

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 6

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 39 заданий.

Часть 1 содержит 30 заданий (A1 – A30). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1 – B4), на которые следует дать краткий ответ. Для задания B1 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий B2-B4 в виде числа.

Часть 3 состоит из 5 заданий (C1 – C5), на которые требуется дать развернутый ответ. Необходимо записать законы физики, из которых выводятся требуемые для решения задачи соотношения.

При выполнении заданий части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы	
число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
электрический заряд	
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = - 273°C
атомная единица массы	1 а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

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

Удельная теплоемкость			
воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

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

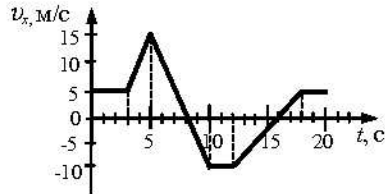
Нормальные условия	
давление	10^5 Па , температура 0°C

Молярная масса			
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	молибдена	$96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

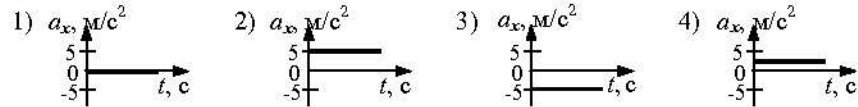
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1 – A30) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела от времени.



Проекция ускорения тела в интервале времени от 12 до 16 с представлена графиком



A2 Вертолет поднимается вертикально вверх. Какова траектория движения точки на конце лопасти винта вертолета в системе отсчета, связанной с винтом?
 1) точка 2) прямая 3) окружность 4) винтовая линия

A3 Система отсчета связана с лифтом. Эту систему можно считать инерциальной в случае, когда лифт движется
 1) замедленно вниз
 2) ускоренно вверх
 3) равномерно вверх
 4) ускоренно вниз

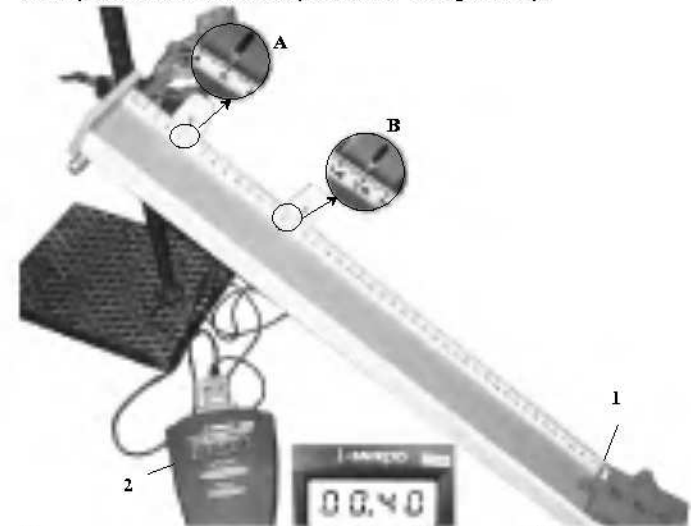
A4 На каком расстоянии от центра Земли силы притяжения космического корабля к Земле и Луне уравниваются друг друга? Масса Луны в 81 раз меньше Массы Земли, а расстояние между их центрами в 60 раз больше радиуса Земли. (R_3 – радиус Земли)
 1) $25R_3$ 2) $32R_3$ 3) $50R_3$ 4) $54R_3$

A5 Давление, созданное водой на дне озера глубиной 6 м (атмосферное давление не учитывать), равно
 1) 6 кПа 2) 60 кПа 3) 600 кПа 4) 6 МПа

A6 Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и при столкновении слипаются. Как будет направлен импульс шаров после столкновения?
 1) 2) 3) 4)

A7 Принято считать, что среди диапазона голосов певцов и певиц женское сопрано занимает частотный интервал от $\nu_1 = 250$ Гц до $\nu_2 = 1000$ Гц. Отношение граничных длин звуковых волн $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ этого интервала равно
 1) 1 2) 2 3) $\frac{1}{4}$ 4) 4

A8 На рисунке представлена фотография установки для исследования равноускоренного скольжения каретки (1) массой 0,1 кг по наклонной плоскости, установленной под углом 30° к горизонту.



В момент начала движения верхний датчик (A) включает секундомер (2), а при прохождении каретки мимо нижнего датчика (B) секундомер выключается. Числа на линейке обозначают длину в сантиметрах. Какое выражение позволяет вычислить скорость каретки в любой момент времени?

1) $v = 1,25t$ 2) $v = 0,5t$ 3) $v = 2,5t$ 4) $v = 1,9t$

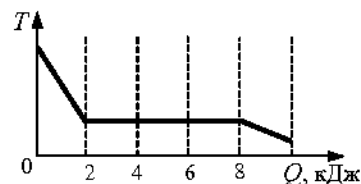
- A9** После удара клюшкой шайба стала скользить вверх по ледяной горке, и у ее вершины имела скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение шайбы о лед пренебрежимо мало, то после удара скорость шайбы равнялась
- 1) 7,5 м/с
 - 2) 15 м/с
 - 3) 12,5 м/с
 - 4) 10 м/с

- A10** Какое из утверждений правильно?
- А. Диффузия наблюдается только в газах и жидкостях.
 Б. Диффузия наблюдается только в твердых телах.
 В. Диффузия наблюдается в газах, жидкостях и твердых телах.
- 1) А
 - 2) Б
 - 3) В
 - 4) ни А, ни Б, ни В

- A11** Внутренняя энергия монеты увеличивается, если ее
- 1) заставить вращаться
 - 2) заставить двигаться с большей скоростью
 - 3) подбросить вверх
 - 4) нагреть

- A12** В результате нагревания неона абсолютная температура газа увеличилась в 4 раза. Средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул при этом
- 1) увеличилась в 4 раза
 - 2) увеличилась в 2 раза
 - 3) уменьшилась в 4 раза
 - 4) не изменилась

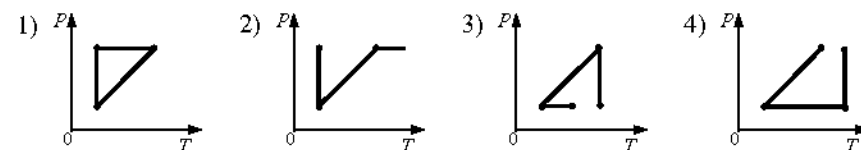
- A13** Зависимость температуры 0,2 кг первоначально газообразного вещества от количества выделенной им теплоты представлена на рисунке. Какова удельная теплота парообразования этого вещества?



- 1) 40 кДж/кг
- 2) 30 кДж/кг
- 3) 1,6 кДж/кг
- 4) 1,2 кДж/кг

- A14** В процессе эксперимента внутренняя энергия газа уменьшилась на 40 кДж, и он совершил работу 35 кДж. Следовательно, в результате теплообмена газ отдал окружающей среде
- 1) 75 кДж
 - 2) 40 кДж
 - 3) 35 кДж
 - 4) 5 кДж

- A15** Один моль идеального газа сначала сжимается при постоянной температуре, затем нагревается при постоянном давлении, и, наконец, охлаждается при постоянном объеме до первоначальной температуры. Какой из графиков в координатах p - T соответствует этим изменениям?

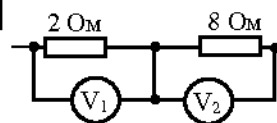


- A16** К водяной капле, имевшей электрический заряд $+3e$, присоединилась капля с зарядом $-4e$. Каким стал электрический заряд объединенной капли?
- 1) $+e$
 - 2) $+7e$
 - 3) $-e$
 - 4) $-7e$

- A17** Модуль силы взаимодействия между двумя неподвижными точечными заряженными телами равен F . Чему станет равен модуль этой силы, если увеличить заряд одного тела в 3 раза, а второго – в 2 раза?

- 1) $5F$
- 2) $\frac{1}{5}F$
- 3) $6F$
- 4) $\frac{1}{6}F$

- A18** Два резистора включены в электрическую цепь последовательно. Как соотносятся показания вольтметров, изображенных на схеме?



- 1) $U_1 = 2U_2$
- 2) $U_1 = 4U_2$
- 3) $U_1 = \frac{1}{4}U_2$
- 4) $U_1 = \frac{1}{2}U_2$

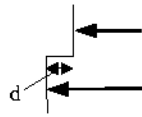
- A19** В каких средах при прохождении электрического тока не происходит переноса вещества?

- 1) металлах и полупроводниках
- 2) растворах электролитов и газах
- 3) полупроводниках и газах
- 4) растворах электролитов и металлах

A20 Определите энергию магнитного поля катушки индуктивностью $3 \cdot 10^{-4}$ Гн при силе тока через нее 6 А.

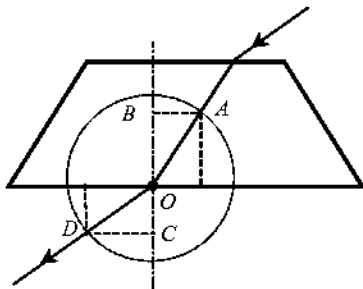
- 1) $1,08 \cdot 10^{-2}$ Дж
- 2) $0,45 \cdot 10^{-3}$ Дж
- 3) $5,4 \cdot 10^{-3}$ Дж
- 4) $0,9 \cdot 10^{-3}$ Дж

A21 Одна сторона толстой стеклянной пластины имеет ступенчатую поверхность, как показано на рисунке. На пластину, перпендикулярно ее поверхности, падает световой пучок, который после отражения от пластины собирается линзой. Длина падающей световой волны λ . При каком наименьшем из указанных значений высоты ступеньки d интенсивность света в фокусе линзы будет минимальной?



- 1) λ
- 2) $\frac{1}{8}\lambda$
- 3) $\frac{1}{3}\lambda$
- 4) $\frac{1}{4}\lambda$

A22 На рисунке показан ход светового луча через стеклянную призму.



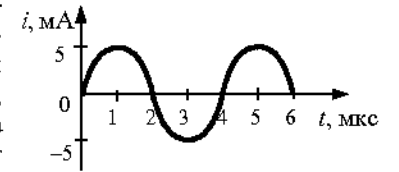
Показатель преломления стекла n определяется отношением длин отрезков

- 1) $\frac{CD}{AB}$
- 2) $\frac{AB}{CD}$
- 3) $\frac{OB}{OD}$
- 4) $\frac{OD}{OB}$

A23 На входе в электрическую цепь квартиры стоит предохранитель, размыкающий цепь при силе тока 10 А. Подаваемое в цепь напряжение равно 110 В. Какое максимальное число электрических чайников, мощность каждого из которых равна 400 Вт, можно одновременно включить в квартире?

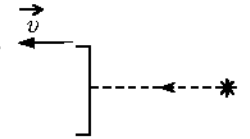
- 1) 2,7
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 2,8

A24 На рисунке приведен график гармонических колебаний тока в колебательном контуре. Если катушку в этом контуре заменить на другую катушку, индуктивность которой в 4 раза меньше, то период колебаний будет равен



- 1) 1 мкс
- 2) 2 мкс
- 3) 4 мкс
- 4) 8 мкс

A25 Свет от неподвижного источника падает перпендикулярно поверхности зеркала, которое удаляется от источника со скоростью v . Какова скорость отраженного света в инерциальной системе отсчета, связанной с зеркалом?



- 1) $c - v$
- 2) $c + v$
- 3) c
- 4) $c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

A26 Длина волны рентгеновского излучения равна 10^{-10} м. Во сколько раз энергия одного фотона этого излучения превосходит энергию фотона видимого света длиной волны $4 \cdot 10^{-7}$ м?

- 1) 25
- 2) 40
- 3) 2500
- 4) 4000

A27 Радиоактивный свинец ${}_{82}^{212}\text{Pb}$ испытав один α -распад и два β -распада, превратился в изотоп

- 1) свинца ${}_{82}^{208}\text{Pb}$
- 2) полония ${}_{84}^{212}\text{Po}$
- 3) висмута ${}_{83}^{212}\text{Bi}$
- 4) галлия ${}_{81}^{208}\text{Tl}$

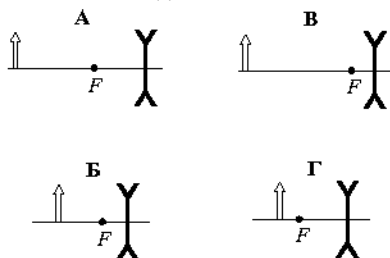
A28 Период полураспада ядер атомов радона ${}^{219}_{86}\text{Rn}$ составляет 3,9 с. Это означает, что

- 1) за 3,9 с атомный номер каждого ядра ${}^{219}_{86}\text{Rn}$ уменьшится вдвое
- 2) одно ядро ${}^{219}_{86}\text{Rn}$ распадается каждые 3,9 с
- 3) половина большого исходного количества ядер ${}^{219}_{86}\text{Rn}$ распадется за 3,9 с
- 4) все изначально имевшиеся ядра ${}^{219}_{86}\text{Rn}$ распадутся за 7,8 с

A29 В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода 3,5 эВ и стали освещать ее светом частоты $3 \cdot 10^{15}$ Гц. Затем частоту падающей на пластину световой волны увеличили в 2 раза, оставив неизменной интенсивность светового пучка. В результате этого максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

- 1) не изменилась, т.к. фотоэлектронов не будет
- 2) увеличилась более чем в 2 раза
- 3) увеличилась в 2 раза
- 4) увеличилась менее чем в 2 раза

A30 Была выдвинута гипотеза, что размер мнимого изображения предмета, создаваемого рассеивающей линзой, зависит от оптической силы линзы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта можно провести для такого исследования?



- 1) А и Б
- 2) А и В
- 3) Б и В
- 4) В и Г

Часть 2

В задании В1 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 Подвешенный на пружине груз совершает вынужденные гармонические колебания под действием силы, меняющейся с частотой ν . Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и частотой их изменения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

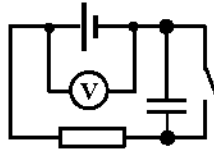
	ВЕЛИЧИНЫ	ЧАСТОТА ИЗМЕНЕНИЯ						
А) кинетическая энергия		1) $\frac{1}{2}\nu$						
Б) скорость		2) ν						
В) потенциальная энергия		3) 2ν						
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%; text-align: center;">А</th> <th style="width: 33%; text-align: center;">Б</th> <th style="width: 33%; text-align: center;">В</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			А	Б	В			
А	Б	В						

Получившуюся последовательность цифр перенесите в бланк ответов (без пробелов и каких-либо символов).

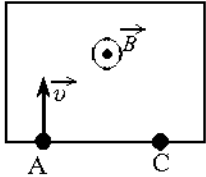
Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В2 – В4), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В2 Атмосфера Венеры состоит в основном из двуокси углерода с молярной массой $M_B = 44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, имеет температуру (у поверхности) около 700 К и давление 90 земных атмосфер. Для атмосферы Земли температура у поверхности близка к 300 К. Каково отношение плотностей атмосфер у поверхностей Венеры и Земли? Ответ округлите до целых.

В3 Схема электрической цепи показана на рисунке. Когда цепь разомкнута, вольтметр показывает 8 В. При замкнутой цепи вольтметр показывает 7 В. Сопротивление внешней цепи равно 3,5 Ом. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?



В4 Пучок ионов попадает в камеру масс-спектрометра через отверстие в точке А со скоростью $v = 3 \cdot 10^4$ м/с, направленной перпендикулярно стенке АС. В камере создается однородное магнитное поле, линии вектора индукции которого перпендикулярны вектору скорости ионов. Двигаясь в этом поле, ионы попадают на мишень, расположенную в точке С на расстоянии 18 см от точки А (см. рисунок). Чему равна индукция магнитного поля B , если отношение массы иона к его заряду $\frac{m}{q} = 6 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл?



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

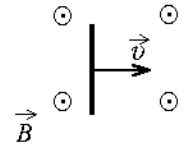
Часть 3

Задания C1 – C5 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Полное правильное решение каждой задачи должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

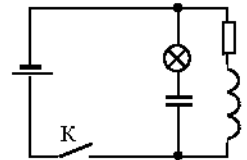
C1 Маленький шарик падает сверху на наклонную плоскость и упруго отражается от неё. Угол наклона плоскости к горизонту равен 30° . На какое расстояние по горизонтали перемещается шарик между первым и вторым ударами о плоскость? Скорость шарика в момент первого удара направлена вертикально вниз и равна 1 м/с.

C2 В калориметре находился лед при температуре $t_1 = -5^\circ\text{C}$. Какой была масса m_1 льда, если после добавления в калориметр $m_2 = 4$ кг воды, имеющей температуру $t_2 = 20^\circ\text{C}$, и установления теплового равновесия температура содержимого калориметра оказалась равной $t = 0^\circ\text{C}$, причем в калориметре была только вода?

C3 Горизонтально расположенный проводник длиной 1 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого равна 0,5 Тл и направлена перпендикулярно проводнику и скорости его движения (см. рисунок). При начальной скорости проводника, равной нулю, проводник переместился на 1 м. ЭДС индукции на концах проводника в конце перемещения равна 2 В. Каково ускорение проводника?



C4 В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна 12 В; емкость конденсатора 2 мФ; индуктивность катушки 5 мГн, сопротивление лампы 5 Ом и сопротивление резистора 3 Ом. В начальный момент времени ключ К замкнут. Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь. Сопротивлением катушки и проводов пренебречь.



C5 Длина электромагнитной волны, падающей на медную пластину, в 2 раза меньше красной границы фотоэффекта для меди. Во сколько раз кинетическая энергия фотоэлектронов больше (или меньше) работы выхода электронов из меди?