

**Инструкция по проверке и оценке работ учащихся по физике**

Вариант 1

**Часть 1**

За правильный ответ на каждое задание части 1 ставится 1 балл.

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

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
A1	2	A14	1
A2	4	A15	3
A3	4	A16	1
A4	1	A17	4
A5	3	A18	2
A6	4	A19	2
A7	1	A20	1
A8	4	A21	2
A9	3	A22	2
A10	2	A23	4
A11	3	A24	2
A12	1	A25	3
A13	3		

**Часть 2**

Задание с кратким ответом считается выполненным верно, если в заданиях B1, B2 правильно указана последовательность цифр, в заданиях B3, B4, B5 – число.

За полный правильный ответ на задания B1, B2 ставится 2 балла, 1 балл – допущена одна ошибка; за неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

За правильный ответ на задания B3, B4, B5 ставится 1 балл, за неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

№ задания	Ответ
B1	123
B2	43
B3	150
B4	1000
B5	2,7

**Часть 3**

**КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ**

**С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ**

Решения заданий C1–C6 части 3 (с развернутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведенных ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 3 баллов.

**Внимание!** При выставлении баллов за выполнение задания в «Протокол проверки ответов на задания бланка № 2» следует иметь в виду, что, **если ответ отсутствует** (нет никаких записей, свидетельствующих о том, что экзаменуемый приступал к выполнению задания), то в протокол проставляется «X», а не «0».

**C1.** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали.

**Образец возможного решения**

1. Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным. При вдвигании поршня происходит изотермическое сжатие пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить конденсация паров воды.
2. Значит, масса жидкости в сосуде будет увеличиваться.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае – увеличение массы жидкости, п. 2), и полное верное объяснение (в данном случае – п. 1) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае – <i>водяной пар становится насыщенным, независимость плотности (давления) насыщенного пара от объема при данной температуре</i> ).	3
Приведено решение и дан верный ответ, но имеется <u>один</u> из следующих недостатков: — В объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы. <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> — Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты. <p style="text-align: center;">ИЛИ</p>	2

— Указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.	
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев: — Приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но дан неверный или неполный ответ. ИЛИ — Приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но ответ не дан. ИЛИ — Представлен только правильный ответ без обоснований.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

**С2.** Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены противоположно и равны  $v_{пл} = 15$  м/с и  $v_{бр} = 5$  м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом  $\mu = 0,17$ . На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 30%?

#### Образец возможного решения

Пусть  $m$  – масса куса пластилина,  $M$  – масса бруска,  $u_0$  – начальная скорость бруска с пластилином после взаимодействия.

Согласно закону сохранения импульса:  $Mv_{бр} - mv_{пл} = (M + m)u_0$ .

Так как  $M = 4m$  и  $v_{бр} = \frac{1}{3}v_{пл}$ , то  $4m \cdot \frac{1}{3}v_{пл} - mv_{пл} = 5mu_0 \Rightarrow$

$$4mv_{пл} - 3mv_{пл} = 15mu_0 \Rightarrow u_0 = \frac{1}{15}v_{пл}.$$

По условию конечная скорость бруска с пластилином  $u = 0,7 u_0$ .

Изменение механической энергии бруска с пластилином равно работе силы трения, откуда:

$$\frac{(M+m)u_0^2}{2} = \frac{(M+m)u^2}{2} + \mu(M+m)gS \Rightarrow$$

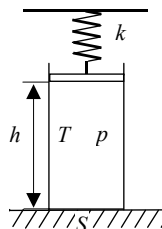
$$5m \left( \frac{1}{15}v_{пл} \right)^2 = \frac{5m \left( 0,7 \cdot \frac{1}{15}v_{пл} \right)^2}{2} + 5m\mu gS \Rightarrow \frac{1}{2 \cdot 15^2} \cdot v_{пл}^2 - \frac{0,49}{2 \cdot 15^2} \cdot v_{пл}^2 = \mu gS \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S = \frac{0,255}{225} \cdot \frac{v_{пл}^2}{\mu g} = 0,15 \text{ (м)}.$$

Ответ:  $S = 0,15$  м.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>закон сохранения импульса, связь изменения механической энергии с работой силы трения</i> ); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ (с указанием единиц измерения). При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).	3
Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет <u>один</u> из следующих недостатков: — В <u>необходимых</u> математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка. ИЛИ — Необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены. ИЛИ — Не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде. ИЛИ — Решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев: — Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> 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

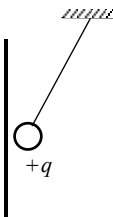
**С3.** Газ с температурой  $T = 300$  К и давлением  $p = 2 \cdot 10^5$  Па находится в цилиндрическом сосуде с сечением  $S = 0,1$  м<sup>2</sup> под невесомым поршнем, который удерживается пружиной с жесткостью  $k = 1,5 \cdot 10^4$  Н/м на высоте  $h = 2$  м над дном сосуда (см. рис.). Температуру газа увеличили на  $\Delta T = 15$  К. Чему равно при этом смещение поршня  $\Delta h$ ?



<b>Образец возможного решения</b>	
<p>Использование уравнения Клапейрона–Менделеева для начального и конечного состояний газа:  <math>pSh = \nu RT, \quad (p + \Delta p) S (h + \Delta h) = \nu R (T + \Delta T).</math></p> <p>Использование закона Гука для определения силы, действующей на поршень:  <math>F = -k\Delta x</math>, где <math>\Delta x</math> – смещение поршня из положения, в котором пружина не деформирована.</p> <p>Определение условия равновесия поршня: приращение силы давления газа равно приращению силы упругости: <math>\Delta pS = k\Delta h</math>.</p> <p>Переход к одному уравнению для искомой величины <math>\Delta h</math>:</p> $\left(1 + \frac{k}{Sp} \Delta h\right) \left(1 + \frac{\Delta h}{h}\right) = 1 + \frac{\Delta T}{T}.$ <p>Использование малости отношения <math>\frac{\Delta h}{h}</math> для получения приближенного уравнения</p> $\Delta h \left(\frac{k}{Sp} + \frac{1}{h}\right) \approx \frac{\Delta T}{T}.$ <p><math>\Delta h \approx 4 \cdot 10^{-2}</math> м = 4 см.</p>	
<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	<b>Баллы</b>
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:                      1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>уравнение Клапейрона–Менделеева, закон Гука, условие равновесия поршня</i>);                      2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ (с указанием единиц измерения). При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет <u>один</u> из следующих недостатков:</p>	2

<p>— В <u>необходимых</u> математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>— Необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>— Не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>— Решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев:                      — Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>— 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.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>— 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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

**С4.** Маленький шарик с зарядом  $q$  и массой  $m$ , подвешенный на невесомой нити с коэффициентом упругости  $k$ , находится между вертикальными пластинами плоского воздушного конденсатора. Расстояние между обкладками конденсатора  $d$ . Какова разность потенциалов между обкладками конденсатора, если удлинение нити  $\Delta l$ ?



**Образец возможного решения (рисунок не обязателен)**

Условия равновесия: 
$$\begin{cases} k\Delta l \cdot \sin \alpha = qE, \\ k\Delta l \cdot \cos \alpha = mg. \end{cases}$$

Возведем оба равенства в квадрат и сложим их:  

$$(k\Delta l)^2 = (mg)^2 + (qE)^2,$$

откуда 
$$E = \frac{\sqrt{(k\Delta l)^2 - (mg)^2}}{q}.$$

Напряженность электрического поля в конденсаторе:  

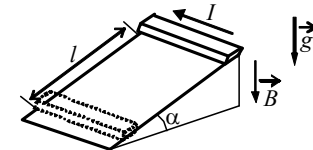
$$E = \frac{U}{d}.$$

Таким образом, 
$$U = \frac{d \cdot \sqrt{(k\Delta l)^2 - (mg)^2}}{q}$$

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении — <i>формулы для силы упругости, напряженности электрического поля в конденсаторе и условие равновесия шарика</i>);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.</p>	3
<p>Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков:</p> <p>— В необходимых математических преобразованиях допущена ошибка.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>— Необходимые математические преобразования логически верны, не содержат ошибок, но не закончены.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>— Не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан <u>правильный ответ в общем виде</u>.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев:</p> <p>— 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.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>— 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.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>— В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но</p>	1

присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

**C5.** Тонкий металлический брусок прямоугольного сечения, имеющий длину  $L$  и массу  $m$ , соскальзывает из состояния покоя по гладкой наклонной плоскости в вертикальном магнитном поле с индукцией  $B$ . По стержню протекает электрический ток  $I$  в направлении, указанном на рисунке. Плоскость наклонена к горизонту под углом  $\alpha$ . Продольная ось бруска при движении сохраняет горизонтальное направление. Найдите время, в течение которого брусок пройдет по наклонной плоскости расстояние  $l$ .



Образец возможного решения	
<p>Брусок движется вниз под действием силы тяжести, горизонтально направленной силы Ампера и силы реакции опоры, направленной перпендикулярно опоре. Второй закон Ньютона в проекциях на ось <math>x</math>, направленную вниз вдоль наклонной плоскости:</p> $ma = IBL \cos \alpha + mg \sin \alpha \quad (1)$ <p>Так как начальная скорость бруска равна нулю, то <math>l = \frac{at^2}{2}</math>. (2)</p> <p>Решая систему уравнений (1) и (2), находим время:</p> $t = \sqrt{\frac{2lm}{IBL \cos \alpha + mg \sin \alpha}}$	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении — <i>выражение для силы Ампера, второй закон Ньютона, формула перемещения при равноускоренном движении</i>);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ (с указанием единиц измерения). При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков:</p> <p>— В необходимых математических преобразованиях допущена ошибка.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>— Необходимые математические преобразования логически верны, не содержат ошибок, но не закончены.</p>	2

ИЛИ — Не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный ответ в общем виде.	
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

**С6.** В вакууме находятся две покрытые кальцием пластинки, к которым подключен конденсатор емкостью  $C = 8000$  пФ. При длительном освещении одной из пластинок светом фототок, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд  $q = 11$  нКл. Работа выхода электронов из кальция  $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$  Дж. Определите длину волны  $\lambda$  света, освещающего пластинку.

Образец возможного решения	
Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}$ .	
Фототок прекращается, когда максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона равна модулю работы электростатического поля при торможении электрона: $\frac{mv^2}{2} = eU$ . Следовательно, $\lambda = \frac{hc}{A + eU}$ .	
Поскольку $q = CU$ , то $\lambda = \frac{hc}{A + eq/C} = 300$ нм.	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы,	3

применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — уравнение фотоэффекта, условие прекращения вылета фотоэлектронов, связь заряда конденсатора с его емкостью и напряжением на пластинах); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ (с указанием единиц измерения). При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).	
Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков: — В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка. ИЛИ — Необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены. ИЛИ — Не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде. ИЛИ — Решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.	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