

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	13 600 кг/м ³
Удельная теплоёмкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	460 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
Удельная теплота			
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг		
Нормальные условия: давление – 10 ⁵ Па, температура – 0 °С			
Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	гелия	4·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
воды	18·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ 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.

Задание 1

Тело брошено вертикально вверх. Через 0,5 с после броска его скорость 20 м/с. Какова начальная скорость тела? Сопротивлением воздуха пренебречь. (Ответ дайте в метрах в секунду.)

Ответ: _____

Задание 2

Мальчик скатился с горки высотой 10 метров и проехал путь 50 метров по горизонтальному участку дороги. Чему равен коэффициент трения? Трением на горке пренебречь.

Ответ: _____

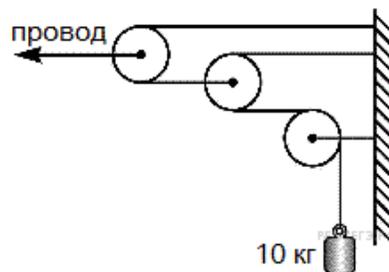
Задание 3

Телу массой 4 кг, находящемуся на шероховатой горизонтальной плоскости, сообщили вдоль неё скорость 10 м/с. Определите модуль работы, совершённой силой трения, с момента начала движения тела до того момента, когда скорость тела уменьшится в 2 раза.

Ответ: _____

Задание 4

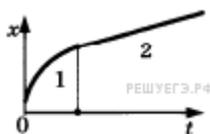
На железной дороге для натяжения проводов используется показанная на рисунке система, состоящая из легких блоков и тросов, натягиваемых тяжелым грузом. Чему равна сила натяжения провода? (Ответ дайте в ньютонах.) Трение в осях блоков мало. Блоки и нити считайте невесомыми.



Ответ: _____

Задание 5

Бусинка скользит по неподвижной горизонтальной спице. На графике изображена зависимость координаты бусинки от времени. Ось Ox параллельна спице. На основании графика выберите два верных утверждения о движении бусинки.



- 1) На участке 1 проекция ускорения a_x бусинки отрицательна.
- 2) На участке 1 модуль скорости остается неизменным, а на участке 2 — уменьшается.
- 3) На участке 1 модуль скорости увеличивается, а на участке 2 — уменьшается.
- 4) На участке 1 модуль скорости уменьшается, а на участке 2 — остается неизменным.
- 5) В процессе движения вектор скорости бусинки менял направление на противоположное.

Ответ: _____

Задание 6

Груз массой m подвешенный к длинной нерастяжимой нити длиной l совершает колебания с периодом T . Угол максимального отклонения равен α_m . Что произойдет с периодом колебаний, максимальной кинетической энергией и частотой колебаний нитяного маятника, если при неизменном максимальном угле отклонения груза уменьшить длину нити?

К каждому элементу первого столбца подберите элемент из второго и внесите в строку ответов выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Период колебаний
- Б) Максимальная кинетическая энергия
- В) Частота колебаний

ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) Увеличивается
- 2) Уменьшается
- 3) Не изменится

Ответ: _____

Задание 7

Установите соответствие между описанием приборов и их названиями: к каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент из второго и внесите в строку ответов выбранные цифры под соответствующими буквами.

ОПИСАНИЕ ПРИБОРОВ

- А) Прибор, измеряющий мгновенную скорость тела
- Б) Прибор, измеряющий силу, действующую на тела
- В) Прибор, измеряющий ускорение
- Г) Прибор, измеряющий атмосферное давление

НАЗВАНИЕ ПРИБОРОВ

- 1) гигрометр
- 2) спидометр
- 3) динамометр
- 4) измерительная линейка
- 5) акселерометр
- 6) барометр-анероид

Ответ: _____

Задание 8

В закрытом сосуде объёмом 20 литров находится 5 моль кислорода. Температура газа равна 127 °С. Чему равно давление газа? Ответ выразите в кПа.

Ответ: _____

Задание 9

Один моль идеального одноатомного газа, находящегося при температуре +27 °С, изохорически нагревают. Определите, во сколько раз изменится температура этого газа, если в этом процессе сообщить газу количество теплоты 11218 Дж. Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____

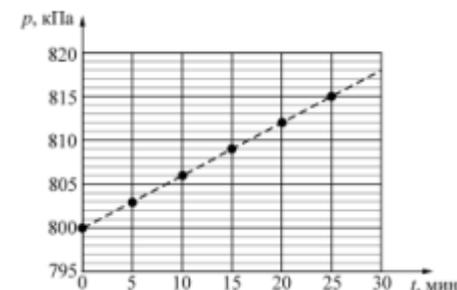
Задание 10

Относительная влажность воздуха в сосуде, закрытом поршнем, равна 30 %. Какова будет относительная влажность, если перемещением поршня объём сосуда при неизменной температуре уменьшить в 3 раза? (Ответ дать в процентах.)

Ответ: _____

Задание 11

В закрытом сосуде объёмом 8,3 литра находится одноатомный идеальный газ при температуре 127 °С. Начиная с момента времени $t = 0$ давление p газа изменяется так, как показано на приведённом графике. На основании анализа графика выберите два верных утверждения.



- 1) Количество теплоты, переданное газу за первые 10 минут, равно 74,7 Дж.
- 2) Работа газа за первые 10 минут больше, чем работа газа за следующие 10 минут.
- 3) Изменение внутренней энергии газа за первые 20 минут равно 149,4 Дж.
- 4) В момент времени $t = 25$ мин температура газа станет равной 407,5 °С.
- 5) По заданным в задаче параметрам определить число молей газа в сосуде не представляется возможным.

Ответ: _____

Задание 12

Чугунная деталь массой 0,1 кг нагрета до температуры +144 °С и помещена в калориметр, снабжённый термометром. Из-за несовершенства теплоизоляции калориметра за любые 5 минут температура (в градусах Цельсия) его содержимого уменьшается в 1,2 раза. Что будет показывать термометр (в градусах Цельсия) через 10 минут после начала наблюдения и какое количество теплоты (в Дж) потеряет деталь за 15 минут с начала наблюдения?

Установите соответствие между величинами и их значениями.

Удельная теплоёмкость чугуна 500 Дж/(кг·К).

ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ЗНАЧЕНИЯ
----------	----------------

- | | |
|---|-------------------|
| А) показание термометра (в градусах Цельсия) через 10 минут после начала наблюдения | 1) ≈ 4150 |
| Б) количество теплоты (в Дж), потерянное деталью за 15 минут с начала наблюдения | 2) 100 |
| | 3) ≈ 3030 |
| | 4) ≈ 83 |

Ответ: _____

Задание 13

Два длинных прямых провода, по которым протекают постоянные электрические токи, расположены параллельно друг другу. В таблице приведена зависимость модуля силы F магнитного взаимодействия этих проводов от расстояния r между ними.

$r, \text{ м}$	1	2	3	4	5
$F, \text{ мкН}$	24	12	8	6	4,8

Чему будет равен модуль силы магнитного взаимодействия между этими проводами, если расстояние между ними сделать равным 6 м, не меняя силы текущих в проводах токов? (Ответ дать в мкН.)

Ответ: _____

Задание 14

Сила тока в проводнике постоянна и равна 0,5 А. За сколько секунд заряд 60 Кл пройдёт по проводнику?

Ответ: _____

Задание 15

Чему равен синус угла полного внутреннего отражения при переходе света из вещества, где скорость света равна $0,5c$ в вещество, где скорость света равна $0,8c$? (c — скорость света в вакууме).

Ответ: _____

Задание 16

Луч света идёт в воде, падает на плоскую границу раздела вода — воздух и целиком отражается от границы раздела. Затем угол падения луча на границу раздела начинают уменьшать. Выберите два верных утверждения о характере изменений углов, характеризующих ход луча, и о ходе самого луча.

- 1) Угол отражения луча будет уменьшаться.
- 2) Может появиться преломлённый луч.
- 3) Отражённый луч может совсем исчезнуть.
- 4) Если преломление будет возможно, то угол преломления луча будет увеличиваться.
- 5) Угол отражения может стать больше угла падения.

Ответ: _____

Задание 17

Установите соответствие между разновидностями тонкой линзы и результатами преломления в ней параллельных лучей. К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

РАЗНОВИДНОСТИ ТОНКОЙ ЛИНЗЫ	РЕЗУЛЬТАТ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЛУЧЕЙ
-------------------------------	---

- | | |
|----------------------------------|--|
| А) Собирающая
Б) Рассеивающая | 1) Лучи, параллельные главной оптической оси линзы, пройдя через нее, пройдут затем через ее дальний фокус
2) Лучи, параллельные главной оптической оси линзы, пройдя через нее, пересекутся затем в ее ближнем фокусе
3) Лучи, параллельные главной оптической оси линзы, пройдя через нее, будут казаться расходящимися из ее ближнего фокуса
4) Лучи, параллельные главной оптической оси линзы, пройдя через нее, соберутся в ее дальнем фокусе |
|----------------------------------|--|

Ответ: _____

Задание 18

Установите соответствие между физическими явлениями и их природой. К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ПРИРОДА
А) Звук Б) Свет	1) Электрические колебания 2) Электромагнитные колебания 3) Механические колебания 4) Электромеханические колебания

Ответ: _____

Задание 19

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д. И. Менделеева.

	I	II	III
1	1 H 1,00797 Водород		
2	3 Li 6,939 Литий	4 Be 9,0122 Бериллий	5 B 10,811 Бор
3	11 Na 22,9898 Натрий	12 Mg 24,312 Магний	13 Al 26,9815 Алюминий

Укажите число электронов в атоме натрия.

Ответ: _____

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

Задание 20

Металлическую пластину освещают светом с энергией фотонов 6,2 эВ. Работа выхода для металла пластины равна 2,5 эВ. Какова максимальная кинетическая энергия образовавшихся фотоэлектронов? (Ответ дать в электронвольтах.)

Ответ: _____

Задание 21

Установите соответствие между определением физической величины и названием величины, к которому оно относится.

К каждому элементу левого столбца подберите соответствующий элемент из правого и внесите в строку ответов выбранные цифры под соответствующими буквами.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Величина, определяющая интенсивность электромагнитного взаимодействия частиц (тел) с другими частицами (телами).
- Б) Величина, определяющая скорость радиоактивного распада.

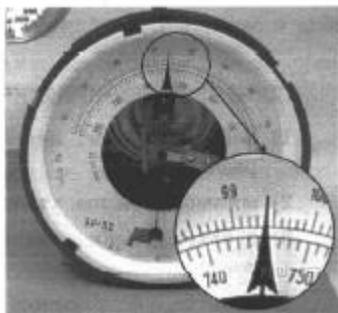
НАЗВАНИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) Энергия связи
- 2) Электрический заряд
- 3) Коэффициент размножения нейтронов
- 4) Период полураспада

Ответ: _____

Задание 22

С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в кПа, а нижняя шкала — в мм рт. ст. Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра. Запишите в ответ величину атмосферного давления, выраженного в кПа, с учётом погрешности измерений. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.

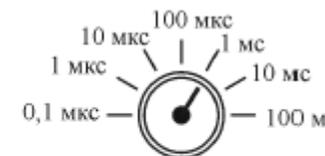
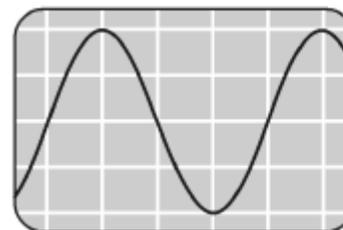


Ответ: _____

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

Задание 23

Ученик при помощи осциллографа изучал вынужденные колебания в колебательном контуре, состоящем из последовательно соединённых проволочной катушки, конденсатора и резистора с небольшим сопротивлением. Индуктивность катушки равна 5 мГн. На рисунке показан вид экрана осциллографа при подключении его щупов к выводам конденсатора для случая резонанса. Также на рисунке изображён переключатель осциллографа, который позволяет изменять масштаб изображения вдоль горизонтальной оси: поворачивая этот переключатель, можно устанавливать, какому промежутку времени соответствует одно деление экрана осциллографа. Определите, чему равна ёмкость используемого в колебательном контуре конденсатора? (Ответ дать в мкФ, округлив до целых.)



Ответ: _____

Задание 24

Определите полуденную высоту Солнца в Петрозаводске ($\varphi = +61^\circ 47'$) в день летнего солнцестояния.

В ответе градусы и минуты запишите слитно без знаков, например, вместо $+61^\circ 47'$ укажите 6147.

Ответ: _____

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 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.

Задание 25

Из корзины воздушного шара, равномерно поднимающегося вверх с постоянной скоростью 1 м/с, запускают игрушечную ракету массой 1 кг. Ракета стартует, не имея начальной скорости относительно шара, и движется вертикально вниз при работающем двигателе, который развивает постоянную силу тяги, равную по модулю 2 Н. Через какое время после старта ракета врежется в землю, если в момент старта корзина находилась на высоте 57 м над землёй? Соппротивлением воздуха и изменением массы ракеты можно пренебречь. Ответ выразите в секундах и округлите до десятых долей.

Ответ: _____

Задание 26

При помощи первого электрокипятильника можно вскипятить 200 г воды в стакане за 2 минуты, а при помощи второго, включённого в ту же розетку, - за 3 минуты. За какое время закипит та же масса воды в стакане, если подключить эти кипятильники параллельно? Теплопотерями пренебречь. Ответ приведите в минутах.

Ответ: _____

Задание 27

Металлическую пластинку облучают монохроматическим светом, длина волны которого составляет $2/3$ длины волны, соответствующей красной границе фотоэффекта для этого металла. Работа выхода электронов для исследуемого металла равна 4 эВ. Определите максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов, вылетающих из металлической пластинки под действием этого света. Ответ приведите в электронвольтах.

Ответ: _____

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

Задание 28

Известно, что сжиженные газы с низкими температурами кипения при нормальном давлении (например, метан, азот, кислород, водород, гелий) нельзя хранить в герметично закрытых сосудах, даже если они имеют хорошую теплоизоляцию. При хранении в открытых теплоизолированных сосудах, сообщающихся с атмосферой, потери таких газов на испарение, отнесённые к единице объёма жидкости, тем меньше, чем больше объём сосуда.

Объясните причины вышеизложенного, основываясь на известных физических законах и закономерностях.

Задание 29

К вертикальной пружине жесткостью 400 Н/м прикреплен груз. Система находится в равновесии. В определенный момент времени часть груза отцепляется, и пружина смещается на 3 см . Система снова приходит в равновесие. Определите массу отцепившейся части груза.

Задание 30

Железный шарик радиусом $r = 2 \text{ см}$ заморожен в ледяной шар радиусом $R = 3 \text{ см}$. Их охладили до температуры $t_1 = -20 \text{ }^\circ\text{C}$ и опустили в калориметр, в котором находится вода массой $m = 200 \text{ г}$ при температуре $t_2 = +30 \text{ }^\circ\text{C}$. Какая температура t установится в калориметре после достижения равновесного состояния? Потерями теплоты пренебречь. Плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900 \text{ кг/м}^3$.

Задание 31

При коротком замыкании выводов гальванического элемента сила тока в цепи равна 2 А . При подключении к выводам гальванического элемента электрической лампы электрическим сопротивлением 3 Ом сила тока в цепи равна $0,5 \text{ А}$. По результатам этих экспериментов определите ЭДС гальванического элемента.

Задание 32

Фотокатод облучают светом с длиной волны 300 нм . Красная граница фотоэффекта фотокатода 450 нм . Вычислите запирающее напряжение U между анодом и катодом.

Система оценивания экзаменационной работы по русскому языку**Задания 1–27**

За правильный ответ на каждое из заданий 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22, 23, 25–27 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Каждое из заданий 5–7, 11, 12, 16–18 и 21, 24 оценивается в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка; в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, – 0 баллов.

№ задания	Ответ
1	25
2	0,2
3	150
4	400
5	14
6	221
7	2356
8	831
9	4
10	90
11	13
12	23
13	4
14	120
15	0,625
16	12
17	13
18	32
19	11
20	3,7
21	24
22	99,40,1
23	81
24	5140
25	3,2
26	5
27	2

Часть 2

28.

1. Даже при хорошей теплоизоляции невозможно полностью устранить подвод теплоты к сжиженным газам с низкими температурами кипения через стенки сосудов, поскольку температура этих газов значительно ниже температуры окружающей среды и существует явление теплопроводности.

2. Теплота, поступающая через стенки сосуда, расходуется на испарение сжиженного газа, причём объём получившегося газа во много раз превышает объём испарившейся жидкости. Поэтому в герметичном сосуде давление будет постепенно возрастать, и сосуд в конце концов взорвётся. По этой причине сжиженные газы хранят в открытых теплоизолированных сосудах, сообщающихся с атмосферой.

3. При данной разности температур и теплопроводности стенок количество теплоты, подводимой в единицу времени к содержимому сосуда, пропорционально площади его стенок, то есть квадрату линейных размеров сосуда. В то же время масса жидкости пропорциональна её объёму, то есть кубу линейных размеров сосуда. Поэтому с увеличением размеров сосуда поток теплоты, приходящийся на единицу объёма жидкости, уменьшается, и соответственно уменьшаются относительные потери газа на испарение.

29.

Удлинение пружины в начальный момент было x_1 , а после отцепления x_2 , при этом $\Delta x = x_1 - x_2 = 3$ см. Запишем условия равновесия:

$$\begin{aligned} m_1 g &= kx_1, \\ m_2 g &= kx_2. \end{aligned}$$

Откуда

$$\Delta m = m_1 - m_2 = \frac{k\Delta x}{g} = \frac{400 \text{ Н/м} \cdot 0,03 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2} = 1,2 \text{ кг.}$$

Ответ: 1,2 кг.

30.

1. Во время теплообмена и установления теплового равновесия в калориметре тёплая вода будет охлаждаться, отдавая теплоту шару изо льда с вмороженным в него железным шариком. Часть этой теплоты пойдёт на нагревание шара до $0\text{ }^\circ\text{C}$, а оставшаяся – на плавление льда при $0\text{ }^\circ\text{C}$ и возможное нагревание системы до некоторой положительной температуры, если теплоты охлаждения воды будет достаточно для этого.

2. Вначале найдём количество теплоты, которое может отдать тёплая вода при охлаждении до $0\text{ }^\circ\text{C}$:

$$Q_{\text{охл}} = c_{\text{в}}m(t_2 - 0) = 4200 \cdot 0,2 \cdot 30 = 25,2 \text{ кДж}$$

(здесь – $c_{\text{в}}$ удельная теплоёмкость воды).

3. Затем найдём количество теплоты, необходимое для нагревания составного шара и плавления всего льда при $0\text{ }^\circ\text{C}$. Для этого вначале найдём массу железа $m_{\text{ж}}$ и льда $m_{\text{л}}$: $m_{\text{ж}} = \rho_{\text{ж}} \cdot (4/3)\pi r^3 \approx 261 \text{ г}$

(здесь $\rho_{\text{ж}}$ – плотность железа); $m_{\text{л}} = \rho_{\text{л}} \cdot (4/3)\pi(R^3 - r^3) \approx 72 \text{ г}$.

Далее имеем:

$$Q_{\text{нагр}} + Q_{\text{пл}} = (c_{\text{ж}}m_{\text{ж}} + c_{\text{л}}m_{\text{л}})(0 - t_1) + \lambda m_{\text{л}} = 6354 + 23628 \approx 29,2 \text{ кДж}$$

(здесь $c_{\text{ж}}$ и $c_{\text{л}}$ — удельная теплоёмкость железа и льда, λ – удельная теплота плавления льда).

4. Таким образом, $Q_{\text{охл}} < Q_{\text{нагр}} + Q_{\text{пл}}$, так что весь лёд при $0\text{ }^\circ\text{C}$

не растает, и в равновесии установится температура $t = 0\text{ }^\circ\text{C}$.

Ответ: $t = 0\text{ }^\circ\text{C}$.

31.

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	По закону Ома для полной цепи при коротком замыкании выводов аккумулятора $R = 0$ Ом, сила тока в цепи равна: Отсюда внутреннее сопротивление r аккумулятора равно:	$I_1 = \frac{\varepsilon}{R+r}$; $I_0 = \frac{\varepsilon}{r} = 2 \text{ А}$. $r = \frac{\varepsilon}{2}$ Ом.	1
2	При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 3 Ом сила тока в цепи равна:	$I = \frac{\varepsilon}{r+R} = \frac{\varepsilon}{3+0,5\varepsilon} = 0,5 \text{ А}$.	1
3	Отсюда получаем:	$4\varepsilon = 6 + \varepsilon$, $\varepsilon = 2 \text{ В}$.	1
	Максимальный балл		3

32.

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: Записано условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода:	$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}$. $\frac{hc}{\lambda_0} = A$.	1
2	Записано выражение для запирающего напряжения — условие равенства максимальной кинетической энергии электрона и потенциальной энергии электрона в электростатическом поле:	$\frac{mv^2}{2} = eU$.	1
3	Решена система уравнений и получен ответ в алгебраической форме: Подставлены значения констант и параметров и получен ответ в числовой форме:	$U = \frac{hc}{e} \cdot \frac{\lambda_0 - \lambda}{\lambda \lambda_0}$. $U \approx 1,4 \text{ В}$.	1
	Максимальный балл		3