



воды $4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия 900 Дж/(кг·К)
льда $2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	меди 380 Дж/(кг·К)
железа 460 Дж/(кг·К)	чугуна 800 Дж/(кг·К)
свинца 130 Дж/(кг·К)	
<b>Удельная теплота</b>	
парообразования воды $2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг	
плавления свинца $2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг	
плавления льда $3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг	

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

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

**Часть 1**

*Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

**1** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

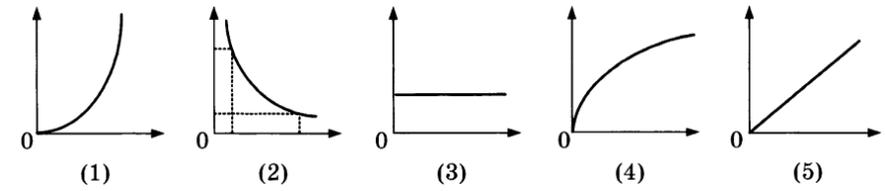
- 1) При увеличении плотности жидкости её давление на дно сосуда не изменяется.
- 2) При изотермическом сжатии насыщенного пара его давление не изменяется.
- 3) При увеличении модуля заряда одного из одноименно заряженных шариков сила их отталкивания уменьшается.
- 4) Работа выхода электронов из металла зависит от длины волны падающего света.
- 5) Ядро бериллия  ${}^7_4\text{Be}$  содержит 3 нейтрона.

Ответ: \_\_\_\_\_.

**2** Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость первой космической скорости от радиуса планеты;
- Б) зависимость давления газа в герметично закрытом сосуде от температуры;
- В) зависимость угла отражения света от показателя преломления материала.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



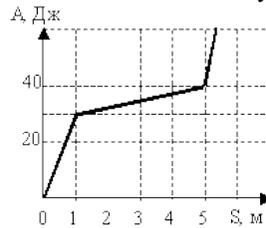
Ответ:

А	Б	В

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 220307



3 Ящик скользит по горизонтальной поверхности. На рисунке приведен график зависимости модуля работы силы трения от пройденного пути. Определите силу трения на наиболее скользком участке.



Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

4 Под действием силы 2 Н пружина удлинилась на 1 см. Чему будет равна потенциальная энергия этой пружины, если её растянуть на 2 см?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

5 Сигнал гидролокатора подводной лодки, отразившись от цели, отстоящей от неё на 3 км, зарегистрирован через 4 с после его подачи. Частота колебаний вибратора гидролокатора 10 кГц. Определите длину звуковой волны в воде.

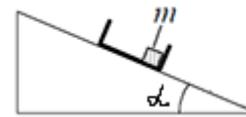
Ответ: \_\_\_\_\_ см.

6 Искусственный спутник обращается вокруг Земли по вытянутой эллиптической орбите. Выберите все верные утверждения, соответствующие данному движению.

- 1) Потенциальная энергия достигает максимального значения в точке минимального удаления от Земли, полная механическая энергия спутника неизменна.
- 2) Потенциальная и полная механическая энергия спутника достигают максимальных значений в точке максимального удаления от Земли.
- 3) Кинетическая энергия достигает максимального значения в точке максимального удаления от Земли, полная механическая энергия спутника неизменна.
- 4) Потенциальная энергия достигает максимального значения в точке максимального удаления от Земли, полная механическая энергия спутника неизменна.
- 5) Кинетическая энергия достигает максимального значения в точке минимального удаления от Земли, полная механическая энергия спутника неизменна.

Ответ: \_\_\_\_\_.

7 С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением брусок массой  $m$  (см. рисунок). Как изменится время движения и ускорение бруска, если с той же наклонной плоскости будет скользить брусок из того же материала массой  $3m$ ?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменится

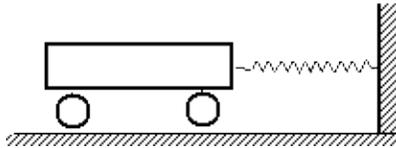
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Время движения	Ускорение бруска



8

Скорость колеблющейся тележки массой 1 кг изменяется по закону  $v_x = 4 \cos 10t$ . По каким законам изменяется кинетическая энергия тележки и потенциальная энергия упругой деформации пружины?



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым можно рассчитать эти величины.

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

ФОРМУЛЫ

- А) кинетическая энергия тележки
- Б) потенциальная энергия упругой деформации пружины

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

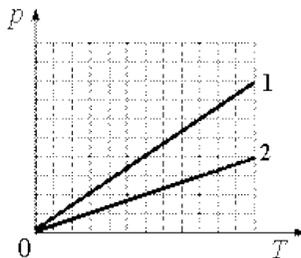
- 1)  $2\sin^2 10t$
- 2)  $8\cos^2 10t$
- 3)  $8\sin^2 10t$
- 4)  $2\cos^2 10t$

Ответ:

А	Б

9

На графике показана зависимость давления от температуры для двух идеальных газов. Определите отношение концентраций  $n_1/n_2$  этих газов.



Ответ: \_\_\_\_\_.

10

Тепловая машина за цикл работы получает от нагревателя 100 кДж тепла, а отдаёт холодильнику 70 кДж. Каков КПД этой машины?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

11

Для нагревания кирпича массой 2 кг от 20 до 85 °С затрачено такое же количество теплоты, как для нагревания той же массы воды на 13 °С. Определите удельную теплоемкость кирпича.

Ответ: \_\_\_\_\_  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$ .

12

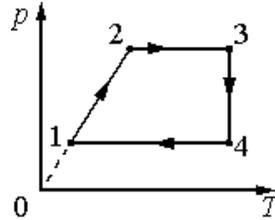
В среду и пятницу температура воздуха была одинаковой. Парциальное давление водяного пара в атмосфере в среду было меньше, чем в пятницу. Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения и укажите их номера.

- 1) Концентрация молекул водяного пара в воздухе в среду и пятницу была одинаковой.
- 2) Масса водяных паров, содержащихся в 1 м<sup>3</sup> воздуха, в среду была больше, чем в пятницу.
- 3) Давление насыщенных водяных паров в среду было больше, чем в пятницу.
- 4) Относительная влажность воздуха в среду была меньше, чем в пятницу.
- 5) Плотность водяных паров, содержащихся в воздухе в среду была меньше, чем в пятницу.

Ответ: \_\_\_\_\_.



- 13** Изменение состояния фиксированного количества одноатомного идеального газа происходит по циклу, показанному на рисунке. Установите соответствие между процессами и соотношениями для физических величин ( $\Delta U$  – изменение внутренней энергии;  $A$  – работа газа), которые их характеризуют.



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

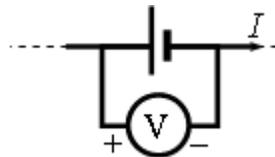
ПРОЦЕССЫ                      СООТНОШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- |                  |                           |
|------------------|---------------------------|
| А) процесс 1 - 2 | 1) $\Delta U > 0; A > 0.$ |
| Б) процесс 2 - 3 | 2) $\Delta U < 0; A < 0.$ |
|                  | 3) $\Delta U < 0; A = 0.$ |
|                  | 4) $\Delta U > 0; A = 0.$ |

Ответ:

А	Б

- 14** Вольтметр подключён к клеммам источника тока с ЭДС  $\varepsilon = 3$  В и внутренним сопротивлением  $r = 1$  Ом, через который течёт ток  $I = 2$  А (см. рисунок). Вольтметр показывает 5 В. Какое количество теплоты выделяется внутри источника за 1 с?



Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

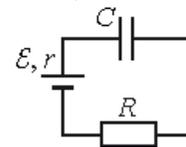
- 15** За  $\Delta t = 3$  с магнитный поток, пронизывающий проволочную рамку, равномерно уменьшается от некоторого значения  $\Phi$  до нуля. При этом в рамке генерируется ЭДС, равная 5 мВ. Определите начальный магнитный поток  $\Phi$  через рамку.

Ответ: \_\_\_\_\_ мВб.

- 16** Тень на экране от предмета, освещённого точечным источником света, имеет размеры в 3 раза больше, чем сам предмет. Расстояние от источника света до предмета равно 1 м. Определите расстояние от предмета до экрана.

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

- 17** В момент времени  $t = 0$  незаряженный конденсатор подключают к источнику тока последовательно с резистором  $R = 20$  кОм (см. рисунок). Значения напряжения между обкладками конденсатора, измеренные в последовательные моменты времени с точностью 0,1 В, представлены в таблице.



$t, c$	0	1	2	3	4	5	6	7
$U, B$	0	3,8	5,2	5,7	5,9	6,0	6,0	6,0

Из приведенного ниже списка выберите все верные утверждения, соответствующих условию задачи.

- 1) Сила тока в цепи минимальна в момент времени  $t = 0$  с.
- 2) Падение напряжения на резисторе максимально в момент времени  $t = 7$  с.
- 3) ЭДС источника тока равна 6 В.
- 4) Сила тока в цепи в момент времени  $t = 2$  с равна 40 мкА.
- 5) Падение напряжения на резисторе в момент времени  $t = 2$  с равно 5,2 В.

Ответ: \_\_\_\_\_.





18

Плоский конденсатор подключен к источнику постоянного напряжения. Как изменятся при увеличении зазора между обкладками конденсатора величина заряда на его обкладках и разность потенциалов между ними?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Величина заряда на обкладках конденсатора	Разность потенциалов между обкладками конденсатора

19

В опыте нить накала лампочки расположена вблизи главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием  $F$  перпендикулярно этой оси. Расстояние  $d$  от линзы до спирали больше  $2F$ . Сначала в опыте использовали собирающую линзу, а затем рассеивающую. Установите соответствие между видом линзы, использовавшейся в опыте, и свойствами изображения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

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

ВИД ЛИНЗЫ

СВОЙСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ

- |  |  |
|--|--|
| А) линза собирающая<br>Б) линза рассеивающая | 1) Действительное, перевернутое, уменьшенное<br>2) Мнимое, уменьшенное, прямое<br>3) Действительное, увеличенное, прямое<br>4) Мнимое, уменьшенное, перевернутое |
|--|--|

Ответ:

А	Б

20

75% первоначально имевшихся ядер радиоактивного изотопа распалось за 1 час. Каков период полураспада этого изотопа?

Ответ: \_\_\_\_\_ мин.

21

Монохроматический свет с энергией фотонов  $E_\phi$  падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При этом напряжение, при котором фототок прекращается, равно  $U_{\text{зап}}$ . Как изменится модуль запирающего напряжения  $U_{\text{зап}}$  и длина волны  $\lambda_{\text{кр}}$ , соответствующая «красной границе» фотоэффекта, если энергия падающих фотонов  $E_\phi$  увеличится?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Запирающее напряжение	Длина волны $\lambda_{\text{кр}}$

22

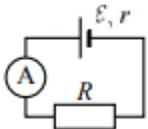
При определении сопротивления резистора ученик измерил напряжение на нём:  $U = (4,6 \pm 0,2)$  В. Сила тока через резистор измерялась настолько точно, что погрешностью можно пренебречь:  $I = 0,50$  А. По результатам этих измерений можно сделайте вывод о величине сопротивления резистора. Запишите ответ с учётом погрешности.

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) Ом.

*В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

23

Ученик изучает законы постоянного тока. В его распоряжении имеется пять аналогичных электрических цепей (см. рисунок) с различными источниками и внешними сопротивлениями, характеристики которых указаны в таблице.



№ опыта	ЭДС источника $\varepsilon$ , В	Внутреннее сопротивление источника тока $r$ , Ом	Внешнее сопротивление $R$ , Ом
1	7	0,5	6
2	5	1	8
3	9	1	10
4	5	0,5	8
5	7	0,5	10

Какие две цепи необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость силы тока, протекающего в цепи, от внешнего сопротивления? В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:

--	--

**Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.**

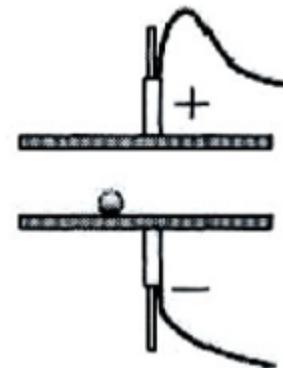
**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

Часть 2

**Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

24

Между двумя близко расположенными металлическими пластинами, укрепленными на изолирующих подставках, положили металлический шарик. Пластины подсоединили к клеммам высоковольтного выпрямителя, подав на них заряды разных знаков. Опишите, используя физические явления и закономерности, что можно наблюдать в данном опыте.



**Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

25

На последнем километре тормозного пути скорость поезда уменьшилась на 10 м/с. Определите скорость в начале торможения, если общий тормозной путь поезда составил 4 км, а торможение было равнозамедленным.

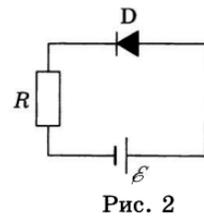
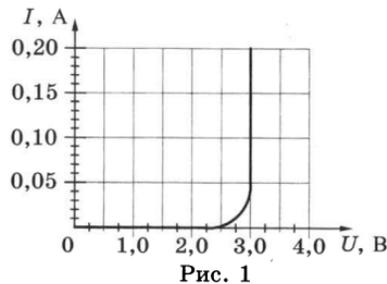


- 26 В кубическом метре воздуха в помещении при температуре  $22^\circ\text{C}$  находится  $0,776 \cdot 10^{-2}$  кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

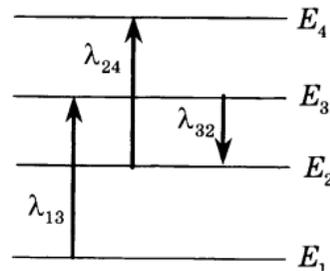
$t, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{нп}}, 10^{-2} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

- 27 Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре  $T_1 = 600 \text{ K}$  и давлении  $p_1 = 9 \cdot 10^4 \text{ Па}$ , расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление обратно пропорционально квадрату объёма. Конечное давление газа  $p_2 = 10^4 \text{ Па}$ . Какую работу совершил газ при расширении, если он отдал холодильнику количество теплоты  $Q = 1500 \text{ Дж}$ ?

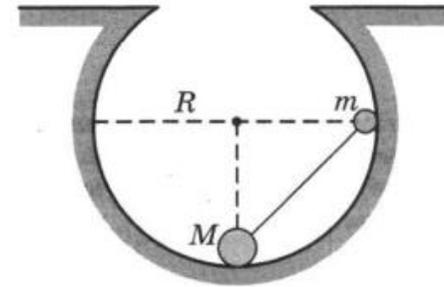
- 28 На рисунке 1 изображена зависимость силы тока через светодиод D от приложенного к нему напряжения, а на рисунке 2 – схема его включения. Напряжение на светодиоде практически не зависит от силы тока через него в интервале значений  $0,05 \text{ A} < I < 0,2 \text{ A}$ . Чему равно сопротивление резистора R, включённого последовательно с диодом, если ЭДС источника  $\mathcal{E} = 6 \text{ В}$ ? Сила тока в цепи равна  $0,15 \text{ A}$ . Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



- 29 На рисунке изображены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Экспериментально установлено, что минимальная длина волны для фотонов, излучаемых при переходах между этими уровнями, равна  $\lambda_0 = 250 \text{ нм}$ . Какова величина  $\lambda_{13}$ , если  $\lambda_{32} = 545 \text{ нм}$ ,  $\lambda_{24} = 400 \text{ нм}$ ?



- 30 Небольшие шарики, массы которых  $m = 30 \text{ г}$  и  $M = 60 \text{ г}$ , соединены легким стержнем и помещены в гладкую сферическую выемку. В начальный момент шарики удерживаются в положении, изображённом на рисунке. Когда их опустили без толчка, шарики стали скользить по поверхности выемки. Максимальная высота подъёма шарика массой M относительно нижней точки выемки оказалась равно  $12 \text{ см}$ . Каков радиус выемки R? Какие законы вы использовали для описания движения шариков? Обоснуйте их применимо к данному случаю.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.



**Система оценивания экзаменационной работы по физике**

**Задания 1–26**

Правильные ответы на задания 3–5, 9–11, 14–16, 20, 22 и 23 оцениваются 1 баллом. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число или два числа.

Ответы на задания 7, 8, 13, 18, 19 и 21 оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа; 0 баллов, если допущены две ошибки или ответ отсутствует. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные), то ставится 0 баллов.

Ответ на задание 2 оценивается 2 баллами, если верно указаны три элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущено две ошибки или ответ отсутствует. Если указано более трёх элементов (в том числе, возможно, и правильные), то ставится 0 баллов.

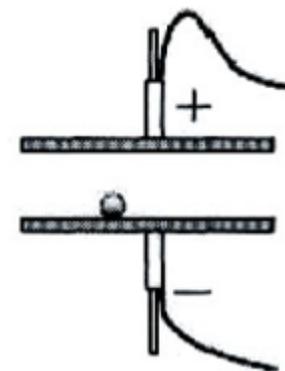
Ответы на задания 1, 6, 12 и 17 оцениваются 2 баллами, если указаны все верные элементы ответа; 1 баллом, если допущена одна ошибка (в том числе указана одна лишняя цифра наряду со всеми верными элементами или не записан один элемент ответа); 0 баллов, если допущены две ошибки или ответ отсутствует. В заданиях 1, 6, 12, 17 и 23 порядок записи цифр в ответе не имеет принципиального значения.

Номер задания	Правильный ответ	Номер задания	Правильный ответ
1	25	12	45 54
2	453	13	41
3	2,5	14	4
4	0,04	15	15
5	15	16	2
6	45 54	17	34 43
7	33	18	23
8	23	19	12
9	2	20	30
10	30	21	13
11	840	22	9,20,4
		23	15 51

**Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом**

Выполнение заданий 24–30 (с развёрнутым ответом) оценивается предметной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного экзаменуемым ответа выставляется от 0 до максимального балла.

**24** Между двумя близко расположенными металлическими пластинами, укрепленными на изолирующих подставках, положили металлический шарик. Пластины подсоединили к клеммам высоковольтного выпрямителя, подав на них заряды разных знаков. Опишите, используя физические явления и закономерности, что можно наблюдать в данном опыте.



**Возможное решение:**

Под действием электрического поля пластин изменится распределение электронов в шарике и произойдет его электризация: шарик приобретет тот же заряд, что и пластина, на которой он лежит, - отрицательный. Отрицательно заряженный шарик будет отталкиваться от нижней и притягиваться к верхней пластине. На шарик действуют силы тяжести, сила Кулона, второй закон Ньютона для начального положения будет записан в виде:  $m\vec{g} + \vec{E}q = m\vec{a}$ , в проекциях  $-mg + Eq = ma$ . Если масса шарика достаточно мала, т.е.  $mg < Eq$ , то шарик оторвется от нижней пластины и поднимется к положительно заряженной пластине и, коснувшись ее, поменяет знак заряда. В результате он начнет отталкиваться от верхней пластины и притягиваться к нижней, коснувшись которую, опять поменяет знак заряда на отрицательный. Такое движение «вверх-вниз» будет повторяться.



Если $mg \geq Eq$ , то шарик не оторвется от нижней пластины.	
<b>Ответ:</b> при малой массе шарика он будет совершать повторяющиеся движения «вверх-вниз», при достаточно большой массе шарика он не оторвется от пластины.	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: п. 1) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>электризация, взаимодействие заряженных тел, второй закон Ньютона, условие движения шарика</i> ).	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>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 т.п.)</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее <b>одному</b> из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p>	1

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, <u>приводящие к ответу</u> , содержат ошибки.	
ИЛИ	
Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	
<i>Максимальный балл</i>	3

**25** На последнем километре тормозного пути скорость поезда уменьшилась на 10 м/с. Определите скорость в начале торможения, если общий тормозной путь поезда составил 4 км, а торможение было равнозамедленным.

<b>Возможное решение:</b>	
Для тормозного пути $s$ выполняется следующее отношение:	
$s = \frac{v_0^2}{2a}$ , где $v_0$ — скорость в начале торможения, $a$ — модуль ускорения.	
Поскольку $l = 1$ км, $\Delta v = 10$ м/с, тогда $\frac{(\Delta v)^2}{2a} = l$ .	
$\frac{\Delta v}{v_0} = \sqrt{\frac{l}{s}}$ ,	
$v_0 = \frac{\Delta v}{\sqrt{\frac{l}{s}}} = \frac{10}{\frac{1}{2}} = 20$ м/с.	
<b>Ответ:</b> $v_0 = \frac{\Delta v}{\sqrt{\frac{l}{s}}} = 20$ м/с.	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы:	2



<p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом;</p> <p>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);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	2

26

В кубическом метре воздуха в помещении при температуре 22°C находится 0,776 · 10<sup>-2</sup> кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

<i>t</i> , °C	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{н.п.}}$ , 10 <sup>-2</sup> кг/м <sup>3</sup>	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

**Возможное решение:**

Из таблицы плотность насыщенного пара воды при 22 °C равна  $\rho_{\text{н.п.}} = 1,94 \cdot 10^{-2}$  кг/м<sup>3</sup>. Тогда относительная влажность воздуха равна

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{н.п.}}} \cdot 100\% = \frac{0,776 \cdot 10^{-2}}{1,94 \cdot 10^{-2}} \cdot 100\% = 40\% .$$

Ответ: 40%.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом;</p> <p>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);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p>	1



<p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p> <p style="text-align: right;"><i>Максимальный балл</i></p>	0  2

27

Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре  $T_1 = 600$  К и давлении  $p_1 = 9 \cdot 10^4$  Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление обратно пропорционально квадрату объёма. Конечное давление газа  $p_2 = 10^4$  Па. Какую работу совершил газ при расширении, если он отдал холодильнику количество теплоты  $Q = 1500$  Дж?

**Возможное решение:**

Аргон является идеальным одноатомным газом, внутренняя энергия которого пропорциональна температуре

$$U_1 = \frac{3}{2} \nu RT_1, \quad U_2 = \frac{3}{2} \nu RT_2.$$

С помощью уравнения Клапейрона-Менделеева и условия расширения  $p_1 V_1^2 = p_2 V_2^2$  определяем конечную температуру:

$$T_2 = T_1 \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}.$$

Уменьшение внутренней энергии равно

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} \nu RT_1 \left( \sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right).$$

В соответствии с первым началом термодинамики:

$$-Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \nu RT_1 \left( \sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right) + A,$$

<p>откуда получим:</p> $A = -\frac{3}{2} \nu RT_1 \left( \sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right) - Q = -\frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 600 \cdot \left( \sqrt{\frac{10^4}{9 \cdot 10^4}} - 1 \right) - 1500 = 3486 \text{ Дж.}$ <p>Ответ: <math>A = 3486</math> Дж.</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом;</p> <p>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);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p>	2

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 220307



Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	
Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> 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 <b>ОДНА</b> 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 <b>ОДНОЙ</b> 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	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

28

На рисунке 1 изображена зависимость силы тока через светодиод D от приложенного к нему напряжения, а на рисунке 2 – схема его включения. Напряжения на светодиоде практически не зависит от силы тока через него в интервале значений  $0,05 \text{ A} < I < 0,2 \text{ A}$ . Чему равно сопротивление резистора R, включённого последовательно с диодом, если ЭДС источника  $\mathcal{E} = 6 \text{ В}$ ? Сила тока в цепи равна  $0,15 \text{ A}$ . Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

<b>Возможное решение:</b>	
<p>Как следует из рис. 1, при силе тока <math>I = 0,15 \text{ A}</math> напряжение на светодиоде <math>U_D = 3 \text{ В}</math>. По закону Ома для участка цепи напряжение на резисторе, по которому течёт этот ток (последовательное включение), <math>U = IR</math>.</p> <p>По закону Ома для полной (замкнутой) цепи <math>\mathcal{E} = U + U_D</math>. Решение системы даёт: <math>U = IR = \mathcal{E} - U_D</math>.</p> $R = \frac{\mathcal{E} - U_D}{I} = \frac{6 - 3}{0,15} = 20 \text{ Ом.}$ <p>Сопротивление резистора                  Ответ: <math>R = 20 \text{ Ом}</math>.</p>	
<b>Критерии оценивания выполнения задания</b>	<b>Баллы</b>
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом;</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) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p>	2



<p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> из следующих случаев.</p> <p>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.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует <b>ОДНА</b> 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 style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В <b>ОДНОЙ</b> 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>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	3

29

На рисунке изображены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Экспериментально установлено, что минимальная длина волны для фотонов, излучаемых при переходах между этими уровнями, равна  $\lambda_0 = 250$  нм. Какова величина  $\lambda_{13}$ , если  $\lambda_{32} = 545$  нм,  $\lambda_{24} = 400$  нм?

<p><b>Возможное решение:</b></p> <p>Минимальная длина волны соответствует максимальной частоте и энергии фотона.</p> $\lambda_0 = \lambda_{41}, \text{ и } \nu_{14} = \frac{c}{\lambda_0}.$ $\nu_{24} = \frac{c}{\lambda_{24}}; \nu_{32} = \frac{c}{\lambda_{32}}.$	
<p><b>Критерии оценивания выполнения задания</b></p>	<p><b>Баллы</b></p>
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом;</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) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических</p>	2



<p>преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> из следующих случаев.</p> <p>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.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует <b>ОДНА</b> 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 style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В <b>ОДНОЙ</b> 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> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Сделаны только правильные рисунки, на которых построены изображения двух источников с указанием хода лучей в линзе</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	3

30

Небольшие шарики, массы которых  $m = 30$  г и  $M = 60$  г, соединены легким стержнем и помещены в гладкую сферическую выемку. В начальный момент шарики удерживаются в положении, изображённом на рисунке. Когда их опустили без толчка, шарики стали скользить по поверхности выемки. Максимальная высота подъёма шарика массой  $M$  относительно нижней точки выемки оказалась равно 12 см. Каков радиус выемки  $R$ ? Какие законы

вы использовали для описания движения шариков? Обоснуйте их применимо к данному случаю.

**Возможное решение:**

Обоснование: задачу будем решать в лабораторной инерциальной системе отсчёта, связанной с неподвижной выемкой. Шарики будем считать материальными точками. стержень нерастяжимым. Трением о воздух пренебрегаем. Включим в систему тел шарики и Землю. Поскольку выемка гладкая и работа сил нормальной реакции стенок, в любой момент времени перпендикулярных скорости шариков, равна нулю, полная механическая энергия системы сохраняется.

Решение:

1. Поскольку полная механическая энергия системы, равная сумме кинетической и потенциальной энергии, сохраняется:

$$E = E_{\text{кин}} + E_{\text{пот}} = \text{const.}$$

2. В начальный момент и момент подъёма на максимальную высоту  $H$  кинетическая энергия системы равна нулю, поэтому её потенциальная энергия в эти моменты времени одинакова:  $E_{\text{пот}}^{\text{нач}} = E_{\text{пот}}^{\text{конеч}}$ .

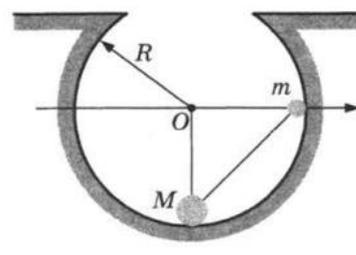


Рис. 1

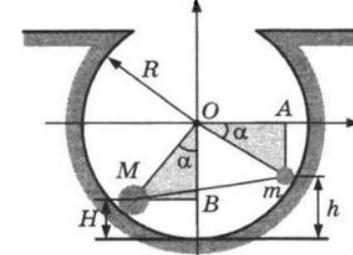


Рис. 2

Начальное положение системы изображено на рис. 1, а конечное – на рис. 2. Если отсчитывать потенциальную энергию от нижней точки выемки, то начальная потенциальная энергия системы  $E_{\text{пот}}^{\text{нач}} = mgR$ , а её конечная потенциальная энергия  $E_{\text{пот}}^{\text{конеч}} = mgh + MgH$ . Закон сохранения энергии приводит к уравнению, из которого следует, что

$$(R - h) = \frac{M}{m} H$$

3. При движении гантели по поверхности выемки высота подъёма большого и малого грузов связаны. Заметим, что в прямоугольных треугольниках  $OmA$  и  $OMB$

$$MB = mA = R - h, \quad OA = OB = R - H, \quad OM = Om = R,$$

и воспользуемся теоремой Пифагора:



$(R - h)^2 = R^2 - (OA)^2 = R^2 - (R - H)^2$ <p>Отсюда следует: <math>(R - h)^2 = H(2R - H)</math>.</p> <p>4. Подставим сюда выражение</p> $(R - h) = \frac{M}{m} H,$ <p>Полученное из закона сохранения энергии, и получим:</p> $R = \frac{H}{2} \left( 1 + \frac{M^2}{m^2} \right)$ <p>Подставляя сюда значения физических величин, получим:</p> $R = \frac{12}{2} \left( 1 + \frac{60^2}{30^2} \right) = 30 \text{ см.}$ <p>Ответ:</p> $R = \frac{H}{2} \left( 1 + \frac{M^2}{m^2} \right) = 30 \text{ см.}$	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<b>Критерий 1</b>	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей)	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0
<b>Критерий 2</b>	
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом;</p> <p>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);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному</p>	3

<p>числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>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.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> из следующих случаев.</p> <p>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.</p> <p style="text-align: center;">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 style="text-align: center;">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</p>	



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
<i>Максимальный балл</i>	4

В соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования (приказ Минпросвещения России и Рособрнадзора от 07.11.2018 № 190/1512, зарегистрирован Минюстом России 10.12.2018 № 52952)

«82. <...> По результатам первой и второй проверок эксперты независимо друг от друга выставляют баллы за каждый ответ на задания экзаменационной работы ЕГЭ с развернутым ответом. <...>

В случае существенного расхождения в баллах, выставленных двумя экспертами, назначается третья проверка. Существенное расхождение в баллах определено в критериях оценивания по соответствующему учебному предмету.

Эксперту, осуществляющему третью проверку, предоставляется информация о баллах, выставленных экспертами, ранее проверявшими экзаменационную работу».

1. Существенным считается расхождение в 2 или более балла, выставленных экспертами за выполнение любого из заданий 24–30. Третий эксперт проверяет только те ответы на задания, которые вызвали столь существенное расхождение.

2. Расхождение в результатах оценивания двумя экспертами ответа на одно из заданий 24–30 заключается в том, что один эксперт указал на отсутствие ответа на задание, а другой выставил за выполнение этого задания ненулевой балл. В этом случае третий эксперт проверяет только ответы на задания, которые были оценены со столь существенным расхождением.

