

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

Астрономические величины	
средний радиус Земли	$R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$
радиус Солнца	$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$
температура поверхности Солнца	$T = 6000 \text{ К}$

Плотность	
подсолнечного масла	900 кг/м^3
воды	1000 кг/м^3
алюминия	2700 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3
железа	7800 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3
ртути	13600 кг/м^3

Удельная теплоёмкость	
воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
алюминия	$900 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
меди	$380 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
железа	$460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
чугуна	$800 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
свинца	$130 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$

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

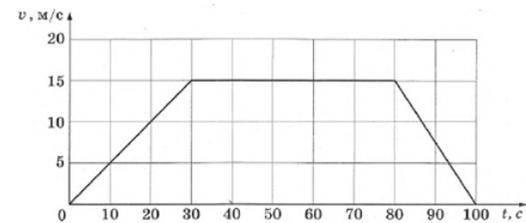
Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – $0 \text{ }^\circ\text{C}$

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

Часть 1

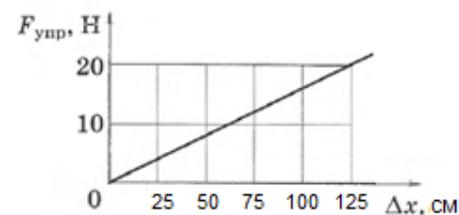
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 На рисунке представлен график зависимости скорости v прямолинейно движущегося тела от времени t . Определите по графику путь, пройденный телом в интервале времени от 80 до 100 с после начала движения.



Ответ: _____ м

2 На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости пружины F от величины ее деформации x . Какова жесткость пружины?

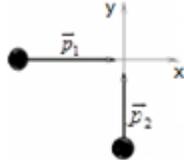


Ответ: _____ Н/м

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190902



3 Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке. Модуль импульса первого тела $p_1 = 8 \text{ кг*м/с}$, второго тела $p_2 = 6 \text{ кг*м/с}$. Каков модуль импульса системы тел после их абсолютно неупругого удара?



Ответ: _____ кг*м/с

4 Мальчик взвесил рыбу на самодельных весах с коромыслом из легкой рейки (см. рисунок). В качестве гири он использовал батон хлеба массой 1 кг. Определите массу рыбы?



Ответ: _____ кг

5 Шарик, прикрепленный к пружине, совершает гармонические колебания вдоль горизонтальной оси OX . В таблице представлены данные о его положении в различные моменты времени.

t, с	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
x, см	0	2	4	2	0	2	4

Из приведенного ниже списка выберите **два** верных утверждения.

- 1) В момент времени 0,8 с модуль импульса тела максимален.
- 2) В момент времени 0,6 с тело проходит положение равновесия.
- 3) В момент времени 1,0 с тело обладает максимальной потенциальной энергией.
- 4) Частота колебаний 0,8 Гц
- 5) Амплитуда колебаний тела равна 2 см.

Ответ:

6 Ученики проводили опыт с небольшим бруском, лежащим на горизонтальном диске. Диск вращался вместе с бруском с некоторой угловой скоростью. В ходе опыта угловую скорость диска уменьшили. Как изменялись при этом линейная скорость бруска и сила нормального давления бруска на опору?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

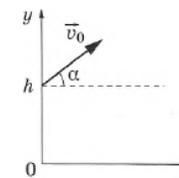
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменится

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

Линейная скорость бруска	Сила нормального давления бруска на опору

Ответ:

7 В момент $t = 0$ мячик бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом к горизонту с обрыва высотой h (см. рисунок). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полета, от времени t .

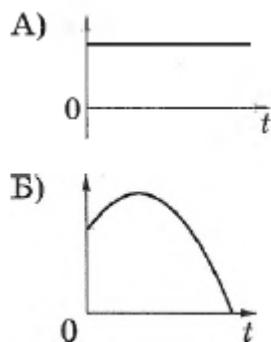


Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. (Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия камня отсчитывается от уровня $y=0$).

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



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция импульса мячика на ось Oy
- 2) кинетическая энергия мячика
- 3) проекция импульса мячика на ось Ox
- 4) потенциальная энергия мячика

Ответ:

А	Б

8 При уменьшении абсолютной температуры среднеквадратичная скорость хаотичного теплового движения молекул газа уменьшилась в 2 раза. Начальная температура газа равна 600 К. Какова конечная температура газа?

Ответ: _____ К

9 Тепловая машина с КПД 20% за цикл работы получила от нагревателя количество теплоты, равное 100 Дж. Какую работу совершила машина за цикл?

Ответ: _____ Дж

10 Температура железной детали массой 0,3 кг повысилась с 20° С до 60° С. Какое количество теплоты получила деталь при нагревании?

Ответ: _____ Дж

11 При изучении процессов, происходящих с гелием, ученик занес в таблицу результаты измерения температуры и давления одного и того же количества газа в различных равновесных состояниях.

Какие два из утверждений, приведенных ниже, соответствуют результатам этих опытов? Газ считать идеальным.

№ состояния	1	2	3	4	5	6	7
p , кПа	100	90	75	50	55	75	100
t , °С	27	27	27	27	57	177	327

На основании анализа этой таблицы выберите **два** верных утверждения:

- 1) Внутренняя энергия газа в состоянии 3 равна внутренней энергии газа в состоянии 2.
- 2) При переходе от состояния 1 к состоянию 2 в ходе изотермического процесса газ совершил положительную работу.
- 3) В состояниях 1 и 7 объем газа одинаковый
- 4) При переходе от состояния 6 к состоянию 7 в ходе изохорного процесса газ отдал тепло.
- 5) Объем газа в состоянии 3 в 1,5 раза больше объема газа в состоянии 1.

Ответ:

--	--



12 В сосуде неизменного объема находится идеальный газ. Если часть газа выпустить из сосуда при постоянной температуре, то как изменятся величины: плотность газа и количество вещества в сосуде?

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.

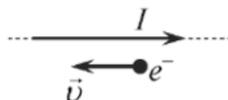
Плотность газа	Количество вещества в сосуде

Ответ:

А	Б

13 Электрон e^- имеет скорость \vec{v} , направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена действующая на электрон сила Лоренца \vec{F}_L ?

Ответ запишите словом (словами): **вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю, вниз, вверх.**

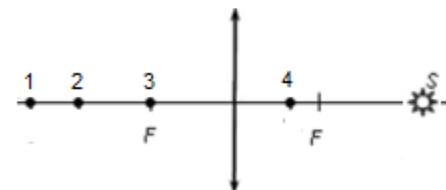


Ответ: _____

14 Расстояние между двумя точечными зарядами увеличили в 3 раза, при этом величину одного из зарядов увеличили в 3 раза. Во сколько раз уменьшился модуль сил взаимодействия .

Ответ: в _____ раза

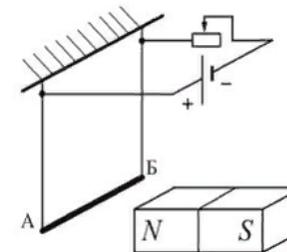
15 Какая из точек (1, 2, 3 или 4), показанных на рисунке, является изображением точки S в тонкой собирающей линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: _____

16 Алюминиевый проводник AB подвешен на тонких медных проволочках и подключен к источнику постоянного напряжения так, как показано на рисунке. Справа от проводника находится северный полюс постоянного магнита. Ползунок реостата плавно перемещают **влево**.

Из приведенного ниже списка **два** правильных утверждения.



- 1) Сопротивление реостата увеличивается.
- 2) Линии магнитного поля, созданного магнитом, вокруг проводника AB направлены вправо.
- 3) Сила Ампера, действующая на проводник AB , увеличивается..
- 4) Силы натяжения проволочек, на которых подвешен проводник уменьшаются
- 5) Сила тока, протекающего по проводнику AB , уменьшается.

Ответ:

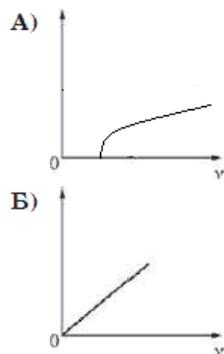
--	--



21 При освещении металлической пластины светом наблюдается фотоэффект. Частоту света ν плавно изменяют. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от частоты падающего света эти графики могут представлять.

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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) работа выхода фотоэлектрона из металла
- 2) максимальный импульс фотоэлектронов
- 3) энергия падающего на металл фотона
- 4) максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

Ответ:

А	Б

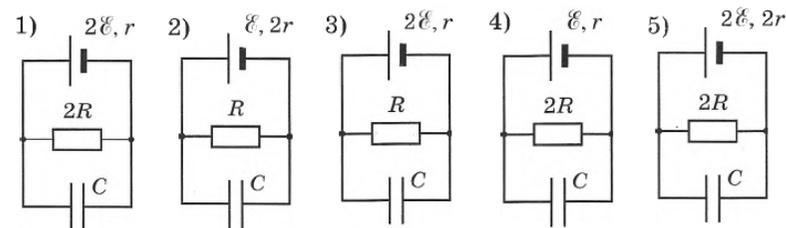
22 В книге 250 листов. По результатам измерения с помощью миллиметровой линейки толщина книги составила 3,5 см. Чему равна толщина одного листа, если погрешность линейки 1 мм.

Чему равна толщина одного листа книги с учетом погрешности?

Ответ: (_____ ± _____) мм

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

23 Необходимо экспериментально изучить зависимость заряда, накопленного конденсатором, от ЭДС аккумулятора?



Какие две схемы следует использовать для проведения такого исследования?

В ответ запишите номера выбранных опытов.

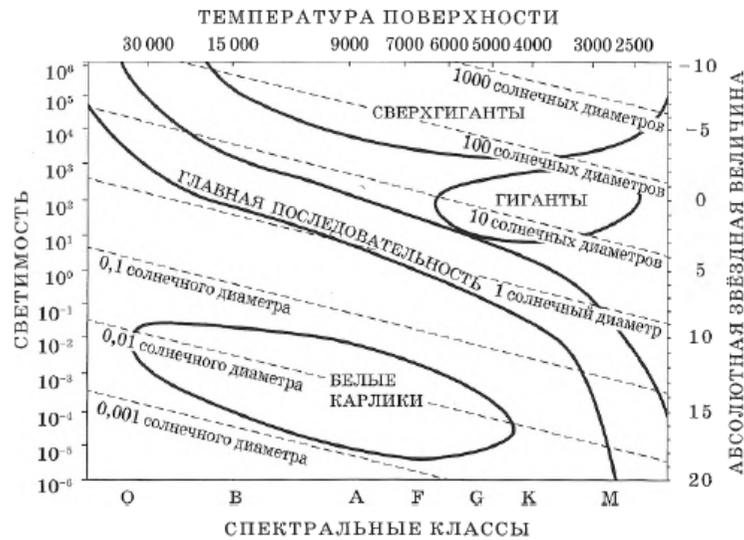
Ответ:

--	--



24

На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга-Рессела.



Выберете *все* утверждения о звездах, которые соответствуют диаграмме и укажите их номера.

- 1) Радиус звезды Бетельгейзе почти в 1000 раз превышает радиус Солнца, а значит, она относится к сверхгигантам;
- 2) Плотность белых карликов существенно выше средней плотности гигантов.
- 3) «Жизненный цикл» звезды спектрального класса О главной последовательности более длительный, чем звезды спектрального класса F главной последовательности.
- 4) Температура поверхности звезд спектрального класса А выше температуры поверхности звезд спектрального класса G.
- 5) Звезды спектрального класса А имеют температуру поверхности не выше 5000 К.

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.

Ответом к заданиям 25–26 является число. Запишите это число 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.

25

Газ находится в запаянной колбе при температуре 300 К, давление газа равно 120 кПа. Чему станет равным давление газа в колбе, если колбу поместить в морозильную камеру с температурой 200 К? Ответ выразите в кПа

Ответ: _____ кПа

26

Фокусное расстояние собирающей линзы равно 40 см. На каком расстоянии от линзы находится изображение предмета, расположенного на расстоянии 24 см от линзы.

Ответ: _____ см

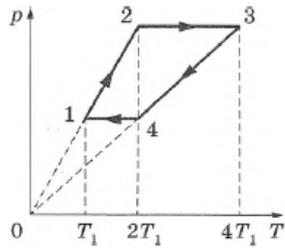
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, что каждый ответ записан в строке с номером соответствующего задания

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.

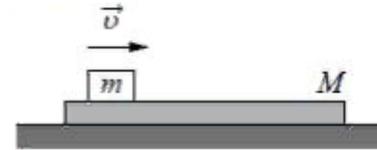
- 27** В тепловом двигателе 3 моль неона совершают цикл 1-2-3-4-1, показанный на графике в координатах $p-T$, где p – давление газа, T – абсолютная температура. Температуры в точках 2 и 4 равны и в 2 раза больше температуры в точке 1, а температура в точке 3 в 4 раза больше температуры в точке 1. Постройте график этого процесса в переменных $p-V$. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики. Найдите модуль отношения работ $|A_{13} / A_{41}|$.



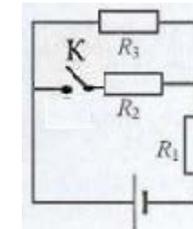
Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- 28** Какой путь пройдет тело за 2 с, двигаясь по прямой в одном направлении, если его скорость за это время уменьшилась в 3 раза? Модуль ускорения тела равен 5 м/с^2 .

- 29** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2 \text{ кг}$. По доске скользит шайба массой $m = 0,5 \text{ кг}$. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы $v_0 = 2 \text{ м/с}$, а доска покоится. В момент $\tau = 0,8 \text{ с}$ шайба перестает скользить по доске. Определите скорость шайбы в начальный момент (доска в начальный момент покоится).



- 30** Два одинаковых теплоизолированных сосуда соединены короткой трубкой с краном. Объем каждого сосуда $V = 1 \text{ м}^3$. В первом сосуде находится $\nu_1 = 1$ моль гелия при температуре $T_1 = 400 \text{ К}$; во втором – $\nu_2 = 3$ моль аргона при температуре T_2 . Кран открывают. После установления равновесного состояния давление в сосудах $p = 5,4 \text{ кПа}$. Определите первоначальную температуру аргона T_2 .
- 31** Определить во сколько раз изменилась мощность третьего резистора после размыкания ключа в схеме, изображенной на рисунке. $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ Ом}$, $r = 0,50 \text{ Ом}$.



- 32 На поверхность водяной капли объемом $V=1 \text{ мм}^3$ ежесекундно падает $N=10^{16}$ фотонов с длиной волны $\lambda = 500 \text{ нм}$. Все фотоны поглощаются водой. За какое время капля нагреется на $\Delta T = 47 \text{ К}$?

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

О проекте «Пробный ЕГЭ каждую неделю»

Данный ким составлен командой всероссийского волонтерского проекта «ЕГЭ 100 баллов» <https://vk.com/ege100ballov> и безвозмездно распространяется для любых некоммерческих образовательных целей.

Нашли ошибку в варианте?

Напишите нам, пожалуйста, и мы обязательно её исправим!

Для замечаний и пожеланий: https://vk.com/topic-10175642_39951777
(также доступны другие варианты для скачивания)

Список источников:

- варианты ЕГЭ основная волна 2019

СОСТАВИТЕЛЬ ВАРИАНТА:	
ФИО:	Вахнина Светлана Васильевна
Предмет:	физика
Стаж:	11 лет
Аккаунт ВК:	https://vk.com/id249117870
Сайт и доп. информация:	https://vk.com/examcourses

Корректоры варианта

Елена Гущина https://vk.com/bagira_wise
 Людмила Макашутина <https://vk.com/id135579343>
 Михаил Кузьмин <https://vk.com/mukuzmin1986>
 Ирина Малова <https://vk.com/id42453932>
 Ольга Лопатина <https://vk.com/id184477882>
 Светлана Гнедая <https://vk.com/lana201463>
 Александр Халилов <https://vk.com/a.khalilov2013>
 Наталья Стрелкова <https://vk.com/id60494864>



Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания 1–24

Задания 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22 и 23 части 1 и задания 25 и 26 части 2 оцениваются 1 баллом. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Задания 5–7, 11, 12, 16–18 и 21 части 1 оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущено две ошибки. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные), то ставится 0 баллов. Задание 24 оценивается 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 допущено две ошибки. В заданиях 5, 11, 16 и 24 порядок записи цифр в ответе может быть различным.

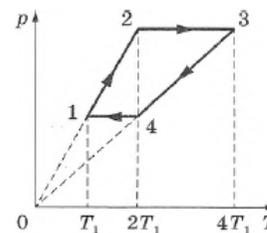
№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	150	14	3
2	16	15	2
3	10	16	34
4	2,5	17	22
5	25/52	18	31
6	23	19	84214
7	34	20	0,25
8	150	21	23
9	20	22	0,1400,004
10	5520	23	14
11	12	24	124
12	22	25	80
13	вверх	26	60

Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом

Решения заданий 27–32 части 2 (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 экзаменуемым ответа выставляется от 0 до 2 баллов за задание 27 и от 0 до 3 баллов за задания 28 и 29–32.

27

В тепловом двигателе 3 моль неона совершают цикл 1-2-3-4-1, показанный на графике в координатах p - T , где p – давление газа, T – абсолютная температура. Температуры в точках 2 и 4 равны и в 2 раза больше температуры в точке 1, а температура в точке 3 в 4 раза больше температуры в точке 1. Постройте график этого процесса в переменных p - V . Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики. Найдите модуль отношения работ $|A_{13} / A_{41}|$.



Возможное решение:

Анализируя график цикла, получим, что он состоит из двух изохор (1-2, 3-4) и двух изобар (2-3, 4-1). В процессе 1-2, согласно закону Шарля,

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}, \quad \frac{p_1}{T_1} = \frac{T_1}{2T_1} = \frac{1}{2}, \quad p_2 = 2p_1.$$

В процессе 4-1, согласно закону Гей-Люссака $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_4}{T_4}$;

$$\frac{V_1}{V_4} = \frac{T_1}{T_4} = \frac{T_1}{4T_1} = \frac{1}{4}, \quad \text{тогда } V_4 = 4V_1.$$

При построении графика процесса в переменных p - V , учтем, что $V_1 = V_2$, $V_3 = V_4 = 4V_1$, $p_1 = p_4$, $p_2 = p_3 = 2p_1$.





Найдем работу на участке 1-3: $A_{13} = A_{12} + A_{23} = A_{23}$ (процесс 1-2 изохорный $A_{12} = 0$). Работа, совершенная газом, численно равна площади фигуры, ограниченной графиком:

$$A_{13} = A_{23} = (V_3 - V_2) \cdot 2p_1 = 3V_1 \cdot 2p_1 = 6p_1V_1.$$

Найдем работу на участке 4-1:

$$A_{41} = (V_1 - V_4) \cdot p_1 = -3V_1 \cdot p_1 = -3p_1V_1.$$

Найдем модуль отношения работ: $|\frac{A_{13}}{A_{41}}| = \frac{6p_1V_1}{3p_1V_1} = 2.$

Ответ: $|\frac{A_{13}}{A_{41}}| = 2.$

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>законы изопроцессов: Шарля и Гей-Люссака, работа газа при изохорном процессе, графический смысл работы в термодинамике</i>); <i>построен график процесса в заданных переменных.</i>	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков. 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.)	2

И (ИЛИ)

<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>	
<p>Представлено решение, соответствующее одному 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> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p> <p style="text-align: right;"><i>Максимальный балл</i></p>	0 3

28 Какой путь пройдет тело за 2 с, двигаясь по прямой в одном направлении, если его скорость за это время уменьшилась в 3 раза? Модуль ускорения тела равен 5 м/с^2 .

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190902



Возможное решение:

Так как скорость уменьшилась в 3 раза, то $v_0 = 3v$, где v_0 – начальная скорость тела, v – скорость тела через 2 с. Запишем формулу для определения скорости тела при равноускоренном движении: $v_x = v_{0x} + a_x t = 3v_x + a_x t$, выполнив преобразование, получим выражение для определения конечной скорости ($a_x = -5 \frac{M}{c^2}$, так как скорость тела уменьшается): $v_x = -\frac{a_x \cdot t}{2} = -\frac{-5 \cdot 2}{2} = 5(M/c)$. Тогда начальная скорость будет равна: $v_{0x} = 3v_x = 15(M/c)$. Так как тело двигалось в одном направлении, то пройденный путь равен перемещению тела: так как $v_x^2 - v_{0x}^2 = 2a_x(x_2 - x_1)$, то $l = s = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x} = \frac{5^2 - 15^2}{2 \cdot (-5)} = 20(M)$.

Ответ: $l = 20M$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формулы для определения скорости и перемещения при равноускоренном движении</i>); II) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но допущена ошибка в ответе или в математических преобразованиях или вычислениях. ИЛИ	1

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	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	2

29 На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой $M = 2$ кг. По доске скользит шайба массой $m = 0,5$ кг. Коэффициент трения между шайбой и доской $\mu = 0,2$. В начальный момент времени скорость шайбы $v_0 = 2$ м/с, а доска покоится. В момент $\tau = 0,8$ с шайба перестает скользить по доске. Определите скорость шайбы в начальный момент.



Возможное решение:

Рассмотрим силы, действующие на шайбу: сила реакции опоры \vec{N} , сила тяжести $m\vec{g}$ и сила трения $\vec{F}_{тр}$ со стороны доски. Точно такая же по модулю (согласно третьему закону Ньютона), но противоположная по направлению $\vec{F}'_{тр}$ действует на доску со стороны шайбы, при этом шайбу она тормозит, а доску разгоняет из состояния покоя. Внешние силы, действующие на систему тел «шайба-доска», направлены по вертикали и в сумме равны нулю. Импульс системы тел



<p>«шайба-доска» сохраняется: $mv_0 = (M + m)v$, где v – конечная скорость шайбы и доски, после того как шайба перестала скользить по доске, v_0 – начальная скорость шайбы. Тогда $v_0 = \frac{(M + m)v}{m}$.</p> <p>Запишем второй закон Ньютона для доски в проекции на ось OX: $F'_{mp} = Ma$, так как по модулю $F'_{mp} = F_{mp}$, а $F_{mp} = \mu N = \mu mg$, то $Ma = \mu mg$, откуда можно получить $a = \frac{\mu mg}{M}$. Под действием силы трения доска разгоняется до скорости v за время τ. Тогда $v = v_0 + a\tau = a\tau = \frac{\mu mg\tau}{M}$ (так как начальная скорость доски $v_0 = 0$).</p> <p>Подставим полученное выражение в уравнение для начальной скорости шайбы: $v_0 = \frac{(M + m) \cdot \mu mg\tau}{Mt} = \frac{(M + m) \cdot \mu g\tau}{M}$. Подставим численные значения физических величин: $v_0 = \frac{(2 + 0,5) \cdot 0,2 \cdot 10 \cdot 0,8}{2} = 2 (м/с)$.</p> <p>Ответ: 2 м/с.</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) Записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон сохранения импульса, второй и третий законы Ньютона, формула для определения скорости при равноускоренном движении</i>).</p> <p>II) сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих на шайбу, указано направление силы трения, действующей на доску;</p> <p>III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p>	3

<p>IV) проведены 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 необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190902



Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

30

Два одинаковых теплоизолированных сосуда соединены короткой трубкой с краном. Объем каждого сосуда $V = 1 \text{ м}^3$. В первом сосуде находится $\nu_1 = 1$ моль гелия при температуре $T_1 = 400 \text{ К}$; во втором – $\nu_2 = 3$ моль аргона при температуре T_2 . Кран открывают. После установления равновесного состояния давление в сосудах $p = 5,4 \text{ кПа}$. Определите первоначальную температуру аргона T_2 .

Возможное решение:

Так как сосуды теплоизолированные, то отсутствует теплообмен газов с окружающими телами. Суммарный объем газов не меняется, тогда, пренебрегая работой сил вязкого трения, возникающих при перетекании газов при их смешивании, можно сделать вывод, что газы не совершают работы над внешними телами. Следовательно, согласно первому закону термодинамики, суммарная внутренняя энергия смеси газов сохраняется: $U_1 + U_2 = U'_1 + U'_2$, где U_1, U'_1 – внутренняя энергия гелия до и после открытия крана соответственно,

U_2, U'_2 – внутренняя энергия аргона до и после открытия крана.

$$\frac{3}{2} \nu_1 RT_1 + \frac{3}{2} \nu_2 RT_2 = \frac{3}{2} \nu_1 RT + \frac{3}{2} \nu_2 RT, \text{ где } T - \text{температура смеси газов.}$$

Выполнив преобразования, получим $T = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2}$. (1)

Найдем давление смеси газов. Согласно закону Дальтона:

$p = p_1 + p_2$, где p_1, p_2 – парциальные давления газов. Из уравнения

Менделеева-Клапейрона получим выражение для парциальных давлений газов: $p_1 2V = \nu_1 RT$, $p_2 2V = \nu_2 RT$. Откуда $p_1 = \frac{\nu_1 RT}{2V}$,

$p_2 = \frac{\nu_2 RT}{2V}$. Подавим в формулу для давления смеси газов

$p = (\nu_1 + \nu_2) \frac{RT}{2V}$. Выразим температуру смеси: $T = \frac{2pV}{(\nu_1 + \nu_2)R}$.

Подставим в формулу (1): $\frac{2pV}{(\nu_1 + \nu_2)R} = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2}$;	
$\frac{2pV}{R} = \nu_1 T_1 + \nu_2 T_2$; $T_2 = \frac{2pV}{\nu_2 R} - \frac{\nu_1 T_1}{\nu_2} = \frac{2pV - \nu_1 RT_1}{\nu_2 R}$; Подставим	
численные значения физических величин:	
$T_2 = \frac{2 \cdot 5,4 \cdot 10^3 \cdot 1 - 1 \cdot 400 \cdot 8,31}{3 \cdot 8,31} \approx 300 \text{ К}$.	
Ответ: $T_2 = 300 \text{ К}$.	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае <i>закон сохранения энергии смеси газов, закон Дальтона, формула для определения внутренней энергии одноатомного газа, уравнение Менделеева-Клапейрона</i>). 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>); III) проведены 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	3
1	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> 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.	1
ИЛИ	

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190902

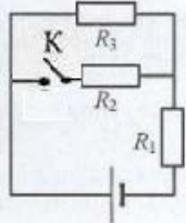


В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	
ИЛИ	
В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

31

Определить во сколько раз изменится мощность, выделяемая на третьем резисторе, после размыкания ключа в схеме, изображенной на рисунке. $R_1 = R_2 = R_3 = 1\text{ Ом}, r = 0,5\text{ Ом}$.

Возможное решение



Запишем закон Ома для полной цепи при замкнутом ключе:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_0 + r}, \text{ где } R_0 \text{ — полное сопротивление внешней цепи. Резисторы } R_2, R_3 \text{ соединены параллельно с друг с другом и последовательно с резистором } R_1. \text{ Тогда } \frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{1} + \frac{1}{1} = \frac{2}{1}, \text{ следовательно, } R_{23} = 0,5 \text{ Ом, } R_0 = R_{23} + R_1 = 0,5 + 1 = 1,5 \text{ (Ом).}$$

$$I = I_1 = I_2 + I_3; \text{ где } I_1, I_2, I_3 \text{ — силы тока через первый, второй и}$$

третий резисторы, соответственно. Так как $U_2 = U_3$, а $R_2 = R_3$, то, согласно закону Ома для участка цепи $I_3 = \frac{U_3}{R_3}, I_2 = I_3 = \frac{I}{2}$. Мощность, выделяемая на третьем резисторе до размыкания ключа:

$$P = I_3^2 R_3 = \left(\frac{I}{2}\right)^2 \cdot R_3 = \left(\frac{\varepsilon}{2(R_0 + r)}\right)^2 \cdot R_3. \text{ После размыкания ключа, первый и третий резисторы будут соединены последовательно, и общее сопротивление внешней цепи будет равно:}$$

$$R'_0 = R_1 + R_3 = 1 + 1 = 2 \text{ Ом. Сила тока в цепи после размыкания ключа: } I' = \frac{\varepsilon}{R'_0 + r}, \text{ тогда мощность, выделявшаяся на третьем резисторе } P' = \left(\frac{\varepsilon}{R'_0 + r}\right)^2 \cdot R_3. \text{ Тогда:}$$

$$\frac{P'}{P} = \frac{\left(\frac{\varepsilon}{R'_0 + r}\right)^2 \cdot R_3}{\left(\frac{\varepsilon}{2(R_0 + r)}\right)^2 \cdot R_3} = \left(\frac{2(R_0 + r)}{R'_0 + r}\right)^2 = \left(\frac{2(1,5 + 0,5)}{2 + 0,5}\right)^2 = \left(\frac{4}{2,5}\right)^2;$$

$$\frac{P'}{P} = 2,56.$$

Ответ: $\frac{P'}{P} = 2,56$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: Г) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон Ома для полной цепи постоянного тока, закон Ома для участка цепи, формулы для определения сопротивления проводников, соединенных последовательно и параллельно, формулы для силы</i>	3



<p>тока и напряжения при последовательном и параллельном соединении, формула для определения мощности, выделяемой на резисторе);</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) проведены 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 необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, 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</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному 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</p>	1

<p>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 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>Максимальный балл</p>	3

32

На поверхность водяной капли объемом $V = 1 \text{ мм}^3$ ежесекундно падает $N=10^{16}$ фотонов с длиной волны $\lambda = 500 \text{ нм}$. Все фотоны поглощаются водой. За какое время капля нагреется на $\Delta T = 47 \text{ К}$?

Возможное решение:

По условию задачи вся энергия фотонов идет на нагревание воды. Составим уравнение теплового баланса: $Q = E$, где E – энергия всех фотонов, Q – количество теплоты, необходимое для нагревания воды.

$Q = Cm\Delta T$, где m – масса капли, C – удельная теплоемкость воды.

Так как $m = \rho V$, где $\rho = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ – плотность воды, то

$Q = C \cdot \rho \cdot V \cdot \Delta T$.

Энергия одного фотона равна $E_1 = \frac{hc}{\lambda}$, тогда энергия N фотонов, падающих за 1 с: $E_n = N \cdot \frac{hc}{\lambda}$, за время t выделится энергия

$E = \frac{N \cdot h \cdot c}{\lambda} \cdot t$.

Запишем уравнение теплового баланса с учетом полученных выражений: $\frac{N \cdot h \cdot c \cdot t}{\lambda} = C \cdot \rho \cdot V \cdot \Delta T$, откуда $t = \frac{C \cdot \rho \cdot V \cdot \Delta T \cdot \lambda}{N \cdot h \cdot c}$.

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190902



Подставим численные значения: $t = \frac{4,2 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \cdot 10^{-9} \cdot 47 \cdot 5 \cdot 10^{-7}}{10^{16} \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} = 49,8(c) \approx 50(c).$ Ответ: $t \approx 50c$.	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>уравнение теплового баланса, формула для определения количества теплоты, энергии фотонов, массы тела</i>); 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>); III) проведены 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	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются 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, 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)	2

Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка	
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> 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
<i>Максимальный балл</i>	3

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».



Если расхождение составляет 2 или более балла за выполнение любого из заданий 25–32, то третий эксперт проверяет только те ответы на задания, которые вызвали столь существенное расхождение.

