**Система оценивания экзаменационной работы по физике**

**Задания с выбором ответа**

За правильный ответ на каждое задание с выбором ответа ставится по 1 баллу.

Если указаны два и более ответов (в том числе правильный), неверный ответ или ответ отсутствует – 0 баллов.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ задания** | **Ответ** | **№ задания** | **Ответ** |
| А1 | 2 | А14 | 1 |
| А2 | 1 | А15 | 2 |
| А3 | 4 | А16 | 1 |
| А4 | 1 | А17 | 4 |
| А5 | 2 | А18 | 2 |
| А6 | 2 | А19 | 3 |
| А7 | 4 | А20 | 2 |
| А8 | 4 | А21 | 3 |
| А9 | 1 | А22 | 2 |
| А10 | 3 | А23 | 2 |
| А11 | 4 | А24 | 4 |
| А12 | 2 | А25 | 4 |
| А13 | 1 |  |  |

**Задания с кратким ответом**

Задание с кратким ответом считается выполненным верно, если в заданиях В1–В4 правильно указана последовательность цифр.

За полный правильный ответ на каждое задание ставится по 2 балла; если допущена одна ошибка – 1 балл; за неверный ответ (более одной ошибки) или его отсутствие – 0 баллов.

|  |  |
| --- | --- |
| **№ задания** | **Ответ** |
| В1 | 112 |
| В2 | 213 |
| В3 | 21 |
| В4 | 21 |

**КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ**

**С РАЗВЁРНУТЫМ ОТВЕТОМ**

Решения заданий С1–С6 части 3 (с развёрнутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 3 баллов.

**C1**

Намагниченный стальной стержень начинает свободное падение с нулевой начальной скоростью из положения, изображённого на рис. 1. Пролетая сквозь закреплённое проволочное кольцо, стержень создаёт в нём электрический ток, сила которого изменяется со временем так, как показано на рис. 2.

*I*

Рис. 2

**N**

**S**

Рис. 1

*t*1

*t*2

*O*

*t*

Почему в моменты времени *t*1 и *t*2 ток в кольце имеет различные направления? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Влиянием тока в кольце на движение магнита пренебречь.

**C2**

Грузы массами *M* = 1 кг и *m* связаны лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см. рисунок). Груз массой *M* находится на шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту α = 30°, коэффициент трения μ = 0,3). Чему равно максимальное значение массы *m*, при котором система грузов ещё не выходит из первоначального состояния покоя? Решение поясните схематичным рисунком с указанием сил, действующих на грузы.

*M*

μ

*m*

α

|  |
| --- |
| Возможное решение |
| 1. Если масса *m* достаточно велика, но грузы ещё покоятся, то сила трения покоя, действующая на груз массой *M*, направлена вниз вдоль наклонной плоскости (см. рисунок).  *M*  *m*  α          *x*1  *y*1      *y*2  *O*1  *O*2  2. Будем считать систему отсчета, связанную с наклонной плоскостью, инерциальной. Запишем второй закон Ньютона для каждого из покоящихся тел в проекциях на оси введенной системы координат:    Учтём, что:  (нить лёгкая, между блоком и нитью трения нет),  (сила трения покоя).  Тогда  ,  ,  ,  и мы приходим к неравенству    с решением  .  Таким образом,  кг.  Ответ: . |

|  |  |
| --- | --- |
| **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 – II закон Ньютона для двух тел, формула расчёта силы трения)*;  II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением 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, 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 |

**C3**

Необходимо расплавить лёд массой 0,2 кг, имеющий температуру 0 ºС. Выполнима ли эта задача, если потребляемая мощность нагревательного элемента – 400 Вт, тепловые потери составляют 30%, а время работы нагревателя не должно превышать 5 минут?

|  |  |
| --- | --- |
| Возможное решение | |
| Согласно первому началу термодинамики количество теплоты, необходимое для плавления льда, Δ*Q*1 = λ*m*, где λ – удельная теплота плавления льда. Δ*Q*2 – подведённое джоулево тепло: Δ*Q*2 = η*Pt*. В соответствии с заданными условиями Δ*Q*1 = 66 кДж и Δ*Q*2 = 84 кДж, а значит, Δ*Q*1 < Δ*Q*2, и поставленная задача выполнима. | |
| **Критерии оценивания выполнения задания** | **Баллы** |
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:   1. записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом *(в данном случае I начало термодинамики, закон Джоуля – Ленца)*; 2. описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (*за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ и обозначений, используемых в условии задачи*); 3. проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение "по частям" с промежуточными вычислениями); 4. 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 обоим пунктам: II и III – 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 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 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 |

**C4**

В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диодов в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке *А* положительного полюса, а к точке *В* отрицательного полюса батареи с ЭДС 12 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, потребляемая мощность равна 7,2 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая мощность оказалась равной 14,4 Вт.

*R*2

*R*1

*A*

*B*

Укажите условия протекания тока через диоды и резисторы в обоих случаях и определите сопротивление резисторов в этой цепи.

|  |  |
| --- | --- |
| Образец возможного решения | |
| 1. При подключении положительного полюса батареи к точке *А* потенциал точки *А* выше потенциала точки *В* (), поэтому ток через резистор *R*1 не течёт, а течёт через резистор *R*2. Эквивалентная схема цепи имеет вид, изображённый на рис. 1. Потребляемая мощность . 2. При изменении полярности подключения батареи , ток через резистор *R*2 не течёт, но течёт через резистор *R*1. Эквивалентная схема цепи в этом случае изображена на рис. 2. При этом потребляемая мощность .   Рис. 2  *R*1  *А*  *В*   1. Из этих уравнений: . 2. Подставляя значения физических величин, указанные в условии, получаем: .   Рис. 1  *R*2  *А*  *В*  Ответ*:* . | |
| **Критерии оценивания выполнения задания** | **Баллы** |
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:   1. записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом *(в данном случае порядок протекания тока через диоды, формула расчета мощности)*; 2. описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин; 3. проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение "по частям" с промежуточными вычислениями); 4. 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 обоим пунктам: II и III – 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 IV, или в нём 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 |

**C5**

Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле, индукция  которого направлена вертикально вниз (см. рисунок – вид сверху). На рельсах перпендикулярно им лежат два одинаковых проводника, способных скользить по рельсам без нарушения электрического контакта. Левый проводник движется вправо со скоростью ,а правый покоится.С какой скоростью надо перемещать правый проводник, чтобы в три раза уменьшить силу Ампера, действующую на левый проводник? (Сопротивлением рельсов пренебречь.)

*l*

******

******

|  |  |
| --- | --- |
| Образец возможного решения | |
| Когда правый проводник покоится, на левый действует сила Ампера *F = IBl*, где  – индукционный ток, *R* –сопротивление цепи, *l* – расстояние между рельсами. Поскольку силу Ампера надо уменьшить в 3 раза, ЭДС индукции  в контуре надо в 3 раза уменьшить. Значит, скорость изменения площади, ограниченной контуром, также должна быть в 3 раза меньше. Отсюда следует, что правый проводник должен, как и левый, двигаться вправо, причём его скорость должна быть равна: | |
| **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 формула расчёта силы Ампера, закон Фарадея, закон Ома)*;  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) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) 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 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 обоим пунктам: II и III – 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 IV, или в нём 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 |

**C6**

Свободный пион (π0-мезон) с энергией покоя 135 МэВ движется со скоростью *V*, которая значительно меньше скорости света. В результате его распада образовались два γ-кванта, причём один из них распространяется в направлении движения пиона, а другой – в противоположном направлении. Энергия одного кванта на 10% больше, чем другого. Чему равна скорость пиона до распада?

|  |  |
| --- | --- |
| Образец возможного решения (рисунок не обязателен) | |
| Пион, движущийся со скоростью *V*, имеет импульс  и энергию , где *m* – масса пиона.  Энергия γ-кванта *E*γ и его импульс *р*γ связаны соотношением: .  При распаде пиона на два кванта энергия системы и её импульс сохраняются:  , .  Разделив второе уравнение на первое, получим: .  По условию задачи , так что .  Ответ: . | |
| **Критерии оценивания выполнения задания** | **Баллы** |
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:   1. записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом *(в данном случае выражения для энергии и импульса релятивистской частицы, закон сохранения энергии и импульса системы)*; 2. описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ и обозначений, используемых в условии задачи*); 3. проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение "по частям" с промежуточными вычислениями); 4. 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 обоим пунктам: II и III – 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 IV, или в нём 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 |