

## СПЕЦИФИКАЦИЯ

### диагностической работы по физике

для 11-х классов общеобразовательных организаций г. Москвы, участвующих в проектах «Медицинский класс в московской школе», «Академический класс в московской школе» и «Инженерный класс в московской школе»

#### 1. Назначение диагностической работы

Диагностическая работа проводится **28 октября 2020 года** с целью определения уровня подготовки учащихся 11 классов *с углубленным изучением* курса физики и выявления элементов содержания, вызывающих наибольшие затруднения.

#### 2. Документы, определяющие содержание и характеристики диагностической работы

Содержание и основные характеристики диагностической работы определяются на основе следующих документов:

– Федеральный компонент государственного стандарта основного общего образования по физике (Приказ Минобрнауки РФ от 05.03.2004 г. №1089);

– Федеральный компонент государственного стандарта среднего (полного) общего образования, базовый и профильный уровни (приказ Минобрнауки России от 05.03.2004 № 1089);

– О сертификации качества педагогических тестовых материалов (Приказ Минобрнауки РФ от 17.04.2000 г. № 1122).

#### 3. Условия проведения диагностической работы

При организации и проведении работы необходимо строгое соблюдение технологии независимой диагностики.

Учащиеся могут воспользоваться непрограммируемым калькулятором (на каждого ученика) с возможностью вычисления тригонометрических функций ( $\cos$ ,  $\sin$ ,  $\operatorname{tg}$ ) и линейкой.

Работа проводится в форме компьютерного тестирования с выполнением на бланке задания с развёрнутым ответом.

#### 4. Время выполнения диагностической работы

На выполнение диагностической работы отводится **90 минут**, включая два пятиминутных перерыва для гимнастики глаз (на рабочем месте) через каждые 30 минут работы.

#### 5. Содержание и структура диагностической работы

Каждый вариант диагностической работы включает 23 задания: 22 задания с кратким ответом и 1 задание с развёрнутым ответом. В работе задания с кратким ответом представлены несколькими типами: 11 заданий с самостоятельной записью ответа в виде числа, 9 заданий на установление

соответствия или множественный выбор, в которых ответы необходимо записать в виде последовательности цифр, одно задание с ответом в виде слова и одно задание с ответом в виде двух чисел.

Общее количество заданий в диагностической работе по каждому из разделов приблизительно пропорционально его содержательному наполнению и учебному времени, отводимому на изучение данного раздела в школьном курсе физики.

Всего для формирования диагностической работы используется два плана. В каждом из них для обеспечения более доступного восприятия информации задания группируются исходя из тематической принадлежности: задания 1-7 – раздел «Механика», задания 8-12 – раздел «Молекулярная физика и термодинамика», задания 13-18 – раздел «Электродинамика». Задания 19 и 20 проверяют методологические умения. Умение решать задачи в работе проверяются тремя заданиями 21-23 повышенного уровня сложности, последнее из которых с развёрнутым ответом оформляется на отдельном бланке.

Распределение заданий диагностической работы по основным разделам содержания учебного предмета представлено в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Разделы освоения учебного предмета	Число заданий
1	<b>Механика</b>	9
2	<b>Молекулярная физика и термодинамика</b>	7
3	<b>Электродинамика</b> (электростатика, законы постоянного тока)	7
	<b>Итого</b>	<b>23</b>

Приоритетом при составлении варианта работы является необходимость проверки предусмотренных стандартом видов деятельности: усвоение понятийного аппарата курса физики, овладение методологическими знаниями, применение знаний при объяснении физических явлений и решении задач. Овладение умениями по работе с информацией физического содержания проверяется опосредованно при использовании различных способов представления информации в текстах (графики, таблицы, схемы и схематические рисунки).

Каждый вариант включает в себя задания по всем разделам курса физики разного уровня сложности, позволяющие проверять умение применять физические законы и формулы как в типовых учебных ситуациях, так и в нетрадиционных ситуациях.

#### 6. Порядок оценивания выполнения отдельных заданий и диагностической работы в целом

Задание с кратким ответом считается выполненным, если ответ совпадает с эталоном.

Настоящий текст является объектом авторского права. Свободное и безвозмездное использование любых материалов, входящих в состав данного текста, ограничено использованием в личных целях и допускается исключительно в некоммерческих целях. Нарушение вышеуказанных положений является нарушением авторских прав и влечёт наступление гражданской, административной и уголовной ответственности в соответствии с законодательством Российской Федерации. В случае самостоятельного использования материалов теста ГАОУ ДПО МЦКО не несёт ответственности за утрату актуальности текста.

**План диагностической работы по физике  
для учащихся 11-х классов**

Используются следующие условные обозначения:  
КО – задание с кратким ответом; РО – задание с развернутым ответом

Задания 1–4, 8–10, 13–15 и 19–22 оцениваются 1 баллом.  
Задания 5–7, 11, 12, 16–18 оцениваются 2 баллами, если верно указаны все элементы ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов в других случаях.

Задание 23 (с развёрнутым ответом) оценивается в соответствии с приведёнными критериями. Максимальный балл за задание 23–3 балла. Максимальный балл за всю работу – 33 балла.

В **Приложении 1** приведен обобщённый план диагностической работы.

В **Приложении 2** приведен демонстрационный вариант диагностической работы.

№	Контролируемые элементы содержания	Тип задания	Макс. балл
1	Скорость, ускорение, равномерное прямолинейное движение, равноускоренное прямолинейное движение, движение по окружности	КО	1
2	Законы Ньютона, закон всемирного тяготения, закон Гука, сила трения	КО	1
3	Закон сохранения импульса, кинетическая и потенциальные энергии, работа и мощность силы, закон сохранения механической энергии	КО	1
4	Условие равновесия твёрдого тела, закон Паскаля, сила Архимеда	КО	1
5	Механика ( <i>объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков</i> )	КО	2
6	Механика ( <i>изменение физических величин в процессах</i> )	КО	2
7	Механика ( <i>установление соответствия между графиками и физическими величинами; между физическими величинами и формулами</i> )	КО	2
8	Связь между давлением и средней кинетической энергией, абсолютная температура, связь температуры со средней кинетической энергией, уравнение Менделеева – Клапейрона, изопроцессы	КО	1
9	Работа в термодинамике, первый закон термодинамики, КПД тепловой машины	КО	1
10	Относительная влажность воздуха, количество теплоты	КО	1
11	МКТ и термодинамика ( <i>объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков</i> )	КО	2
12	МКТ и термодинамика ( <i>изменение физических величин в процессах; установление соответствия между графиками или формулами и физическими величинами</i> )	КО	2
13	Напряжённость электрического поля, принцип суперпозиции электрических полей (определение направления)	КО	1
14	Закон Кулона, конденсатор, сила тока, Закон Ома для участка цепи	КО	1
15	Закон Ома для и полной цепи, последовательное и параллельное соединение проводников, работа и мощность тока, закон Джоуля – Ленца	КО	1
16	Электродинамика ( <i>объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков</i> )	КО	2
17	Электродинамика ( <i>изменение физических величин в процессах</i> )	КО	2
18	Электродинамика ( <i>установление соответствия между графиками и физическими величинами; между физическими величинами и формулами</i> )	КО	2
19	Механика – электродинамика ( <i>методы научного познания</i> )	КО	1
20	Механика – электродинамика ( <i>методы научного познания</i> )	КО	1
21	Механика – электродинамика ( <i>расчетная задача</i> )	КО	1
22	Механика – электродинамика ( <i>расчетная задача</i> )	КО	1
20	Механика – электродинамика ( <i>расчетная задача</i> )	РО	3

## Приложение 2

### Демонстрационный вариант диагностической работы по ФИЗИКЕ для 11-х классов

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

#### Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	$10^9$	санти	с	$10^{-2}$
мега	М	$10^6$	милли	м	$10^{-3}$
кило	к	$10^3$	микро	мк	$10^{-6}$
гекто	г	$10^2$	нано	н	$10^{-9}$
деци	д	$10^{-1}$	пико	п	$10^{-12}$

#### Константы

число $\pi$	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

#### Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электрон-вольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

#### Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

<b>Плотность</b>		подсолнечного масла	$900 \text{ кг/м}^3$
воды	$1000 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
древесины (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

#### Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

#### Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

#### Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

#### Удельное электрическое сопротивление, $\frac{\hat{i} \cdot \hat{i} \cdot \hat{i}^2}{\hat{i}}$ (при $20 \text{ }^\circ\text{С}$ )

серебро	0,016	никелин	0,4
медь	0,017	нихром (сплав)	1,1
алюминий	0,028	фехраль	1,2
железо	0,10		

**Нормальные условия:** давление  $10^5 \text{ Па}$ , температура  $0 \text{ }^\circ\text{С}$

1 Современный скоростной электропоезд «Сапсан» способен двигаться по прямолинейному отрезку пути с максимальной скоростью 270 км/ч. Состав поезда состоит из 20 вагонов, длиной 25 м каждый. За какое время поезд «Сапсан», движущийся с максимальной скоростью по маршруту Москва–Санкт-Петербург, проследует мимо кабины машиниста встречного товарного состава, идущего со скоростью 90 км/ч по параллельному пути?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

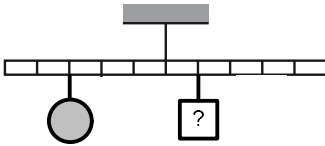
2 Санки массой 5 кг скользят по горизонтальной дороге. Сила трения скольжения их полозьев о дорогу 6 Н. Каков коэффициент трения скольжения саночных полозьев о дорогу?

Ответ: \_\_\_\_\_.

3 Камень массой 0,5 кг бросили вертикально вверх с высоты 0,8 м над поверхностью земли. Камень поднялся на высоту 3 м от поверхности земли. Каково изменение потенциальной энергии камня?

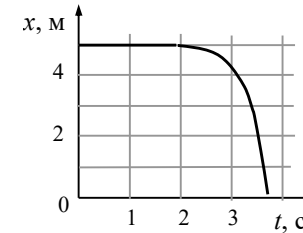
Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

4 Шар массой 1,5 кг подвешен к левому плечу рычага (см. рисунок). Груз какой массы надо подвесить к первому делению правого плеча рычага для достижения равновесия?



Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

5 Шарик двигался вдоль оси  $Ox$ . Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчёта показано на графике. Выберите два верных утверждения о движении шарика.



- 1) Скорость шарика уменьшалась в течение всего времени наблюдения.
- 2) Первые 2 с скорость шарика была равна нулю, а затем модуль скорости шарика стал увеличиваться.
- 3) Шарик двигался под действием всё уменьшающейся силы.
- 4) Первые 2 с шарик двигался равномерно, а затем – равноускоренно.
- 5) В промежутке времени от 0 до 2 с равнодействующая всех сил, действующих на шарик, была равна нулю.

6 На гладком горизонтальном столе пластилиновый шарик массой  $m$  налетает со скоростью  $\vec{v}$  на такой же покоящийся шарик. После абсолютно неупругого столкновения шарики слипаются и движутся вместе. Как изменяются в результате столкновения следующие физические величины: импульс системы шаров и скорость первого шара?

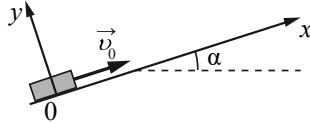
Установите соответствие между каждой из величин и характером её изменения: для каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ВЕЛИЧИНА	ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ
А) импульс системы шаров	1) увеличивается
Б) скорость первого шара	2) уменьшается
	3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

	А	Б
Ответ:	<input type="text"/>	<input type="text"/>

- 7 После толчка диск массой  $m$  начал скользить с начальной скоростью  $\vec{v}_0$  вверх по плоскости, установленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рисунок). Переместившись вдоль оси  $Ox$  на расстояние  $s$ , диск соскользнул в исходное положение. Коэффициент трения диска о плоскость равен  $\mu$ . Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих движение диска.



Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значения которых можно рассчитать по этим формулам: для каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

**ФОРМУЛЫ**

- А)  $mg \cos \alpha$   
 Б)  $g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) модуль силы нормальной реакции опоры  
 2) модуль ускорения диска при его движении вниз  
 3) модуль ускорения диска при его движении вверх  
 4) модуль силы трения

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

	<b>А</b>	<b>Б</b>
<b>Ответ:</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

- 8 Объём 1 моль кислорода в сосуде при абсолютной температуре  $T_0$  и давлении  $p_0$  равен 6 л. Какой объём будут занимать 3 моль водорода при том же давлении и вдвое большей абсолютной температуре?

Ответ: \_\_\_\_\_ л.

- 9 Рабочее тело идеальной тепловой машины с КПД, равным 20%, за цикл своей работы получает от нагревателя количество теплоты, равное 16 Дж. Какова работа, совершаемая за цикл этой машиной?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

- 10 Кусок льда массой 1 кг находится при температуре  $0^\circ\text{C}$ . Какая масса воды образуется, если льду сообщить количество теплоты, равное 198 кДж?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

- 11 В среду и в четверг температура воздуха была одинаковой. Парциальное давление водяного пара в атмосфере в четверг было меньше, чем в среду. Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения, соответствующих свойствам водяного пара.

- 1) Давление насыщенных водяных паров в среду было больше, чем в четверг.
- 2) Концентрация молекул водяного пара в воздухе в среду была больше, чем в четверг.
- 3) Плотность водяных паров, содержащихся в воздухе, в среду была меньше, чем в четверг.
- 4) Относительная влажность воздуха в эти дни оставалась неизменной.
- 5) Относительная влажность воздуха в среду была больше, чем в четверг.

- 12 В сосуде неизменного объёма находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль первого газа. Как изменились в результате парциальное давление первого газа и давление смеси газов в сосуде, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной?

Установите соответствие между каждой из величин и характером её изменения: для каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

**ВЕЛИЧИНА**

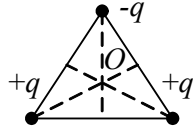
**ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ**

- А) парциальное давление первого газа  
 Б) давление смеси газов в сосуде
- 1) увеличилось
  - 2) уменьшилось
  - 3) не изменилось

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

	<b>А</b>	<b>Б</b>
<b>Ответ:</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

13 В вершинах треугольника расположены точечные заряды  $+q$ ,  $-q$  и  $+q$  ( $q > 0$ ). Куда направлен относительно рисунка (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор напряжённости результирующего электростатического поля  $\vec{E}$ , созданного этими зарядами в точке  $O$  (см. рисунок)? Ответ запишите словом (словами).

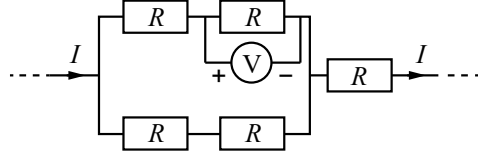


Ответ: \_\_\_\_\_.

14 Сила тока, текущего по проводнику, равна 10 А. За какое время через проводник протечет заряд 200 Кл?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

15 Пять одинаковых резисторов с сопротивлением 20 Ом каждый соединены в электрическую цепь, через которую течёт ток  $I = 0,5$  А (см. рисунок). Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



Ответ: \_\_\_\_\_ В.

16 Демонстрационный плоский конденсатор подключили к источнику постоянного напряжения и зарядили. Затем, не отключая его от источника, расстояние между его пластинами уменьшили в два раза. Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения, описывающих результаты этого эксперимента.

- 1) Разность потенциалов между обкладками конденсатора уменьшилась в 2 раза.
- 2) Напряжённость электрического поля конденсатора увеличилась.
- 3) Энергия конденсатора не изменилась.
- 4) Электроёмкость конденсатора увеличилась в 2 раза.
- 5) Заряд конденсатора не изменился.

17 Два одинаковых положительных точечных заряда находятся на расстоянии 1 м друг от друга. Как изменятся модуль сил их электростатического взаимодействия и напряжённость их результирующего электрического поля в точке на расстоянии 0,5 м от каждого заряда, если увеличить в 2 раза величину каждого заряда?

Установите соответствие между каждой из величин и характером её изменения: для каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ВЕЛИЧИНА	ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ
А) модуль сил электростатического взаимодействия зарядов	1) увеличится
Б) напряжённость результирующего электрического поля	2) уменьшится
	3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

	А	Б
Ответ:	<input type="text"/>	<input type="text"/>

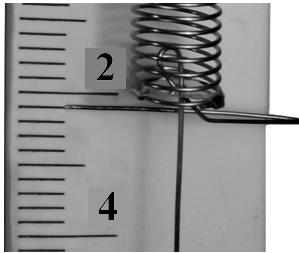
18 Установите соответствие между физическими величинами в цепях постоянного тока и формулами для их расчёта. В формулах использованы обозначения:  $R$  – сопротивление резистора;  $I$  – сила тока;  $U$  – напряжение на резисторе;  $\Delta t$  – промежуток времени. Для каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца, обозначенную цифрой.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) работа электрического тока	1) $\frac{U^2}{I} \Delta t$
Б) сопротивление резистора	2) $\frac{U^2}{R} \Delta t$
	3) $UI$
	4) $\frac{U}{I}$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

	А	Б
Ответ:	<input type="text"/>	<input type="text"/>

- 19) Определите показания динамометра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы равна цене деления динамометра. Шкала динамометра проградуирована в ньютонах (Н).



Ответ: ( ± ) Н.

- 20) Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить сопротивление лампочки. Для этого десятиклассник взял соединительные провода, реостат, ключ, аккумулятор и вольтметр. Какие **две** позиции из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) лампочка
- 2) амперметр
- 3) резистор
- 4) вольтметр
- 5) аккумулятор

- 21) При сжатии одноатомного идеального газа при постоянном давлении внешние силы совершили работу 200 Дж. Какое количество теплоты было передано при этом газом окружающим телам?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

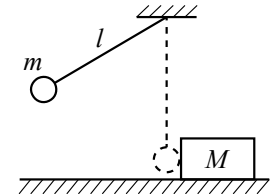
- 22) В вертикальном однородном электрическом поле неподвижно висит пылинка массой 0,5 мг, заряд которой 20 пКл. Чему равна напряжённость электрического поля?

Ответ: \_\_\_\_\_ кВ/м.

**Задание 23 выполняйте на бланке тестирования, записав его номер и развёрнутый ответ, включающий: законы и формулы, применение которых необходимо для решения задачи; преобразования и вычисления, приводящие к ответу; числовой ответ.**

23

Маленький шарик массой  $m = 0,25$  кг подвешен на лёгкой нерастяжимой нити длиной  $l = 0,8$  м, которая разрывается при некоторой силе натяжения  $T_0$ .



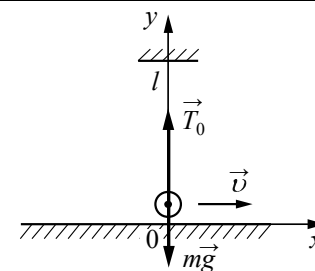
Шарик отведён от положения равновесия (оно показано на рисунке пунктиром) и отпущен. Когда шарик проходит положение равновесия, нить обрывается, и шарик тут же абсолютно неупруго сталкивается с бруском массой  $M = 2,75$  кг, лежащим неподвижно на гладкой горизонтальной поверхности стола. Скорость бруска после удара  $u = 0,4$  м/с. Определите величину силы  $T_0$ . Считать, что брусок после удара движется поступательно.

Ответы на задания 1–22

№ задания	Правильный ответ	Макс. балл
1	5	1
2	0,12	1
3	11	1
4	4,5	1
5	25	2
6	32	2
7	12	2
8	36	1
9	3,2	1
10	0,6	1
11	25	2
12	13	2
13	вверх	1
14	20	1
15	5	1
16	24	2
17	13	2
18	24	2
19	2,2±0,2	1
20	12	1
21	500	1
22	250	1

Возможное решение

1. Непосредственно перед обрывом нити в момент прохождения положения равновесия шарик движется по окружности радиусом  $l$  со скоростью  $\vec{v}$ . В этот момент действующие на шарик сила тяжести  $m\vec{g}$  и сила натяжения нити  $\vec{T}_0$  направлены по вертикали и вызывают центростремительное ускорение шарика (см. рисунок). Запишем второй закон Ньютона в проекциях на ось  $Oy$  инерциальной системы отсчёта  $Oxy$ , связанной с Землёй:



$$\frac{mv^2}{l} = T_0 - mg, \text{ откуда: } T_0 = mg + \frac{mv^2}{l}$$

2. При прохождении положения равновесия нить обрывается, и шарик, движущийся горизонтально со скоростью  $\vec{v}$ , абсолютно неупруго сталкивается с покоящимся бруском. При столкновении сохраняется импульс системы «шарик + брусок». В проекциях на ось  $Ox$  получаем:

$$mv = (M + m)u,$$

где  $u$  – проекция скорости бруска с шариком после удара на ось  $Ox$ . Отсюда:

$$u = \frac{(M + m)u}{m}$$

$$\text{и } T_0 = mg + \frac{(M + m)^2 u^2}{ml} = 0,25 \cdot 10 + \frac{(2,75 + 0,25)^2 \cdot 0,4^2}{0,25 \cdot 0,8} = 9,7 \text{ Н.}$$

Ответ:  $T_0 = 9,7 \text{ Н}$

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>второй закон Ньютона, формула центростремительного ускорения, закон сохранения импульса системы тел</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) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к <u>правильному числовому ответу</u> (допускается решение «по частям» с промежуточными</p>	3



вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <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 (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</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>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i> 3	