

Структура и содержание контрольных измерительных материалов ЕГЭ по физике

Особенности решения и проверки задач № 25, 26 и 30

Задания 2-й части ЕГЭ по физике

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

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

«Авторское» 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: $v_0 = 5 \text{ м/с}$

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);

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.

1

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

Решение:

Пусть S – пройденный путь.

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (\text{т.к. скорость увеличивается, то } a_x > 0)$$

Т.к. $v = v_0 + at$, то $3v_0 = v_0 + at$, где

v – конечная скорость

v_0 – начальная скорость

a – модуль ускорения

$$2v_0 = at \Rightarrow a = \frac{2v_0}{t}$$

$$S = v_0 t + \frac{2v_0 t^2}{2t} = v_0 t + v_0 t = 2v_0 t \Rightarrow v_0 = \frac{S}{2t}$$

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

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

Бывшие 32 «адаптированная»

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

Если хотя бы одно утверждение не верное, «0»

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

1

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

0

Максимальный балл

2



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 © 2010 права защищены

Задача №30 Пример - 6

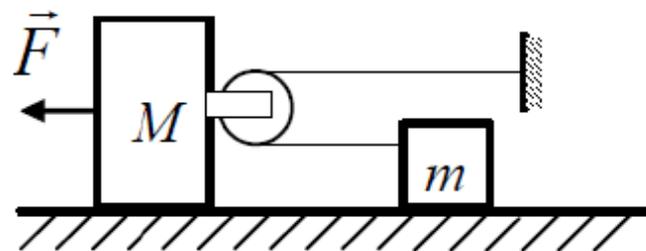


ФИПИ

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.

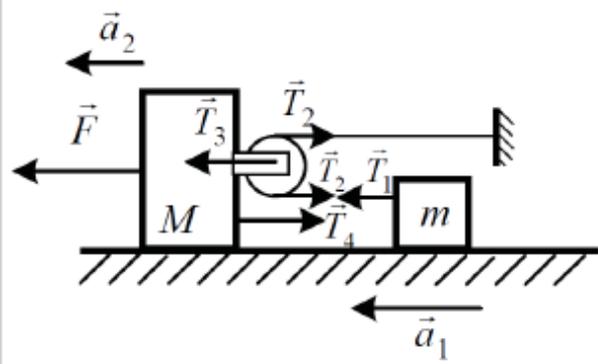


Возможное решение

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.

Решение



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

$$\vec{T}_3 = -\vec{T}_4, \text{ или } |\vec{T}_3| = |\vec{T}_4|.$$

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:
$$\begin{cases} F - 2T = Ma_2, \\ T = m \cdot 2a_2, \end{cases} \text{ откуда}$$

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

Ответ: $a_2 = 2 \text{ м/с}^2$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
<p>Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей) (в данном случае: <u>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</u>)</p>	1
<p>В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует</p>	0

<p>Критерий 2</p>	
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: второй закон Ньютона для бруска и тела, третий закон Ньютона, кинематическая связь между ускорениями бруска и тела;</u></p> <p>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);</p> <p>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);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	<p>3</p>

Примеры решения

Обоснование

1. Будем рассматривать движение тел в системе отсчета, связанной с Землей, которую можно считать инерциальной, т.е. ИСО. Тело и брусок движутся поступательно, поэтому описываем их моделью материальной точки независимо от их размеров. Из выше переписанного следует, что движение тела и бруска в ИСО, а также их взаимодействие, описывается вторым и третьим законами Ньютона.
2. По условию задачи нить невесома, а блок идеален, т.е. его масса ничтожна и трением можно пренебречь, поэтому модуль силы натяжения нити в любой ее точке одинаков. Также по условию задачи сказано, что нить нерастяжима, поэтому модуль ускорения подвижного блока и тела при их прямолинейном поступательном движении отчитаются в 2 раза.

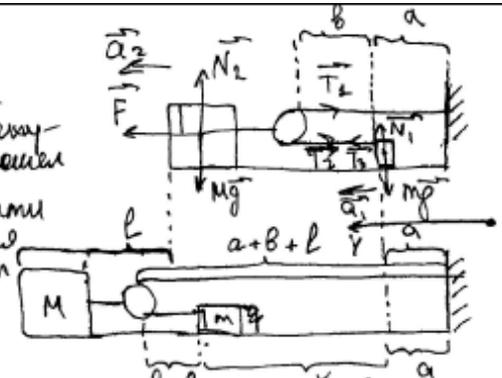
+1

№ 29 Дано:
 $M = 2 \text{ кг}$
 $m = 0,75 \text{ кг}$
 $F = 10 \text{ Н}$
 $a_2 = ?$

Решение: Пусть за промежуток времени t , брусок прошел расстояние l . Тогда верхняя часть нити удлинилась на l , а нижняя — на l .

Из рисунка заметим, что $a + b + l = b - l + x + a$
 $x = 2l$ — расстояние, пройденное массой m за время t

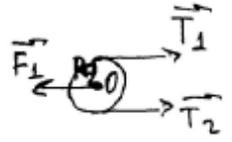
т.к. на брусок и тело действуют постоянные силы, то $a_1 = \text{const}$
 $a_2 = \text{const}$



Рассм. сил, действующие на тело массой m
 По 2 закону Ньютона: $\vec{T}_3 + m\vec{g} + \vec{N}_1 = m\vec{a}_1$
 на ось y : $T_3 = ma_1$

т.к. нить нерастяжима, то $|\vec{T}_3| = |\vec{T}_2| \Rightarrow T_3 = T_2$
 Рассм. сил, действующие на брусок + блок
 По 2 закону Ньютона: $\vec{F} + M\vec{g} + \vec{T}_2 + \vec{T}_1 + \vec{N}_2 = M\vec{a}_2$
 на ось y : $F - T_2 - T_1 = Ma_2 \Rightarrow a_2 = \frac{F - T_2 - T_1}{M}$

Рассм. сил, действующие на блок:
 По второму условию равновесия:



$M_1 + M_2 + M_3 = 0$

Пусть точка O — носок, тогда $M_1 = 0$, $M_2 = T_2 R$, $M_3 = -T_1 R$
 (момент сил F_1) (момент сил T_2) (момент сил T_1)

$O + T_2 R - T_1 R = 0 \Rightarrow T_1 = T_2$

$a_2 = \frac{F - T_2 - T_1}{M} = \frac{F - 2T_3}{M} = \frac{F - 2ma_1}{M} = \frac{F - 4ma_2}{M}$

$a_2 (M + 4m) = F$

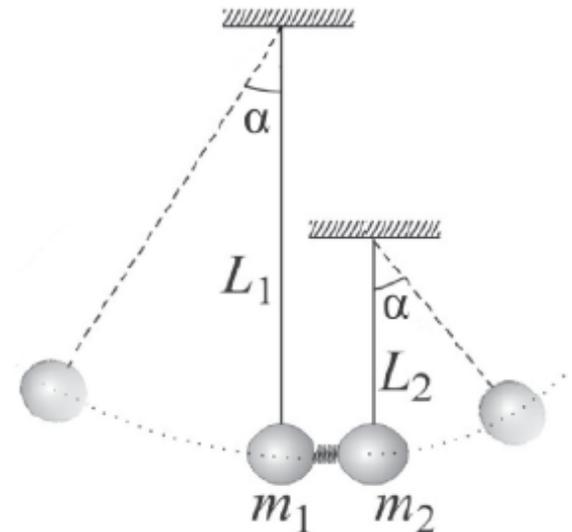
$a_2 = \frac{F}{M + 4m} = \frac{10}{2 + 0,75 \cdot 4} = 2 \text{ м/с}^2$

Ответ: 2 м/с^2

+3
 Итого 4

Задача №30 Пример - 7

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. Шарик имеет малые размеры по сравнению с длиной нити, поэтому описываем их моделью материальной точки.
3. При пережигании нити пружина толкает оба шарика, действуя на шарик 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 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 данном 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 \vec{v}_1 и \vec{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:

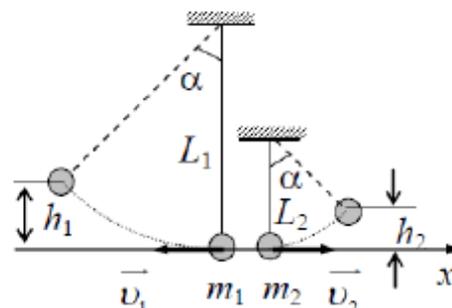
$$\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^2.$$

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





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
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: *закон сохранения импульса, закон сохранения полной механической энергии для каждого из двух шариков*);

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

3



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 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 массы шариков, поэтому изменением импульса самой пружины можно пренебречь. Все внешние переопределенные прилики 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 их нити 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

$$L_1 = L_2 = L$$

$$m_1, m_2$$

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

$$L_1, L_2$$

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

Пружина растягивается \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 .

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

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

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

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

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

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

$$v_1^2 = 2g h_1; \quad v_2^2 = 2g h_2;$$

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

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

$$\text{м.к. } \left. \begin{array}{l} \frac{h_1}{h_2} = 2,25 \\ \frac{h_1}{h_2} = \frac{L_1}{L_2} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = 2,25.$$

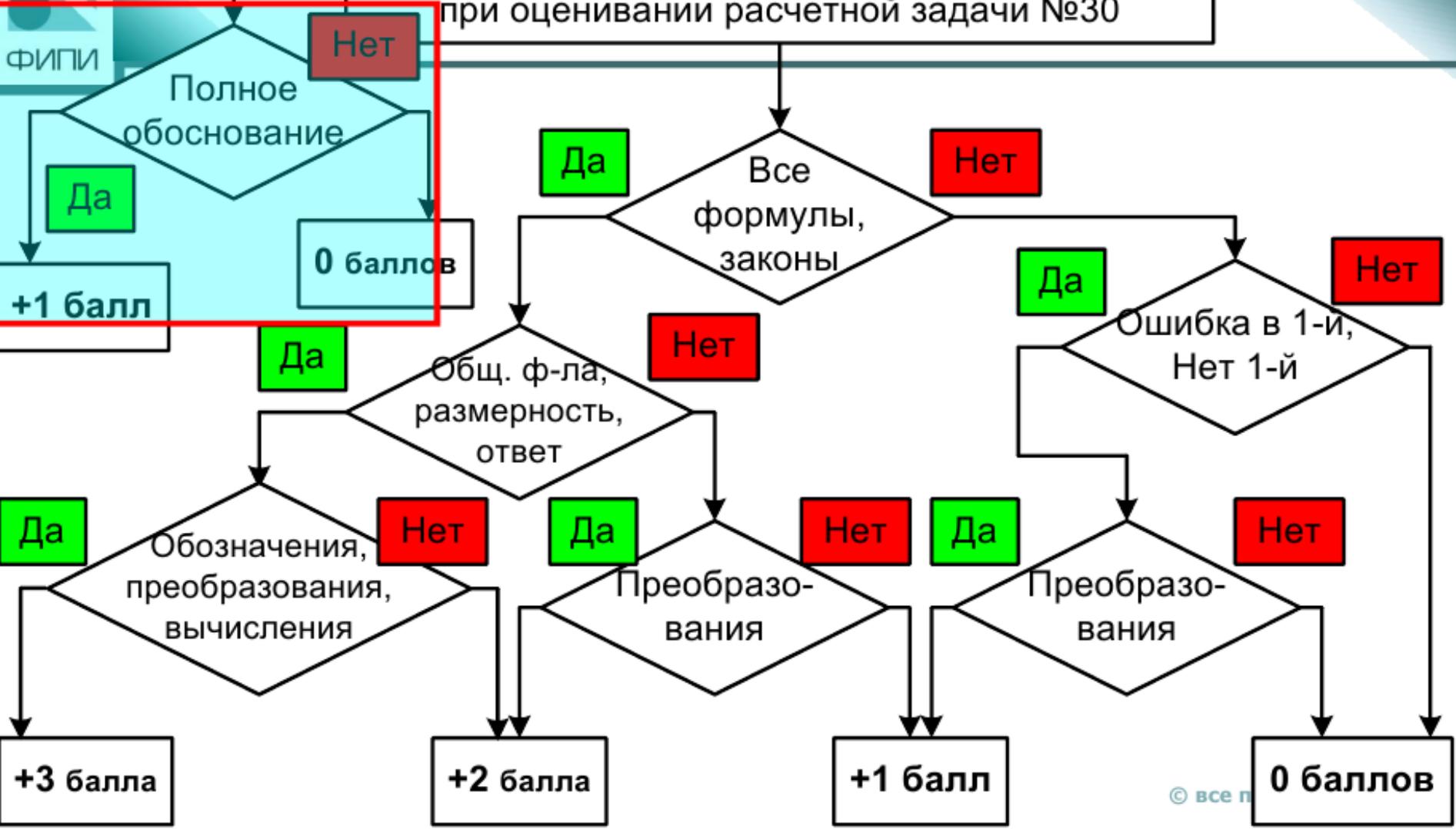
+3

Итого 4

Ответ: 2,25.



Алгоритм принятия решения экспертом при оценивании расчетной задачи №30



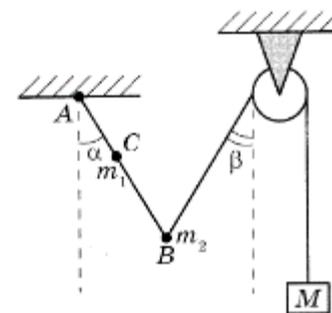
Примеры заданий №30



1 вариант

30

Невесомый стержень AB с двумя малыми грузиками массами $m_1 = 200$ г и $m_2 = 100$ г, расположенными в точках C и B соответственно, шарнирно закреплён в точке A . Груз массой $M = 100$ г подвешен к идеальному блоку за невесомую и нерастяжимую нить, другой конец которой соединён с нижним концом стержня, как показано на рисунке. Вся система находится в равновесии: стержень отклонён от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$, а нить составляет угол с вертикалью, равный $\beta = 30^\circ$. Расстояние $AC = b = 25$ см. Определите длину l стержня AB . Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на груз M и стержень.



Какие законы Вы использовали для описания равновесия системы? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

30

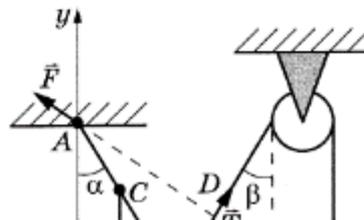
Возможное решение

Обоснование

1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. Описываем стержень моделью твёрдого тела (форма и размеры тела неизменны, расстояние между любыми двумя точками тела остаётся неизменным).
3. Любое движение твёрдого тела является суперпозицией поступательного и вращательного движений. Поэтому условий равновесия твёрдого тела в ИСО ровно два; одно для поступательного движения, другое — для вращательного движения.
4. В качестве оси, относительно которой будем считать сумму моментов сил, действующих на стержень, выберем ось, проходящую перпендикулярно плоскости рисунка через точку шарнирного крепления (точку A).
5. Нить невесома, блок идеален (масса блока ничтожна, трения нет), поэтому модуль силы натяжения нити в любой её точке один и тот же.

Решение

1. Введём декартову систему координат xOy , как



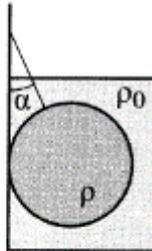


Примеры заданий №30

15 вариант

30

Свинцовый шар массой 4 кг подвешен на нити и полностью погружен в воду (см. рисунок). Нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$. Определите силу, с которой нить действует на шар. Плотность свинца $\rho = 11300 \text{ кг/м}^3$. Трением шара о стенку пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шар. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



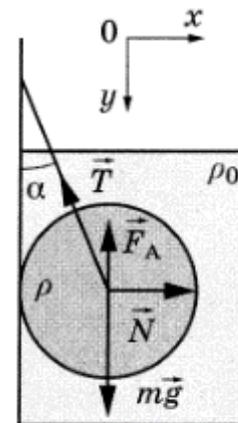
30

Возможное решение

Обоснование

1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. Описываем шар моделью твёрдого тела (форма и размеры тела неизменны, расстояние между любыми двумя точками тела остаётся неизменным).
3. Любое движение твёрдого тела является суперпозицией поступательного и вращательного движений. Поэтому условий равновесия твёрдого тела в ИСО ровно два: одно для поступательного движения (сумма внешних сил равна нулю), другое — для вращательного движения (сумма моментов внешних сил равна нулю).

4. В данной задаче шар целиком погружён в жидкость. Кроме того, отсутствует трение между шаром и стенкой сосуда. Поэтому все внешние силы, действующие на шар, кроме силы натяжения нити, заведомо действуют по прямым, проходящим через центр шара. Значит, сумма моментов этих сил относительно оси, проходящей через центр шара, равна нулю. Но при равновесии шара в ИСО сумма моментов всех внешних сил равна нулю. Следовательно, и момент силы натяжения нити относительно оси, проходящей через центр шара, тоже равен нулю, поэтому сама эта сила действует по прямой, проходящей через центр шара.





Примеры заданий №30

11 вариант

30

По гладкой наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом, скользит из состояния покоя брусок массой $M = 250$ г. В тот момент, когда брусок прошёл по наклонной плоскости расстояние $x = 3,6$ м, в него попала и застряла в нём летящая навстречу ему вдоль наклонной плоскости пуля массой m . Скорость пули $v = 555$ м/с. После попадания пули брусок поднялся вверх вдоль наклонной плоскости на расстояние $S = 2,5$ м от места удара. Найдите массу пули m . Трение бруска о плоскость не учитывать.

Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.

30

Возможное решение

Обоснование

1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанной с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).

2. В ИСО изменение механической энергии тела равно работе всех приложенных к телу непотенциальных сил. При движении бруска вниз и вверх по наклонной плоскости на него действуют потенциальная сила тяжести и сила реакции опоры \vec{N} , перпендикулярная перемещению бруска (трения нет, так как поверхность гладкая). Поэтому работа силы \vec{N} при движении бруска по наклонной плоскости равна нулю. Следовательно, механическая энергия бруска при его движении до удара сохраняется. Аналогично сохраняется механическая энергия бруска и при его движении после удара.

3. Закон сохранения импульса выполняется в ИСО в проекциях на выбранную ось, если сумма проекций внешних сил на эту ось равна нулю. В данном случае выбранную ось направим параллельно движению бруска. Проекции на эту наклонную ось сил тяжести, действующих на брусок и на пулю, не равны нулю. Но надо учесть, что при столкновении бруска и пули импульс каждого из двух тел меняется на конечную величину, тогда как время столкновения мало. Следовательно, на каждое из двух тел в это время действовала огромная сила (это силы взаимодействия бруска и пули), по сравнению с которой сила тяжести ничтожна. Поэтому при столкновении тел силы тяжести не учитываем. Вследствие этого при описании столкновения бруска с пулей соблюдается закон сохранения импульса для системы тел «брусок + пуля».



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!