

Вариант 15

№ 1.

Небольшое тело движется вдоль оси Ox . Его координата x изменяется с течением времени t по закону:

где t выражено в секундах, а x — в метрах. Чему равна проекция ускорения этого тела на ось Ox в момент времени ? (Ответ дайте в метрах в секунду в квадрате.)

№ 2.

На горизонтальном столе лежит тело массой 4 кг. На него начинает действовать направленная вертикально вверх сила . График зависимости модуля F этой силы от времени t показан на рисунке. Чему равен модуль ускорения тела через 15 секунд после начала действия данной силы? Трение отсутствует. Ответ дайте в .

№ 3.

По гладкой горизонтальной плоскости движутся вдоль осей x и y две шайбы с импульсами по модулю $p_1 = 2 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ и $p_2 = 3,5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ (см. рис.). После их соударения вторая шайба продолжает двигаться по оси y в прежнем направлении. Модуль импульса первой шайбы сразу после удара $p'_1 = 2,5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Найдите модуль импульса второй шайбы сразу после удара. Ответ дайте в $\text{кг} \cdot \text{м/с}$.

№ 4.

Шарик массой 50 г подвешен на нити и вращается в горизонтальной плоскости по окружности радиусом $R = 40 \text{ см}$. Чему равно максимальное значение момента действующей на шарик силы тяжести относительно оси, проходящей через точку O перпендикулярно плоскости рисунка? Ответ запишите в ньютонах на метр.

№ 5.

Математический маятник с периодом свободных колебаний отклонили на небольшой угол от положения равновесия (в положение 1. и отпустили из состояния покоя (см. рисунок).

Масса груза маятника равна 500 г. Из приведенного ниже списка выберите все верные утверждения, описывающие процесс колебаний этого маятника. Сопротивлением воздуха пренебречь.

1. В положении 2 модуль силы натяжения нити больше 5 Н.
2. Кинетическая энергия маятника в первый раз достигнет своего максимума через 4 с после начала движения.
3. При движении маятника из положения 1 в положение 2 полная механическая энергия маятника не меняется.
4. Время движения маятника из положения 1 в положение 2 больше времени его движения из положения 2 в положение 3.
5. Частота колебаний маятника равна 2 Гц.

№ 6.

На шероховатой наклонной плоскости покоится однородный тяжелый брусок. Угол α наклона плоскости увеличивают так, что брусок не скользит. Как в результате этого изменятся модуль действующей на брусок силы трения и момент действующей на брусок силы тяжести относительно точки O ?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

1. Увеличивается.
2. Уменьшается.
3. Не изменяется.

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

Модуль действующей на брусок силы трения	Момент действующей на брусок силы тяжести относительно точки O

№ 7.

В баллоне объемом находится 2кг молекулярного кислорода при давлении . Какова температура кислорода? Ответ выразите в кельвинах и округлите до целых.

№ 8.

На рисунке приведен график зависимости температуры твердого тела от отданного им количества теплоты. Масса тела 4кг. Какова удельная теплоемкость вещества этого тела? Ответ дайте в джоулях на килограмм на Кельвин.

№ 9.

Один моль аргона участвует в процессе 1-2-3, график которого изображен на рисунке в координатах где p – давление газа, E – средняя кинетическая энергия молекул аргона. Из приведенного списка выберите все верные утверждения.

- 1) На участке 1-2 плотность аргона уменьшается.
- 2) На участке 2-3 происходит изотермическое расширение аргона.
- 3) На участке 1-2 аргон отдает положительное количество теплоты.
- 4) На участке 1-2 аргон изохорно нагревается.
- 5) На участке 2-3 аргон отдает положительное количество теплоты.

№ 10.

На рисунке показан график изменения температуры T вещества при постоянном давлении по мере выделения им количества теплоты Q . В начальный момент времени вещество находилось в газообразном состоянии.

□

Какие участки графика соответствуют кристаллизации вещества и остыванию жидкости? Установите соответствие между тепловыми процессами и участками графика.

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

ПРОЦЕССЫ

- А) Кристаллизация вещества
Б) Остывание жидкости

УЧАСТКИ ГРАФИКА

- 1) 1
2) 2
3) 3
4) 4

А	Б

№ 11.

Через первый резистор сопротивлением R течет постоянный электрический ток силой I . Через второй резистор сопротивлением $8R$ течет постоянный электрический ток силой I . Чему равно отношение мощностей выделяющихся во втором и в первом резисторах?

№ 12.

Протон p , имеющий скорость и нейтрон n , имеющий скорость влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции. Определите отношение модулей сил, действующих со стороны магнитного поля на эти частицы.

№ 13.

На некотором расстоянии от плоского зеркала находится предмет. На сколько увеличится расстояние между предметом и его изображением, если предмет отодвинуть от зеркала на 5см? *Ответ запишите в сантиметрах.*

№ 14.

В идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице приведены значения разности потенциалов на обкладках конденсатора в последовательные моменты времени.

t , мкс	0	4	8	12	16	20	24	28	32
U , В	0,0	5,6	8,0	5,6	0,0	-5,6	-8,0	-5,6	0,0

Выберите все верные утверждения о процессе, происходящем в колебательном контуре.

- 1) Период колебаний равен 24 мкс.
- 2) Частота колебаний равна 31,25 кГц.
- 3) В момент $t = 8 \cdot 10^{-6}$ с заряд конденсатора равен нулю.
- 4) В момент $t = 24 \cdot 10^{-6}$ с энергия электрического поля конденсатора минимальна.
- 5) В момент $t = 16 \cdot 10^{-6}$ с энергия магнитного поля катушки индуктивности максимальна.

№ 15.

Конденсатор подключен к аккумулятору и заряжается. Как меняется в процессе зарядки конденсатора его емкость и энергия электрического поля конденсатора?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

1. Увеличивается.
2. Уменьшается.
3. Не изменяется.

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

Емкость конденсатора	Энергия электрического поля конденсатора

№ 16.

При бомбардировке изотопов бора нейтронами образуются α -частица и ядро лития. Чему равно число протонов и число нейтронов в составе ядра образующегося элемента? В ответе запишите число протонов и нейтронов без пробелов и запятых.

Число протонов	Число нейтронов

№ 17.

Радиоактивное _____ ядро _____ испытало _____-распад. Как изменились в результате этого массовое число и заряд радиоактивного ядра?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

1. Увеличилась.
2. Уменьшилась.
3. Не изменилась.

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

Массовое число	Заряд ядра

№ 18.

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите в ответе их номера.

- 1) Сила Архимеда, действующая на полностью погруженное в жидкость тело, прямо пропорциональна плотности тела.
- 2) При изохорном нагревании работа газа равна нулю.
- 3) В процессе электризации трением два первоначально не заряженных тела приобретают разноименные по знаку и одинаковые по модулю заряды.
- 4) При переходе электромагнитной волны из оптически менее плотной в оптически более плотную среду частота волны увеличится.
- 5) В нейтральном атоме количество протонов равно количеству электронов.

№ 19.

Для проведения опыта ученик налил воду в мензурку. Шкала мензурки проградуирована в миллилитрах(мл). Погрешность измерений объема равна половине цены деления шкалы мензурки. Чему равен объем налитой учеником воды? В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.

№ 20.

Необходимо экспериментально изучить зависимость заряда, накопленного конденсатором, от ЭДС аккумулятора. Какие две схемы следует использовать для проведения такого исследования?

-
-
-
-
-

Запишите в ответе номера выбранных схем.

№ 21.

В закрытой комнате нагревается воздух. Как изменятся относительная влажность и плотность водяных паров в комнате? Считайте, что парциальное давление паров не изменяется.

№ 22.

Проекция скорости колеблющегося тела изменяется по закону
Чему равен модуль ускорения
тела в момент, когда проекция скорости равна
30?

№ 23.

На поверхность тонкостенного сосуда, заполненного жидкостью и имеющего форму, показанную на рисунке, падает луч света (см.рис.). Каков показатель преломления жидкости? Ответ укажите с точностью до сотых.

№ 24.

Объём воды довели до температуры кипения. Затем начался процесс кипения, и вся эта вода испарилась. На какую величину изменилась внутренняя энергия данной порции воды в процессе её выкипания, если этот процесс происходил при нормальном атмосферном давлении? Пары воды при температуре кипения можно считать идеальным газом, объём которого на много больше исходного объёма воды.

№ 25.

Квадратная проволочная рамка со стороной $l=10\text{см}$ находится в однородном магнитном поле с индукцией . На рисунке изображена зависимость проекции вектора на перпендикуляр к плоскости рамки от времени. Какое количество теплоты выделится в рамке за время $t=10\text{с}$, если сопротивление рамки $R=0,20\text{м}$?

№ 26.

Снаряд массой 4кг, летящий со скоростью 400м/с, разрывается на две равные части, одна из которых летит в направлении движения снаряда, а другая— в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличилась на величину . Определите скорость осколка, летящего по направлению движения снаряда.

Ответы

Номер	Задание	Ответ
1	3699	-2
2	24091	5
3	26714	2
4	40250	0.2
5	37559	13
6	11661	12
7	3319	320
8	7109	500
9	43311	45
10	4926	32
11	35994	2
12	41543	0
13	38522	10
14	50773	25152

15	35244	31
16	10228	34
17	26057	31
18	43095	235
19	8174	1501
20	16864	13131

№ 21.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений (в данном случае — упоминание зависимости плотности насыщенного пара от температуры, связи давления и плотности газа).	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и тому подобное.) ИЛИ Объяснения представлены не в полном объеме, или в них содержится один логический недочет.	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимые для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
<i>Максимальный балл</i>	3

Решение. Относительная влажность вычисляется по формуле: $\phi = \frac{p}{p_{\text{н}}}$, где p — парциальное давление паров, $p_{\text{н}}$ — парциальное давление насыщенных паров. При увеличении температуры давление насыщенных паров возрастает, следовательно, относительная влажность уменьшается. Из уравнения Менделеева — Клапейрона получаем: $\rho = \frac{pM}{RT}$. При увеличении температуры плотность водяных паров в комнате уменьшается.

Ответ: относительная влажность и плотность водяных паров уменьшаются.

Примечание.

Из условия постоянства объема комнаты и парциального давления водяных паров следует, что при нагревании масса паров уменьшалась. Механизм этого уменьшения в задаче не описан, можно только догадываться, каким образом поддерживалось постоянное парциальное давление паров в закрытом помещении (например, они могли конденсироваться или абсорбироваться).

№ 22.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; 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, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
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 (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	2

Решение. 1. Проекция ускорения является производной от скорости по времени. Тогда уравнение изменения ускорения будет иметь вид:

2. Проекция скорости тела будет равна $30 \text{ см/с} = 0,3 \text{ м/с}$ при условии

откуда

Тогда:

3. Найдем проекцию ускорения в этот момент времени:

Модуль ускорения

Ответ: $a = 1,6 \text{ м/с}^2$.

№ 23.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
--	-------

Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; 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, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
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 (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	2

Решение. Угол падения луча и преломления луча связаны соотношением $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$, где перед синусами стоят показатели преломления среды. Предполагается, что сосуд находится в воздухе, для которого $n_1 = 1$. При этом сосуд тонкостенный, а значит, луч, проходящий через стенку не будет смещаться. Углы отсчитываются от нормали до падающего или преломленного луча, поэтому $\alpha = 30^\circ$ и $\beta = 45^\circ$. Найдем показатель преломления жидкости:

Ответ: 1,22.

№ 24.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
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: первый закон термодинамики, выражения для теплоты испарения и работы газа, уравнение Менделеева — Клапейрона, связь массы воды с её объёмом и плотностью); 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.	3

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачеркнуты. 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 нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. 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. 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. 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
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1. Согласно первому закону термодинамики, количество теплоты Q_{12} при испарении воды было израсходовано на работу A_{12} против внешних сил атмосферного давления и на изменение внутренней энергии воды:

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$$

2. Масса m воды находится, исходя из её объёма и плотности данной в таблицах:

$$m = \rho V$$

3. Количество теплоты Q_{12} определяется из массы воды и табличной удельной теплоты её парообразования при нормальном атмосферном давлении и температуре кипения . Получаем:

$$Q_{12} = m \lambda$$

4. Работа, совершённая паром в процессе расширения при нормальном атмосферном давлении, равна:

$$A_{12} = p \Delta V$$

поскольку по условию объём пара намного больше исходного объёма воды, а сам пар можно считать идеальным газом с молярной массой подчиняющимся уравнению Менделеева–Клапейрона.

5. Из записанных соотношений следует, что:

$$Q_{12} = m \lambda = \rho V \lambda = \rho V \frac{p \Delta V}{m} = \rho V \frac{p \Delta V}{\rho V} = p \Delta V$$

$$Q_{12} = A_{12}$$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
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 электромагнитной индукции, закон Ома, закон Джоуля — Ленца; из графика найдены скорости изменения проекции вектора индукции магнитного поля B_n на перпендикуляр к плоскости рамки на первом и втором участках); 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 расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт V, или в нем допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины).	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. 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. 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. 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
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
<i>Максимальный балл</i>	3

Решение. При изменении магнитного поля изменяется поток вектора магнитной индукции через рамку площадью что создает в ней ЭДС индукции В соответствии с законом индукции Фарадея:

Эта ЭДС вызывает в рамке ток, сила которого определяется законом Ома для замкнутой цепи:

Согласно закону Джоуля — Ленца за время Δt в рамке выделится количество теплоты:

Таким образом, количество теплоты, выделяющееся в рамке, равно:

На первом участке графика и на втором участке и поэтому суммарное количество выделившейся теплоты:

Подставляя сюда значения физических величин, получим:

Ответ: 0,155 мДж.

№ 26.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей).	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 энергии); II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ и обозначений, используемых в условии задачи); III) представлен схематический рисунок с указанием сил, поясняющий решение; IV) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3

Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется один из следующих недостатков. Записи, соответствующие одному или нескольким пунктам — II, III и IV, — представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ При полном правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.). ИЛИ При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт V, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
<i>Максимальный балл</i>	4

Решение. Обоснование.

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчета, связанной с Землей. Все тела будем считать материальными точками. Трением снаряда и осколков о воздух пренебрежем. Для описания разрыва снаряда использован закон сохранения импульса системы тел. Он выполняется в инерциальной системе отсчета, если сумма внешних сил, приложенных к телам системы, равна нулю. В данном случае из-за отсутствия сопротивления воздуха внешней силой является только сила тяжести $\vec{F}_g$, которая не равна нулю. Но этим можно пренебречь, считая время разрыва гранаты малым. За малое время разрыва импульс каждого из осколков меняется на конечную величину за счет больших внутренних сил, разрывающих снаряд при взрыве. По сравнению с этими большими силами конечная сила тяжести пренебрежимо мала. Так как время разрыва гранаты считаем малым, то можно пренебречь и изменением потенциальной энергии гранаты и его осколков в поле тяжести в процессе разрыва. В инерциальной системе отсчета выполняется законы сохранения импульса и энергии с учетом энергии разрыва.

Перейдем к решению.

По закону сохранения импульса тел:

$$m \vec{v} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$

где m — масса одного осколка. По закону сохранения энергии для незамкнутой системы:

$$m v^2 = m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 + Q$$

где $E_{\text{кин}}$ — кинетическая энергия осколков после разрыва и кинетическая энергия снаряда до взаимодействия

Проецируя векторную запись на горизонтальную ось, объединяя уравнения, получаем систему уравнений для решения задачи:

Выразим из первого уравнения: и подставим во второе уравнение. Получим:

Отсюда следует:

Скорость осколка:

Ответ:
