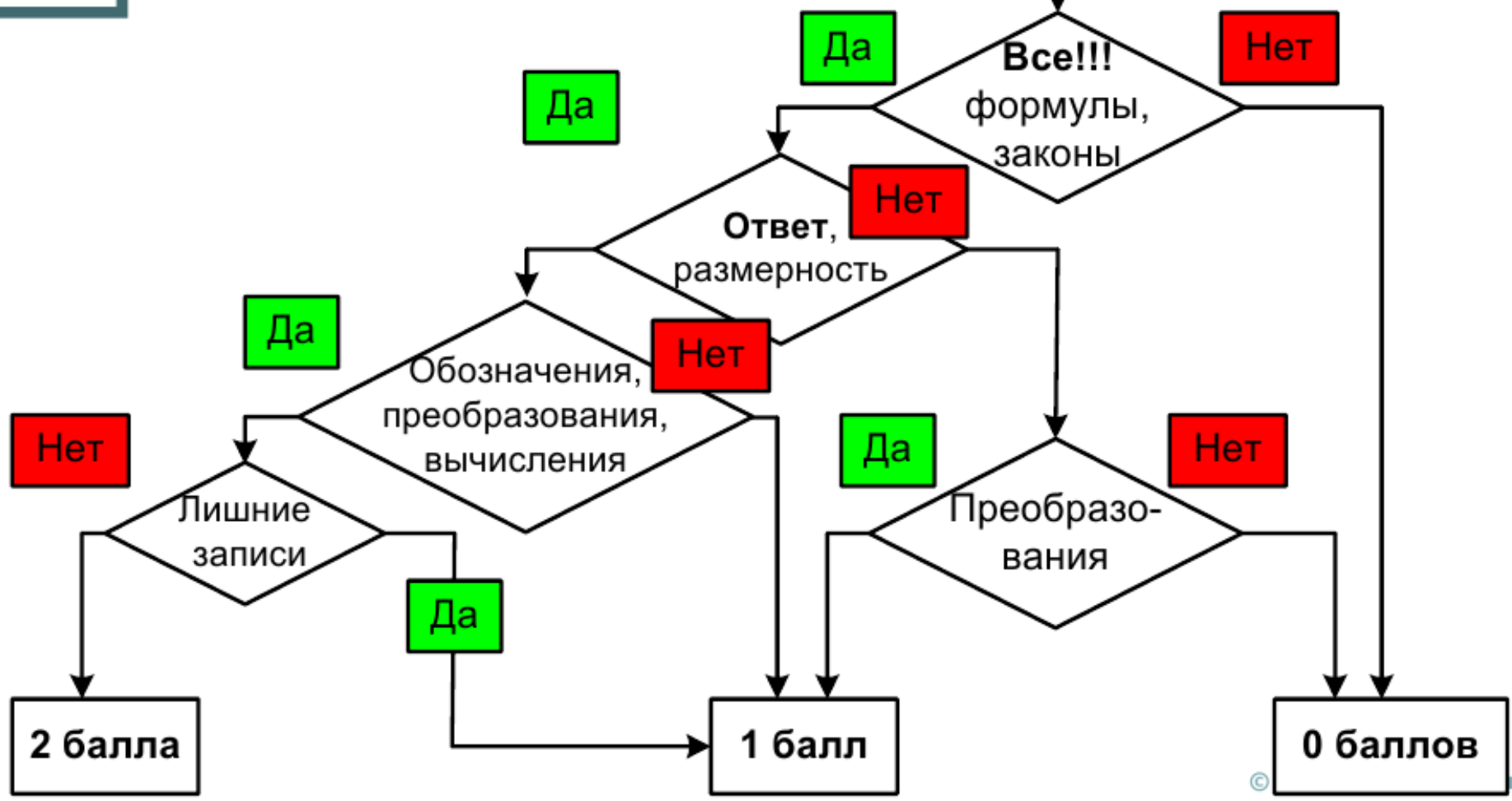
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае:</p> <p><i>перечисляются необходимые законы и формулы</i></p> <p>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);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (<u>подстановка числовых данных в конечную формулу</u>), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2



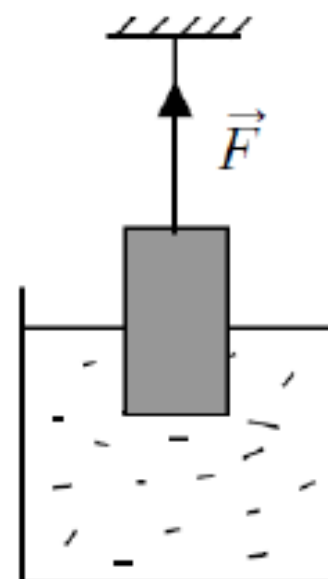
Обобщенная схема оценивания заданий 25,26

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.	1
Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.	1.1
И (ИЛИ)	
В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.	1.2
И (ИЛИ)	
В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.	1.3
И (ИЛИ)	
Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка	1.4
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	2

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



Однородный цилиндр объёмом $4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$ подвешен на нити и наполовину погружён в воду. Какова плотность материала цилиндра, если сила натяжения нити $F = 3 \text{ Н}$?



Возможное решение

На цилиндр действуют сила тяжести, сила Архимеда и сила натяжения нити. Так как цилиндр находится в покое, то в соответствии со вторым законом Ньютона $mg = F_{\text{Арх}} + F$, где масса цилиндра $m = \rho_{\text{ц}}V$, сила Архимеда

$$F_{\text{Арх}} = \rho_{\text{в}}g \frac{V}{2}.$$

Подставив выражения для массы и силы Архимеда во второй закон Ньютона, найдём плотность цилиндра:

$$\rho_{\text{ц}} = \frac{\rho_{\text{в}}}{2} + \frac{F}{gV} = \frac{1000}{2} + \frac{3}{10 \cdot 4 \cdot 10^{-4}} = 1250 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ: $\rho_{\text{ц}} = 1250 \text{ кг/м}^3$

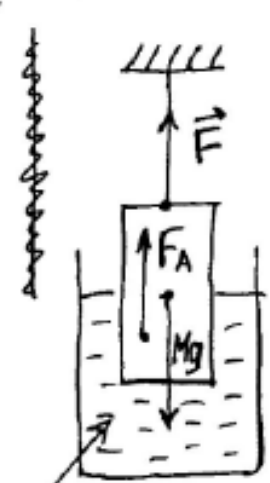
Дано:

Решение:

$$V = 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

$$F = 3 \text{ Н}$$

$\rho_{\text{ц}} = ?$



вода

Обозначим массу цилиндра M и расставим силы, действ. на цилиндр.

Цилиндр покоится $\Rightarrow \vec{a} = 0$.

Запишем II закон Ньютона:

$$M\vec{g} + \vec{F}_A + \vec{F} = 0$$

В проекции на вертик. ось y :

$$-Mg + F_A + F = 0 \quad (1)$$

По з-ну Архимеда $F_A = \rho_{\text{в}} \cdot g \cdot V_{\text{погр}} = \rho_{\text{в}} \cdot g \cdot \frac{V}{2}$, т.к. по условию цилиндр погружен наполовину

Кроме того, $M = \rho_{\text{ц}} \cdot V$, а значит:

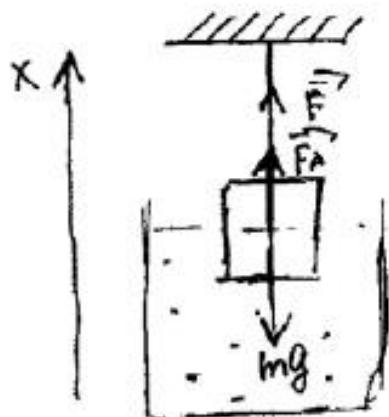
$$-\rho_{\text{ц}} \cdot Vg + \rho_{\text{в}} \cdot g \cdot \frac{V}{2} + F = 0$$

$$\rho_{\text{ц}} = \frac{F + \rho_{\text{в}} \cdot g \cdot \frac{V}{2}}{Vg} = \frac{3 \text{ Н} + 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3}{4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 \cdot 10 \text{ м/с}^2}$$

$$= 1,25 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

Ответ: $1,25 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

Дано:
 $V = 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$
 $F = 3 \text{ Н}$
 $\rho = ?$



$$V_h (\text{погруж. часть}) = \frac{V}{2}$$

$$m = \rho \cdot V$$

$$= \frac{6 + 1000 \cdot 10 \cdot 4 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 4 \cdot 10^{-4}} = 12500 \text{ кг/м}^3$$

Ответ: $\rho = 12500 \text{ кг/м}^3$

По II закону Ньютона:

$$\vec{F} + \vec{F}_A + m\vec{g} = m\vec{a}$$

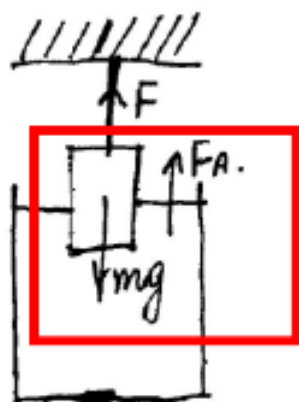
$$O_x: F + F_A - mg = 0$$

$$F + F_A = mg$$

$$F_A = \rho_B \cdot g \cdot V_h = \frac{\rho_B \cdot g \cdot V}{2}$$

$$F + \frac{\rho_B \cdot g \cdot V}{2} = \rho \cdot V$$

$$\rho = \frac{2F + \rho_B \cdot g \cdot V}{2V} =$$



Дано:
 $V = 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$
 $V_{\text{н.ч.т}} = \frac{V}{2}$
 $F = 3 \text{ Н}$

$\rho = ?$

$$F + F_A = mg$$

$$F + \rho_B g V_{\text{н.ч.т}} = \rho V g$$

$$F + \rho_B g \frac{V}{2} = \rho V g$$

$$\rho = \frac{F + \rho_B g \frac{V}{2}}{V g} = \frac{3 + 1000 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 10^{-4}}{4 \cdot 10^{-4} \cdot 10} = \frac{3 + 2 \cdot 10^4 \cdot 10^{-4}}{4 \cdot 10^{-3}} = \frac{5}{4} \cdot 10^3 = 1,25 \cdot 10^3$$

$$= 3 \text{ Н} = 3 + 1000 = \frac{3 \text{ Н} + 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3}{4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{5 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2}}{4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}^3}{\text{с}^2}} = 1,25 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$= 1250 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Ответ: $\rho = 1250 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

1.2

Дано:

$$V_{\text{ж}} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

$$F = 3 \text{ Н}$$

$\rho_{\text{ж}} = ?$

$$\rho_{\text{ж}} = 1000 \text{ кг/м}^3$$

Решение:

По II закону Ньютона:

$$\vec{F} + \vec{F}_A + m\vec{g} = 0$$

Проекция на ось Oy:

$$F + F_A - mg = 0$$

$$F_A = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V_{\text{ж}}$$

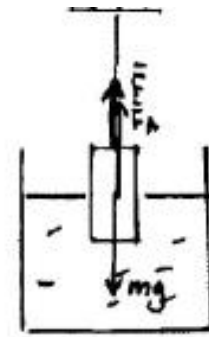
$$F + \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V_{\text{ж}} - mg = 0$$

$$m = \frac{F + \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V_{\text{ж}}}{g}$$

$$\rho_{\text{ж}} = \frac{m}{V_{\text{ж}}} = \frac{F + \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V_{\text{ж}}}{g \cdot V_{\text{ж}}}$$

$$\rho_{\text{ж}} = \frac{3 + 1000 \cdot 10 \cdot 4 \cdot 10^{-4}}{10 \cdot 4 \cdot 10^{-4}} = \frac{7}{40 \cdot 10^{-4}} = 1750 \text{ кг/м}^3$$

Ответ: 1750 кг/м³



В калориметре находятся в тепловом равновесии вода и лёд. После опускания в калориметр болта, имеющего массу 165 г и температуру $-40\text{ }^\circ\text{C}$, 20% воды превратилось в лёд. Удельная теплоёмкость материала болта равна $500\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$. Какая масса воды первоначально находилась в калориметре? Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

Возможное решение

Так как вода и лёд находятся в тепловом равновесии, то и до опускания болта, и после его нагревания температура в сосуде $t_0 = 0\text{ }^\circ\text{C}$. Согласно уравнению теплового баланса количество теплоты, выделившееся при замерзании воды, было затрачено на нагревание болта:

$0,2m \cdot r = cm_1(t_0 - t)$, где m – масса воды в сосуде, m_1 – масса болта, c – удельная теплоёмкость болта, r – удельная теплота плавления льда, t – начальная температура болта.

$$\text{Получим: } m = \frac{cm_1(t_0 - t)}{0,2r} = \frac{500 \cdot 0,165 \cdot 40}{0,2 \cdot 3,3 \cdot 10^5} = 0,05\text{ кг.}$$

Ответ: $m = 0,05\text{ кг}$

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

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

0

Максимальный балл

2

Оцените задачу по критериям, проверьте себя.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>условие теплового равновесия воды и льда, формулы для расчёта количества теплоты при нагревании и кристаллизации, уравнение теплового баланса</i>);</p> <p>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);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2

Дано: $c_B = 500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$
 $m_B = 0,165\text{ кг.}$
 $T = -40^\circ\text{C} = 233\text{ К}$

Решение:
 В калориметре находится лёд и вода.
 $\Rightarrow t = 0^\circ\text{C}$
 Тогда $c_B \cdot m_B \cdot T = \lambda \cdot 0,2 m_{\text{вк}}$
 $m_{\text{вк}} = \frac{c_B \cdot m_B \cdot T}{\lambda} = \frac{500 \cdot 0,165 \cdot 233 \cdot 0,2}{3,3 \cdot 10^5} = 11,65\text{ г}$

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

1

0 баллов

В калориметре находятся в тепловом равновесии вода и лёд. После опускания в калориметр болта, имеющего массу 165 г и температуру -40°C , 20% воды превратилось в лёд. Удельная теплоёмкость материала болта равна $500 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. Какая масса воды первоначально находилась в калориметре? Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

Возможное решение
<p>Так как вода и лёд находятся в тепловом равновесии, то и до опускания болта, и после его нагревания температура в сосуде $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Согласно уравнению теплового баланса количество теплоты, выделившееся при замерзании воды, было затрачено на нагревание болта:</p> $0,2m \cdot r = cm_1(t_0 - t),$ <p>где m – масса воды в сосуде, m_1 – масса болта, c – удельная теплоёмкость болта, r – удельная теплота плавления льда, t – начальная температура болта.</p> <p>Получим: $m = \frac{cm_1(t_0 - t)}{0,2r} = \frac{500 \cdot 0,165 \cdot 40}{0,2 \cdot 3,3 \cdot 10^5} = 0,05 \text{ кг}$.</p> <p>Ответ: $m = 0,05 \text{ кг}$</p>

Критерии оценивания выполнения задания
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>условие теплового равновесия воды и льда, формулы для расчёта количества теплоты при нагревании и кристаллизации, уравнение теплового баланса</i>);</p> <p>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);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>

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

<p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	0
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p>	2
Максимальный балл	

Дано:
 $m_b = 165 \text{ г}$
 $t_{0b} = -40^\circ\text{C}$
 $c_b = 500 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$
 $\lambda_n = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$
 $m_{w0} = ?$

Решение:
 В начальный момент вода и лёд находятся в тепловом равновесии, значит $t_n = 0^\circ\text{C}$, и в итоге также вода и лёд будут находиться в тепловом равновесии, из чего делаем вывод, что $t_k = 0^\circ\text{C}$.

$$Q_x = c_b \cdot m_b \cdot (t_k - t_{0b})$$

$$Q_n = \lambda_n \cdot 0,2 \cdot m_{w0}$$

$$Q_x = Q_n \Rightarrow c_b \cdot m_b \cdot (t_k - t_{0b}) = \lambda_n \cdot 0,2 \cdot m_{w0}$$

$$m_{w0} = \frac{c_b \cdot m_b \cdot (t_k - t_{0b})}{0,2 \cdot \lambda_n} = \frac{500 \cdot 0,165 \cdot (0 + 40)}{0,2 \cdot 3,3 \cdot 10^5} = 0,05 \text{ кг} = 50 \text{ г}$$

Ответ: $m_{w0} = 50 \text{ г}$.

Оцените задачу по критериям, проверьте себя.

2 балла

В калориметре находятся в тепловом равновесии вода и лёд. После опускания в калориметр болта, имеющего массу 165 г и температуру -40°C , 20% воды превратилось в лёд. Удельная теплоёмкость материала болта равна $500 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. Какая масса воды первоначально находилась в калориметре? Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

Возможное решение

Так как вода и лёд находятся в тепловом равновесии, то и до опускания болта, и после его нагревания температура в сосуде $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Согласно уравнению теплового баланса количество теплоты, выделившееся при замерзании воды, было затрачено на нагревание болта:

$0,2m \cdot r = cm_1(t_0 - t)$, где m – масса воды в сосуде, m_1 – масса болта, c – удельная теплоёмкость болта, r – удельная теплота плавления льда, t – начальная температура болта.

Получим: $m = \frac{cm_1(t_0 - t)}{0,2r} = \frac{500 \cdot 0,165 \cdot 40}{0,2 \cdot 3,3 \cdot 10^5} = 0,05 \text{ кг}$.

Ответ: $m = 0,05 \text{ кг}$

Критерии оценивания выполнения задания

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: условие теплового равновесия воды и льда, формулы для расчёта количества теплоты при нагревании и кристаллизации, уравнение теплового баланса);
 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

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

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

0

Максимальный балл

2

28) Дано

$c_5 = 500 \text{ Дж}/\text{кг}\cdot\text{K}$

$t_5 = -40^\circ\text{C}; T = 273 \text{ K}$

$m_5 = 165 \text{ г}; m = 0,165 \text{ кг}$

$m_b = ?$

1) $Q_1 + Q_2 = 0$

2) $Q_{1b} + Q_5 = 0$

1) $c_1 \cdot m_1 \cdot (t_1 - t_2) + c_b \cdot m_b \cdot (t_b - t_1) = 0$

2) ~~$c_5 \cdot m_5 \cdot (t_2 - t_5) = 0$~~

1) $c_b \cdot 0,165 \cdot m_b \cdot \left(\frac{t_1 - t_2}{(t_1 - t_2)} \right) + c_5 m_5 (t_2 - t_5) = 0$

Вода и лёд были в равновесии $\Rightarrow t_0 = 0^\circ\text{C}$
 или 273 K

$0,165 m_b = \frac{c_5 m_5 (t_2 - t_5)}{(t_1 - t_2)}$

$m_b = \frac{2 \cdot 500 \cdot 0,165 \cdot (t_2 - 273)}{273 - t_2} = \frac{165 t_2 - 38445}{273 - t_2}$

Ответ: $\frac{165 t_2 - 38445}{273 - t_2} \text{ кг}$

Оцените задачу по

критериям, проверьте себя.

0 баллов

1

В процессе прямолинейного равноускоренного движения тело за 2 с прошло 20 м, увеличив свою скорость в 3 раза. Чему была равна начальная скорость тела?

Возможное решение

1. Согласно законам равноускоренного прямолинейного движения

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}, \quad (1)$$

$$3v_0 = v_0 + at, \quad (2)$$

где v_0 – начальная скорость тела, a – модуль ускорения тела, s – путь, пройденный телом.

2. Решая уравнения (1) и (2), получим выражение для начальной скорости тела:

$$v_0 = \frac{s}{2t} = \frac{20}{2 \cdot 2} = 5 \text{ м/с.}$$

Критерии оценивания выполнения задания

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: *формулы равноускоренного прямолинейного движения*);

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

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

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

0

Максимальный балл

2

Дано: $t = 2 \text{ с}$
 $S = 20 \text{ м}$
 $v_1 = 3v_0$
 $v_0 = ?$

Решение:
 1) $v_1 = v_0 + at$; т.к. $v_1 = 3v_0$, и $t = 2 \text{ с}$
 $3v_0 = v_0 + 2a$
 $2v_0 = 2a$
 $v_0 = a$
 $S = v_0 \cdot 2 + \frac{v_0 \cdot 4}{2}$
 $S = 4v_0$
 $v_0 = \frac{S}{4} = \frac{20}{4} = 5 \text{ м/с}$

1

Оцените задачу по критериям, проверьте себя.

1 балл

В процессе прямолинейного равноускоренного движения тело за 2 с прошло 20 м, увеличив свою скорость в 3 раза. Чему была равна начальная скорость тела?

Возможное решение

1. Согласно законам равноускоренного прямолинейного движения

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}, \quad (1)$$

$$3v_0 = v_0 + at, \quad (2)$$

где v_0 – начальная скорость тела, a – модуль ускорения тела, s – путь, пройденный телом.

2. Решая уравнения (1) и (2), получим выражение для начальной скорости тела:

$$v_0 = \frac{s}{2t} = \frac{20}{2 \cdot 2} = 5 \text{ м/с.}$$

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

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

0

Максимальный балл

2

Критерии оценивания выполнения задания

Баллы

Приведено полное решение, включающее следующие элементы:

2

I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *формулы равноускоренного прямолинейного движения*);

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

1

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

Дано: $s = 20 \text{ м}$
 $t = 2 \text{ с}$
 $v = 3v_0$
 $v_0 = ?$

Решение
 $s = \frac{v + v_0}{2} \cdot t ; \quad 2s = (v + v_0)t ;$
 $2s = (3v_0 + v_0)t ; \quad 4v_0 = \frac{2s}{t} ; \quad v_0 = \frac{2s}{4t}$
 $v_0 = \frac{2 \cdot 20 \text{ м}}{4 \cdot 2 \text{ с}} = \frac{20 \text{ м}}{4 \text{ с}} = 5 \text{ м/с.}$
 Ответ: 5 м/с.

Оцените задачу по критериям, проверьте себя.

1 балл

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);

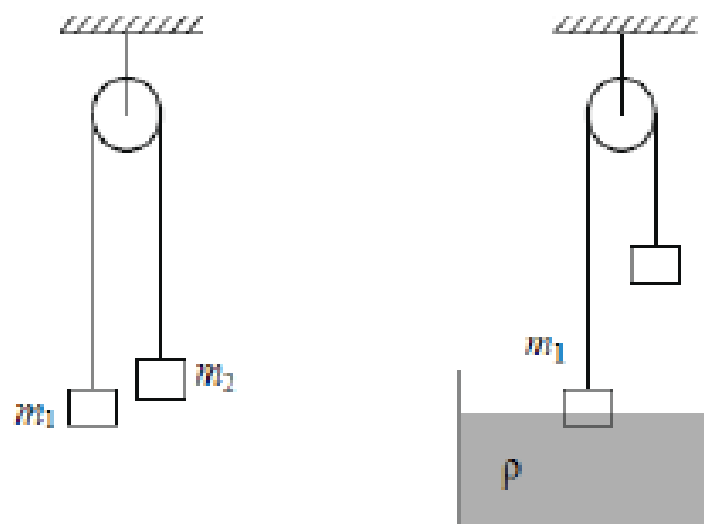
Математические преобразования и расчеты;

Правильный числовой ответ, размерность.

Итого 4 балла

✓ Линия 30 – 4 балла (связанные тела)

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

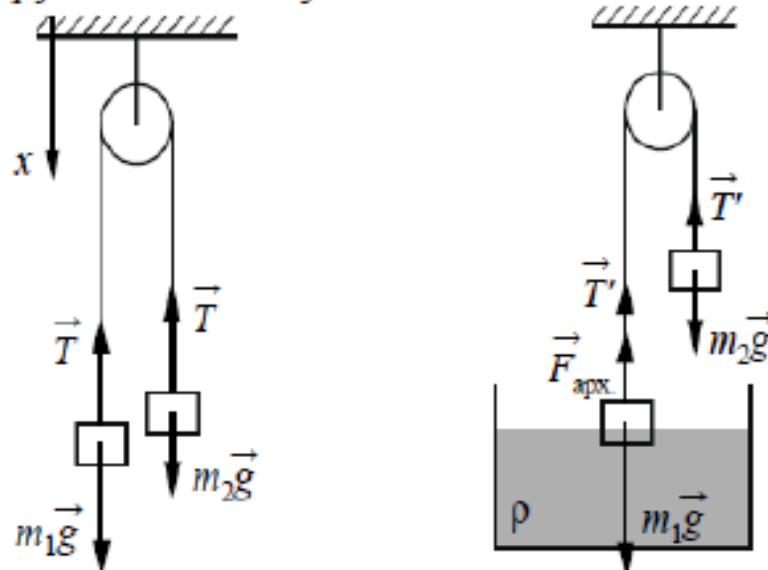


объём погруженной в жидкость части груза равен $V = 1,5 \cdot 10^{-4}$ м³. Определите ускорение a первого груза. Обоснуйте применимость использующихся законов к решению задачи.

- 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.

Обобщенная схема оценивания задания 30

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей) перечисляются необходимые законы и формулы	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0
Критерий 2	
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 – перечисляются необходимые законы и формулы II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>); III) представлены 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 физической величины	3

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

2

Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.

2.1

И (ИЛИ)

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

2.2

И (ИЛИ)

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

2.3

И (ИЛИ)

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

2.4

Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.

1

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

1.1

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.

1.2

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

1.3

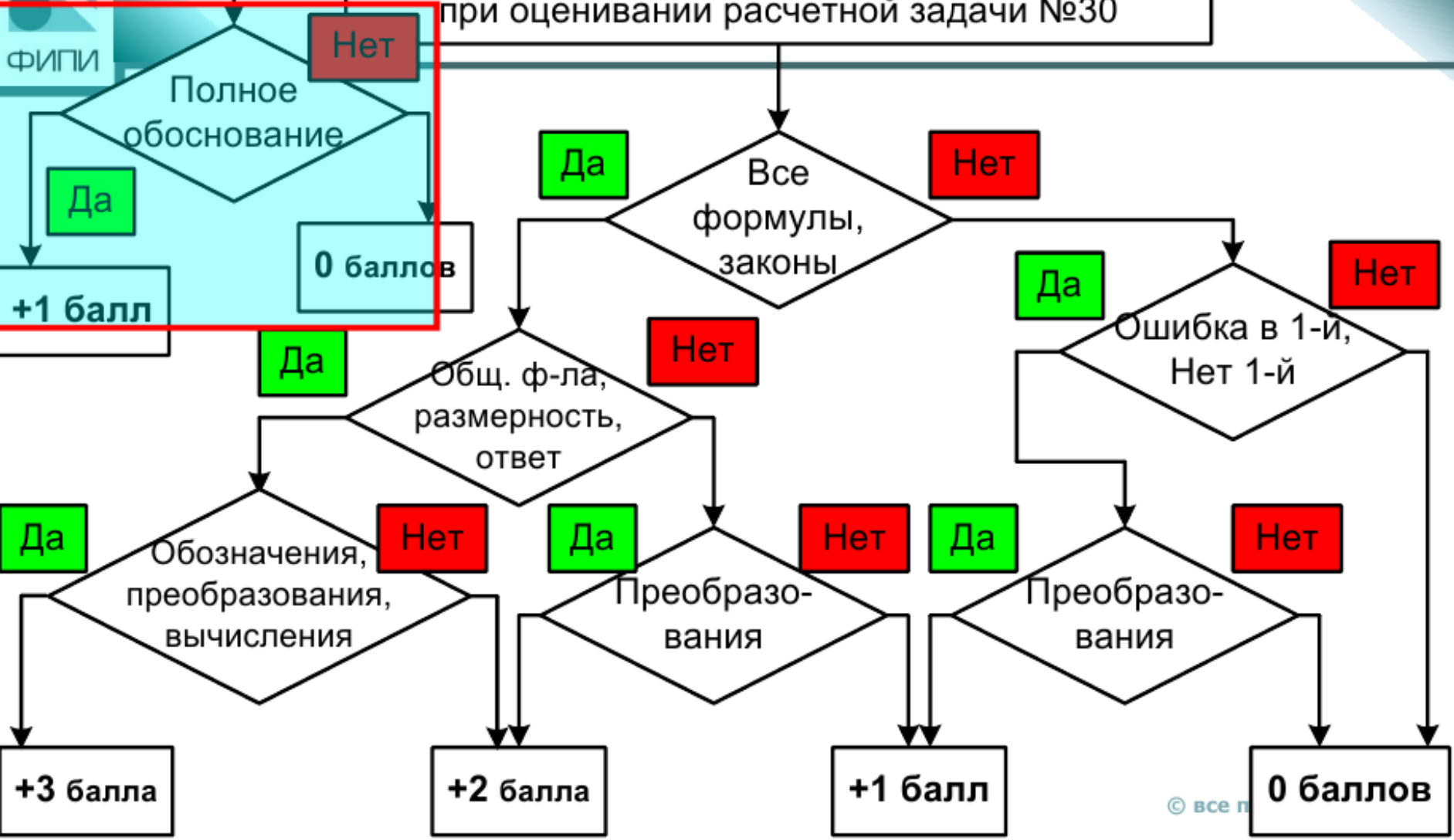
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла

0

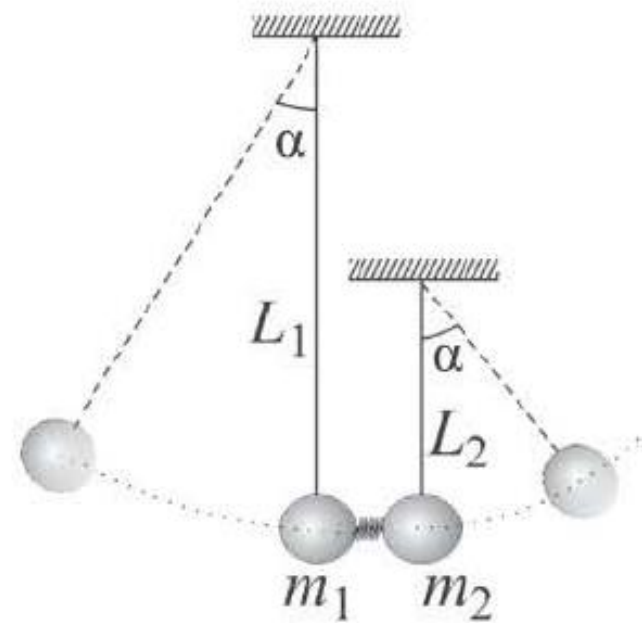


ФИПИ

Алгоритм принятия решения экспертом при оценивании расчетной задачи №30



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.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
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
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0

Критерий 2	
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: <i>закон сохранения импульса, закон сохранения полной механической энергии для каждого из двух шариков</i>);	3
II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, 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	

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 \overline{v}_1 и \overline{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:

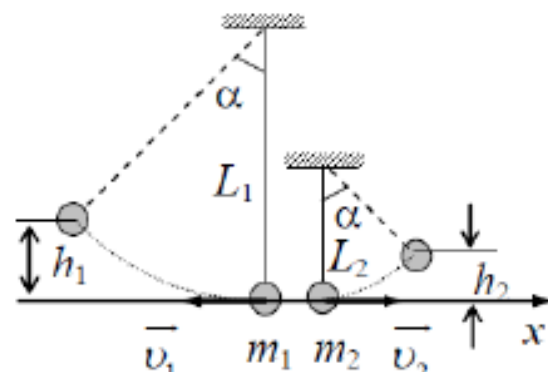
$$\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^2.$$

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: $\frac{L_1}{L_2} = 2,25$





Обоснование

1. Будем рассматривать движение шариков в системе отсчета, связанной с Землей, которую можно считать инерциальной, т.е. ИСО. По условию задачи по сравнению с длиной нити шарик имеет малые размеры, поэтому опишем их моделью материальной точки.
2. При перетягивании нити пружина толкает ось шарика, действуя на шарик внутренней силой - силой упругости, а сил тяжести и натяжения нити, все внешние силы, действующие на систему двух шариков, направлены вертикально. По условию задачи масса пружины во много раз меньше массы шариков, поэтому изменением импульса самой пружины можно пренебречь. Все внешние перемещенные причины не влияют на изменение горизонтальной проекции импульса системы шариков, следовательно, систему шариков в горизонтальном направлении можно считать замкнутой, следовательно, возможно применение закона сохранения импульса.
3. В процессе движения каждого шарика на нити к верхней точке своей траектории, на них действуют сила тяжести и сила натяжения нити. Изменение механической энергии шариков в ИСО равно работе всех непотенциальных сил, приложенных к телу. В данной ситуации единственной такой силой является сила натяжения нити. В каждой точке траектории эта сила перпендикулярна скорости движения, поэтому работа этой силы на всей траектории равна нулю, следовательно, механическая энергия каждого шарика на этом участке его движения сохраняется.

Примеры решения

+1

$$L_1 = L_2 = L$$

$$m_1, m_2$$

$$\frac{m_2}{m_1} = 1,5$$

$$L_1, L_2$$

$$\frac{L_1}{L_2} = ?$$

Трубка распрямляется \Rightarrow толкает шарик \Rightarrow шарик начнет двигаться по окружностям, радиус которых L_1 и L_2 соответственно. Первый шарик поднимается на высоту h_1 , а второй на высоту h_2 .

$$h_1 = L_1 - L_1 \cos \alpha = L_1 (1 - \cos \alpha)$$

$$h_2 = L_2 - L_2 \cos \alpha = L_2 (1 - \cos \alpha)$$

ЗЗК (закон сохранения импульса): $m_1 v_1 = m_2 v_2$

$$m_1^2 v_1^2 = m_2^2 v_2^2$$

$$\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{m_2^2}{m_1^2} = 1,5^2 = 2,25$$

$$E_{k1} = E_{n1} \Rightarrow \frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 g h_1; \quad E_{k2} = E_{n2} \Rightarrow \frac{m_2 v_2^2}{2} = m_2 g h_2;$$
$$v_1^2 = 2 g h_1; \quad v_2^2 = 2 g h_2;$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{m_2^2}{m_1^2} = \frac{v_1^2}{v_2^2} = 2,25$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{L_1 (1 - \cos \alpha)}{L_2 (1 - \cos \alpha)} = \frac{L_1}{L_2}$$

$$\text{м.к. } \frac{h_1}{h_2} = 2,25$$

$$\text{и } \frac{h_1}{h_2} = \frac{L_1}{L_2} \} \Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = 2,25.$$

+3

Итого 4

Ответ: 2,25.

Обоснование

1. Будем рассматривать движение шариков в системе отсчета, связанной с Землей, которую можно считать инерциальной, т.е. ИСО.
 2. По условию задачи по сравнению с длиной нити шарик имеет малые размеры, поэтому опишем их из модели материальной точки.
 3. Если пренебрежимо нити пружина толкает оба шарика действуя на шарик внутренней силой - силой упругости, а сила тяжести и натяжения нитей, все внешние силы, действующие на систему двух шариков, направлены вертикально. По условию задачи масса пружины во много раз меньше масс шариков, поэтому изобразим нити как один пружинный элемент. Все упругодеформированное пружины не влияют на изменение горизонтальной проекции импульса системы шариков, следовательно систему шариков в горизонтальном направлении можно считать замкнутой, следовательно, применим закон сохранения импульса

$$1) \frac{L_1 - h_1}{L_1} = \frac{L_2 - h_2}{L_2} \Rightarrow -h_1 L_2 = -h_2 L_1$$

$$\left[\frac{h_1}{h_2} = \frac{L_1}{L_2} \right]$$

$$2) m_1 v_1 = m_2 v_2$$

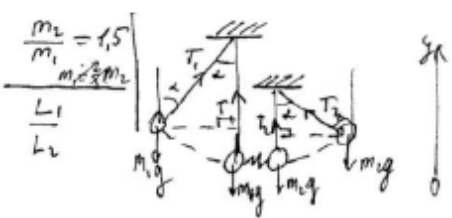
$$v_2 = \frac{2}{3} v_1$$

$$\frac{E_{m1}}{E_{m2}} = \frac{m_1 g h_1}{\frac{1}{2} m_2 g h_2} = \frac{m_1 v_1^2}{\frac{1}{2} m_2 \left(\frac{2}{3} v_1\right)^2}$$

$\frac{h_1}{h_2} = \frac{L_1}{L_2}$
 $\frac{1}{2} m_1 g h_1 = m_2 g h_2$
 $\frac{h_1}{h_2} = \frac{2 m_2}{m_1}$
 $\frac{2 h_1}{3 h_2} = \frac{2}{3} \Rightarrow \frac{h_1}{h_2} = \frac{3}{2}$

$\frac{h_1}{h_2} = 3$

Ответ: $\frac{L_1}{L_2} = \frac{9}{4} = 2,25$



$$\begin{cases} m_1 v_1 = m_2 v_2 & (3.1) \\ m_1 v_1^2 + \frac{m_2 v_2^2}{2} = m_1 g h_1 + m_2 g h_2 & (3.2) \\ \cos \alpha = \frac{L_1 - h_1}{L_1} & (3.3) \\ \cos \alpha = \frac{L_2 - h_2}{L_2} & (3.4) \\ -m_1 g + T_L = m_1 a_T & (3.5) \\ m_T g = T_L \cdot \cos \alpha & (3.6) \end{cases}$$

Нет рассуждений про возможность применения закона сохранения механической энергии

Обоснование

Будем рассматривать движение шариков в системе отсчета, связанной с Землей, которую можно считать инерциальной, т.е. ИСО. По условию задачи по сравнению с длиной нити шарик имеет малые размеры, поэтому списываем их массу материальной точки.

Систему из двух шариков и пружинку можно считать ригидной, следовательно, для нас справедливы законы сохранения импульса и механической энергии.

29) Запишем закон сохранения импульса для обеих систем

$$P_1 = P_2$$

$$m_1 v_1 = m_2 v_2, \text{ тогда}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1}, \text{ а по условию } \frac{m_2}{m_1} = 1,5; \text{ значит } v_1 > v_2 \text{ в } 1,5 \text{ раза}$$

2) Запишем центростремительное ускорения для систем с m_1 и m_2 .

$$a_{цс1} = \frac{v_1^2}{R}$$

$$a_{цс2} = \frac{v_2^2}{r}$$

И шарик, получив одинаковую жерню, ~~и~~ отделившись на равном угле, это свидетельствует о том, что их угловые скорости были равны, а значит были равны и центростремит. ускор.

Тогда: $\frac{v_1^2}{R} = \frac{v_2^2}{r}$

$$\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{R}{r}, \text{ где } \frac{R}{r} = \frac{L_1}{L_2}$$

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{v_1^2}{v_2^2} \text{ где}$$

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{(1,5v)^2}{v^2}$$

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{2,25 v^2}{v^2}$$

$$\frac{L_1}{L_2} = 2,25$$

По условию $v_1 > v_2$ в 1,5 раза,

тогда примем v_1 как $1,5v$, а v_2 как v .

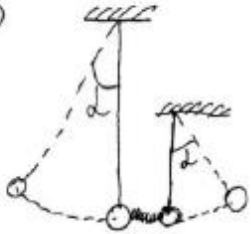
Ответ: $L_1 > L_2$ в 2,25 раза

29)

$$\frac{m_2}{m_1} = 1,5$$

$$\frac{L_1}{L_2} = ?$$

см рис 5



29

Решение:

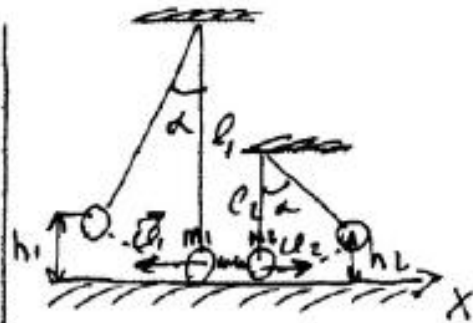
По закону сохранения энергии:

Дано:

$$h_{01} = h_{02}$$

$$\frac{m_2}{m_1} = 1,5$$

$$\frac{l_1}{l_2} = ?$$



$$p_{g0} = p_{потен}$$

$$0 = m_2 v_2 - m_1 v_1; \quad m_2 v_2 = m_1 v_1 \quad (1)$$

$$m_2 = 1,5 m_1 - \text{по условию } (2);$$

Подставим (2) в (1):

$$v_1 = 1,5 v_2 \quad (3).$$

$$1,5 m_1 v_2 = m_1 v_1;$$

По закону сохранения энергии:

$$E_{g0} = E_{потен}; \quad E_{к1} = E_{п1}; \quad E_{к2} = E_{п2};$$

$$E_{к1} = \frac{m_1 v_1^2}{2}; \quad E_{п2} = \frac{m_2 v_2^2}{2}; \quad h_1 = l_1 (1 - \cos \alpha);$$

$$E_{п1} = m_1 g h_1; \quad E_{п2} = m_2 g h_2; \quad h_2 = l_2 (1 - \cos \alpha);$$

$$\begin{cases} \frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 g l_1 (1 - \cos \alpha), \\ \frac{m_2 v_2^2}{2} = m_2 g l_2 (1 - \cos \alpha), \end{cases} \begin{cases} v_1^2 = 2g l_1 (1 - \cos \alpha), \\ v_2^2 = 2g l_2 (1 - \cos \alpha), \end{cases} \quad \frac{l_1}{l_2} = \frac{v_1^2}{v_2^2} \quad (4)$$

Подставим (3) в (4):

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{1,5^2 \cdot v_2^2}{v_2^2}; \quad \frac{l_1}{l_2} = 1,5^2; \quad \frac{l_1}{l_2} = 2,25$$

Ответ: первая нить в 2,25 раза длиннее второй.

Нет обоснований применения физ. законов и положений.

3

29] Дано:
 $\frac{m_2}{m_1} = 1,5$
 $k \ll L_1$
 $k \ll L_2$
 l - одинаков
 $\frac{L_1}{L_2} = ?$

Решение:
 Шары отклоняются на одну и ту же высоту h после разжатия пружины, т.к. имеют одинаковые L - σ
 $k = L_1 - AA' = L_2 - BB'$

$AA' = L_1 \cdot \sin \alpha$ (из прямоуг. Δ - $AA'B$)
 $BB' = L_2 \cdot \sin \alpha$

$h = L_1 (1 - \sin \alpha) = L_2 (1 - \sin \alpha)$
 $h = L_1 (1 - \sin \alpha) = L_2 (1 - \sin \alpha) \quad (*)$

По закону сохранения импульса для двух шариков:
 $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2'$
 $0 + 0 = m_1 v_1 - m_2 v_2$
 $m_1 v_1 = m_2 v_2$

$\frac{m_2}{m_1} = \frac{v_1}{v_2} = 1,5$
 $v_1 = 1,5 v_2 \Rightarrow \frac{v_1^2}{2} = \frac{v_2^2}{1,5^2}; m_2 = 1,5 m_1 \quad (**)$

По закону сохранения энергии:

для шарика с m_1 : $\frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 g h \quad (1)$

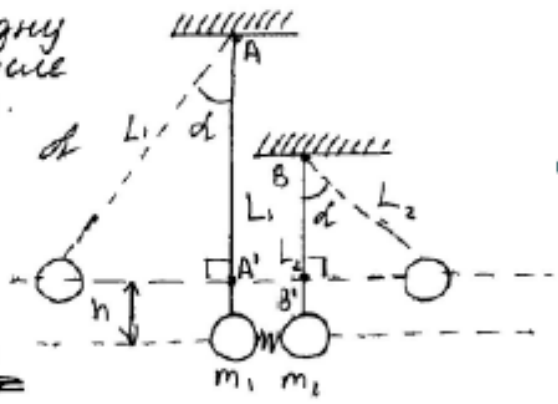
для шарика с m_2 : $\frac{m_2 v_2^2}{2} = m_2 g h \quad \xrightarrow{с учетом (**)} \frac{1,5 m_1 \cdot v_1^2}{1,5^2 \cdot 2} = m_2 = 1,5 m_1 g h$

$\frac{m_1 v_1^2}{2} = 1,5^2 m_1 g h \quad (2)$
 $(1) = (2) : m_1 \cdot 1,5^2 \cdot g L_2 (1 - \sin \alpha) = m_1 g (L_1 (1 - \sin \alpha))$

$1,5^2 \cdot L_2 = L_1$
 $\frac{L_1}{L_2} = 1,5^2 = 2,25 \Rightarrow L_1 \text{ в } 2,25 \text{ раза больше}$

длины L_2 .

Ответ: L_1 больше L_2 в 2,25 раза



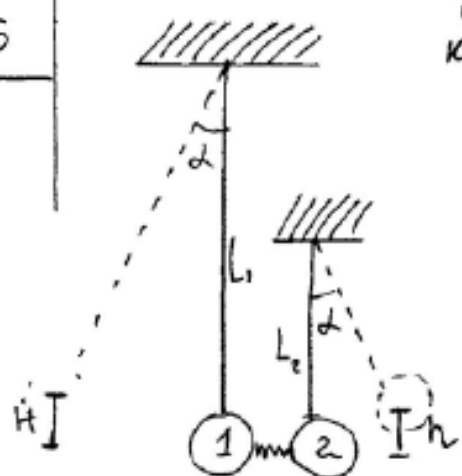
2.3

29) Дано:

Решение:

$$\frac{m_2}{m_1} = 1,5$$

$$\frac{L_1}{L_2} = ?$$



После перемещения нити шарик
ки движется одинаково кинетическая энергия ($E_{k1} = E_{k2} = E_k$)

Затем закон сохранения энергии для первого шарика.

~~$m_1 v_1^2$~~ $E_{k1} = E_{n1}$ (E_{n1} - потенциальная энергия шарика 1)

~~$E_{k1} = \frac{m_1 v_1^2}{2}$~~ $E_{n1} = m_1 g H$

$E_{k1} = m_1 g H$, но $H = L_1 - L_1 \cos \alpha = L_1 (1 - \cos \alpha)$, тогда

$$E_{k1} = m_1 g L_1 (1 - \cos \alpha)$$

Затем закон сохранения энергии для шарика 2:

$$E_{k2} = E_{n2}$$
 (E_{n2} - потенциальная энергия шарика 2)

$E_{n2} = m_2 g h$, но $h = L_2 - L_2 \cos \alpha = L_2 (1 - \cos \alpha)$, тогда

$$E_{k2} = m_2 g L_2 (1 - \cos \alpha)$$

Объединяя законы сохранения для первого и второго шариков, получим: $m_1 g L_1 (1 - \cos \alpha) = m_2 g L_2 (1 - \cos \alpha)$

$$\Rightarrow m_1 L_1 = m_2 L_2, \text{ откуда } \frac{L_1}{L_2} = \frac{m_2}{m_1} = 1,5$$

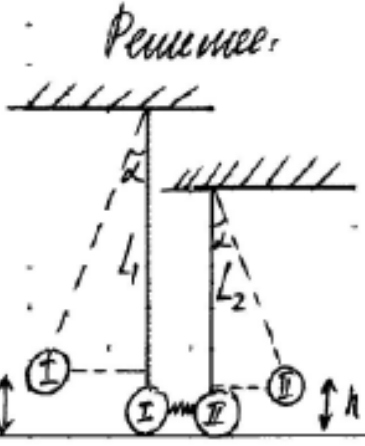
Ответ: 1,5.

1.3
или
0?

29. Дано:

$$\frac{m_2}{m_1} = 1,5$$

$$\frac{L_2}{L_1} = ?$$



В результате разогнали пружины, каждый шарик приобрел кинетическую энергию, которая в конечном счете отклонила шарик и он приобрел потенциальную энергию. Пусть изначально шарик находился

на 0 высоте. Тогда для I шарика имеем высоту:

$$h = L_1 - L_1 \cos \alpha = L_1 (1 - \cos \alpha)$$

А II шарик: $h = L_2 - L_2 \cos \alpha = L_2 (1 - \cos \alpha)$

$$E_{\text{уп}} = E_{k1} + E_{k2}, \text{ где } E_{\text{уп}} - \text{энергия пружины, } E_{k1} - \text{кинетическая энергия}$$

I шарика, $E_{k2} - \text{кинетическая энергия II шарика.}$

$$\frac{kx^2}{2} = m_1 g L_1 (1 - \cos \alpha) + m_2 g L_2 (1 - \cos \alpha). \text{ Сумма кинетической энергии}$$

пружин во много раз меньше сумм кинетической, получим:

$$E_{k1} = E_{k2}$$

$$m_1 g L_2 (1 - \cos \alpha) = m_2 g L_2 (1 - \cos \alpha)$$

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{m_1}{m_2} = 1,5$$

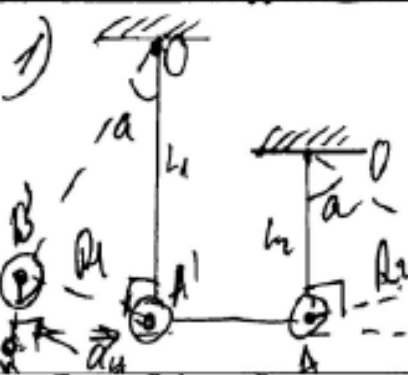
Ответ: в 1,5 раза

1.3
или
0?

$$h = \text{const}$$

$$a = \text{const}$$

$$\frac{m_2}{m_1} = 1,5$$



2) По 2 з. К (вариант курс)

$$\begin{cases} m_1 a_{y_1} = L_1 \Rightarrow \\ m_2 a_{y_2} = L_2 \Rightarrow \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_1 \frac{v_1^2}{r_1} = L_1 \Rightarrow \\ m_2 \frac{v_2^2}{r_2} = L_2 \Rightarrow \end{cases}$$

Намун

$$\frac{L_2}{L_1} = ?$$

$$\Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \frac{m_1 v_1^2 \cdot r_1}{r_2 m_2 v_2^2} =$$

3) По 309 для 1 маятника: $E_{k1} \neq E_{k2} \Rightarrow \frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 g h' \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{v_1^2}{2} = g h' \Rightarrow h' = \frac{v_1^2}{2g}$$

4) По 309 для 2 маятника: $E_{k2} = E_{k1} = \frac{m_2 v_2^2}{2} = m_2 g h'' \Rightarrow$

$$\Rightarrow h'' = \frac{v_2^2}{2g}$$

а) Из подобия $\Delta A'B'O$ и $\Delta C'A'B' \Rightarrow R_1 = h' \cos \alpha$.

б) Из подобия ΔAOB и $\Delta ABC \Rightarrow R_2 = h'' \cos \alpha$.

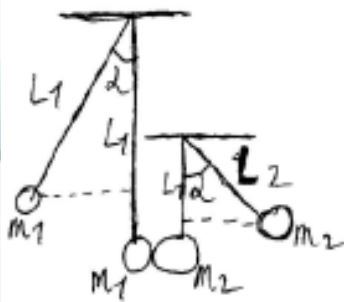
4) Если отнормировать массу первого 1,5, то и отнормированная скорость $\frac{v_1}{v_2} = 1,5$. ($E_{k1} = \frac{m_1 v_1^2}{2}$) ($h' = h''$) ($\frac{h'}{h''} = 1,5$).

$$8) \frac{L_2}{L_1} = 1,5 \cdot \frac{v_2^2 \cdot h' \cos \alpha}{v_1^2 \cdot h'' \cos \alpha} = 1,5 \cdot \frac{v_2^2}{v_1^2} \frac{h'}{h''} =$$

$$= \frac{1,5 \cdot 1,5}{(1,5)^2} = \frac{2,25}{2,25} = 1 \qquad \frac{1,5 \cdot 2,25}{1,5} = 2,25$$

Итого ответ: $\frac{L_1}{L_2} = 2,25$ раз.





Дано: $\frac{L_1}{L_2} = ?$ Ищем:
 $\frac{m_2}{m_1} = 1,5$ $v_1^{и\ 2}$ - скорость первого шарика
после того как прыгнул
размерами; высота на которую
подпрыгнули шарик: ~~размерами~~

~~высота~~ $h_1 = L_1 - L_1 \cdot \cos \alpha$, $h_2 = L_2 - L_2 \cdot \cos \alpha$,
 а путь пройденный шариками: $s_1 = L_1 \cdot \sin \alpha$, $s_2 = L_2 \cdot \sin \alpha$
 Тогда по закону сохранения энергии для каждого шарика как $\frac{m v^2}{2} - mgh$ и
 как $m g \cdot s$, тогда для 1 шарика $\frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 g s_1$.

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 g s_1 + m_1 g h_1$$

$$v_1^2 = 2g(s_1 + h_1) = 2g(L_1(\sin \alpha + \cos \alpha + 1))$$

$$\frac{m_2 v_2^2}{2} - m_2 g h_2 = m_2 g s_2$$

$$v_2^2 = 2g(s_2 + h_2) = 2g(L_2(\sin \alpha - \cos \alpha + 1))$$

Тогда по 3 (U) имеем: $m_1 v_1 = m_2 v_2$, что
 шарик в наибольший момент покоится,
 следовательно $\frac{m_2}{m_1} = \frac{v_1}{v_2} = 1,5$, тогда $\frac{v_1^2}{v_2^2} = 1,5^2 = 2,25$

$$\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{2g L_1 (\sin \alpha - \cos \alpha + 1)}{2g L_2 (\sin \alpha - \cos \alpha + 1)} = \frac{L_1}{L_2} = 2,25$$

Ответ: 2,25



29. Dado:

$$\frac{m_2}{m_1} = 1,5$$

$$\frac{T_2}{T_1} = ?$$



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!