Вариант № 4

Константы

число π	$\pi = 3{,}14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10$ м/с^2
гравитационная постоянная	$G = 6{,}7\cdot10^{-11}$ Н·м^2/кг^2
газовая постоянная	$R = 8{,}31$ Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	$k = 1{,}38\cdot10^{-23}$ Дж/К
постоянная Авогадро	$N_A = 6\cdot10^{23}$ моль$^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3\cdot10^8$ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\cdot10^9$ Н·м^2/Кл^2
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1{,}6\cdot10^{-19}$ Кл
постоянная Планка	$h = 6{,}6\cdot10^{-34}$ Дж·с

Соотношение между различными единицами

температура	0 К = – 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = $1{,}66\cdot10^{-27}$ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = $1{,}6\cdot10^{-19}$ Дж

Масса частиц

электрона	$9{,}1\cdot10^{-31}$кг ≈ $5{,}5\cdot10^{-4}$ а.е.м.
протона	$1{,}673\cdot10^{-27}$ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	$1{,}675\cdot10^{-27}$ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность

		медь	8900 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 теплоемкость

воды	$4{,}2\cdot10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2{,}1\cdot10^3$ Дж/(кг·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	$2{,}3\cdot10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2{,}5\cdot10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3{,}3\cdot10^5$ Дж/кг

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

Молярная масса

азота	$28\cdot10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32\cdot10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40\cdot10^{-3}$ кг/моль	лития	$6\cdot10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2\cdot10^{-3}$ кг/моль	молибдена	$96\cdot10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29\cdot10^{-3}$ кг/моль	неона	$20\cdot10^{-3}$ кг/моль
гелия	$4\cdot10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44\cdot10^{-3}$ кг/моль

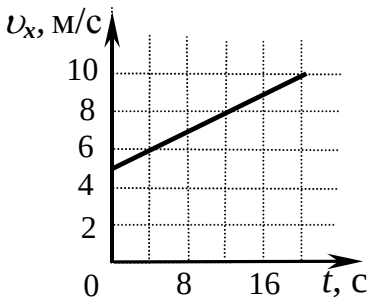
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (А1 – А25) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

А1 Материальная точка движется по окружности с постоянной по модулю скоростью. Как изменится модуль ее центростремительного ускорения, если скорость точки увеличить втрое?

1) увеличится в 3 раза
2) увеличится в 9 раза
3) уменьшится в 3 раза
4) уменьшится в 9 раза

А2 Скорость автомобиля массой 2000 кг, движущегося вдоль оси О*x*, изменяется со временем в соответствии с графиком (см. рисунок). Систему отсчета считать инерциальной. Равнодействующая всех сил, действующих на автомобиль, равна



1) 10000 Н
2) 5000 Н
3) 500 Н
4) 250 Н

А3 При движении по горизонтальной поверхности на тело действует сила трения скольжения 10 Н. Какой станет сила трения скольжения после уменьшения массы тела в 5 раз и увеличения площади его соприкосновения с поверхностью в 2 раза, если коэффициент трения не изменится?

1) 1 Н 2) 2 Н 3) 10 Н 4) 20 Н

А4 Тело движется по прямой. Под действием постоянной силы, равной по модулю 10 Н, импульс тела в инерциальной системе отсчета изменился на 5 кг·м/с. Сколько времени потребовалось для этого?

1) 0,5 с 2) 2 с 3) 5 с 4) 50 с

А5 Автомобиль массой 10^3 кг движется равномерно по мосту. Скорость автомобиля равна 10 м/с. Кинетическая энергия автомобиля равна

1) 10^5 Дж 2) 10^4 Дж 3) $5\cdot10^3$ Дж 4) $5\cdot10^4$ Дж

A6 Массивный шарик, подвешенный на пружине, совершает гармонические колебания вдоль вертикальной прямой. Чтобы увеличить период колебаний в 2 раза, достаточно массу шарика

1) увеличить в 4 раза
2) уменьшить в 4 раза
3) увеличить в 2 раза
4) уменьшить в 2 раза

A7 Закрепленный пружинный пистолет стреляет вертикально вверх. Какой была деформация пружины Δl перед выстрелом, если жесткость пружины k, а пуля массой m в результате выстрела поднялась на высоту h? Трением пренебречь. Считать, что $\Delta l << h$.

1) $2\sqrt{\frac{mgh}{k}}$ 2) $\sqrt{\frac{mgh}{2k}}$ 3) $\sqrt{\frac{mgh}{k}}$ 4) $\sqrt{\frac{2mgh}{k}}$

A8 Расстояние между соседними частицами вещества в среднем во много раз превышает размеры самих частиц. Это утверждение соответствует

1) только модели строения газов
2) только модели строения аморфных тел
3) модели строения газов и жидкостей
4) модели строения газов, жидкостей и твердых тел

A9 При плавлении кристаллического вещества поглощается энергия. Это происходит в результате

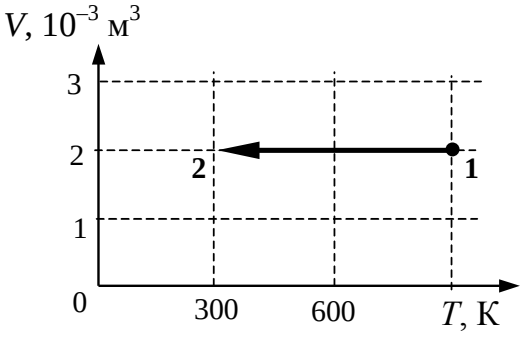
1) уменьшения кинетической энергии частиц вещества
2) увеличения кинетической энергии частиц вещества
3) уменьшения потенциальной энергии взаимодействия между частицами вещества
4) увеличения потенциальной энергии взаимодействия между частицами вещества

A10 При охлаждении твердого тела массой m температура тела понизилась на ΔT. Какое из приведенных ниже выражений определяет удельную теплоемкость вещества этого тела, если при этом охлаждении тело передало окружающим телам количество теплоты Q?

1) $\frac{Q\cdot\Delta T}{m}$ 2) $\frac{Q}{\Delta T}$ 3) $\frac{Q}{m\cdot\Delta T}$ 4) $Q\cdot m\cdot\Delta T$

A11

На рисунке показан график изменения состояния постоянной массы газа. В этом процессе газ отдал количество теплоты, равное 3 кДж, в результате чего его внутренняя энергия уменьшилась на

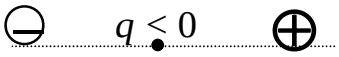


1) 1,2 кДж
2) 1,8 кДж
3) 2,4 кДж
4) 3 кДж

A12 В цилиндрическом сосуде под поршнем находится идеальный газ, давление которого $4 \cdot 10^5$ Па и температура 300 К. Как надо изменить объем газа, не меняя его температуры, чтобы давление увеличилось до $0{,}8 \cdot 10^6$ Па?

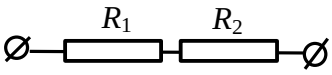
1) увеличить в 2 раза
2) увеличить в 4 раза
3) уменьшить в 2 раза
4) уменьшить в 4 раза

A13 Точечный отрицательный заряд q помещен между разноименно заряженными шариками (см. рисунок). Куда направлена равнодействующая кулоновских сил, действующих на заряд q?



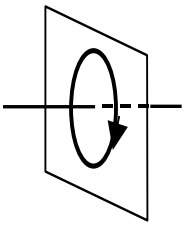
1) → 2) ← 3) ↑ 4) ↓

A14 По участку цепи, состоящему из резисторов R_1 = 2 кОм и R_2 = 4 кОм (см. рисунок), протекает постоянный ток I = 100 мА. Какое количество теплоты выделится на этом участке за время t = 1 мин?



1) 3,6 Дж 2) 60 Дж 3) 3,6 кДж 4) 60 кДж

A15 На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

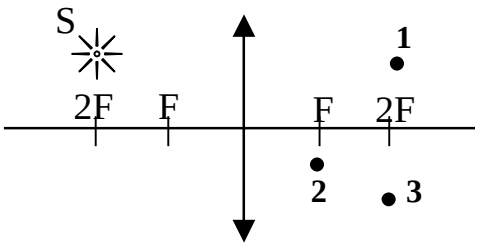


1) вправо →
2) вертикально вниз ↓
3) вертикально вверх ↑
4) влево ←

A16 Заряженная частица излучает электромагнитные волны в вакууме

1) только при движении с ускорением
2) только при движении с постоянной скоростью
3) только в состоянии покоя
4) в состоянии покоя или при движении с постоянной скоростью

A17 Где находится изображение светящейся точки S (см. рисунок), создаваемое собирающей линзой?

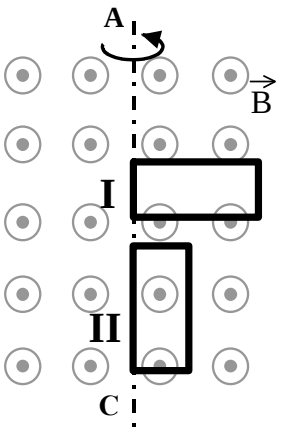


1) в точке 1
2) в точке 2
3) в точке 3
4) на бесконечно большом расстоянии от линзы

A18 Два источника испускают электромагнитные волны частотой $5 \cdot 10^{14}$ Гц с одинаковыми начальными фазами. Максимум интерференции будет наблюдаться в точке пространства, для которой минимальная разность хода волн от источников равна

1) 0,9 мкм 2) 1,0 мкм 3) 0,3 мкм 4) 0,6 мкм

A19



В однородном магнитном поле вокруг оси AC с одинаковой частотой вращаются две одинаковые проводящие рамки (см. рисунок). Отношение амплитуд колебаний ЭДС индукции $\varepsilon_I : \varepsilon_{II}$, генерируемых в рамках I и II, равно

1) 1 : 1
2) 1 : 2
3) 1 : 4
4) 2 : 1

A20 Атом натрия $^{23}_{11}Na$ содержит

1) 11 протонов, 23 нейтрона и 34 электрона
2) 23 протона, 11 нейтронов и 11 электронов
3) 12 протонов, 11 нейтронов и 12 электронов
4) 11 протонов, 12 нейтронов и 11 электронов

A21 Какая доля от большого количества радиоактивных атомов останется нераспавшимися через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

1) 25% 2) 50% 3) 75% 4) 0%

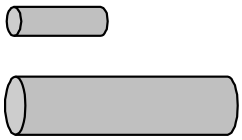
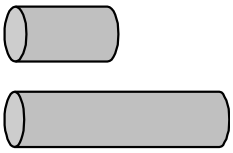
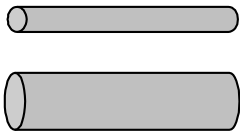
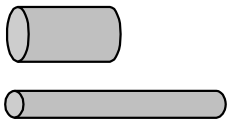
A22 Какая частица X участвует в реакции $^{25}_{12}Mg + X \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{22}_{11}Na$?

1) нейтрон 2) протон 3) электрон 4) α-частица

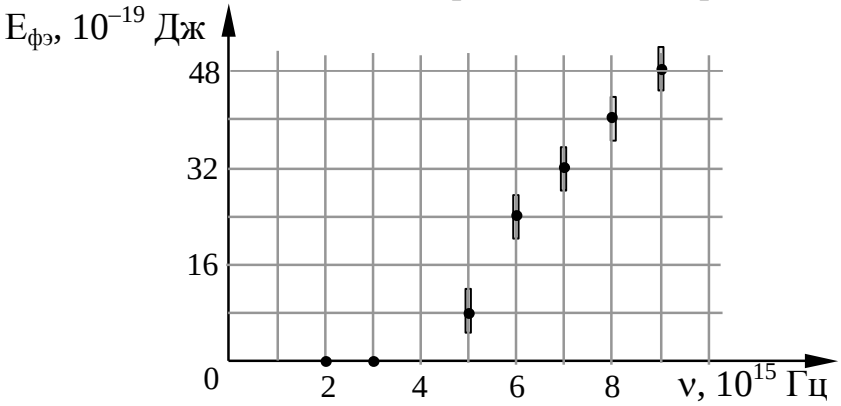
A23 Фотоэффект наблюдают, освещая поверхность металла светом фиксированной частоты. При этом задерживающая разность потенциалов равна U. После изменения частоты света задерживающая разность потенциалов увеличилась на ΔU = 1,2 В. Насколько изменилась частота падающего света?

1) $1{,}8\cdot10^{14}$ Гц 2) $2{,}9\cdot10^{14}$ Гц 3) $6{,}1\cdot10^{14}$ Гц 4) $1{,}9\cdot10^{15}$ Гц

A24 Проводники изготовлены из одного и того же материала. Какую пару проводников нужно выбрать, чтобы на опыте обнаружить зависимость сопротивления проволоки от ее длины?

1) 
2) 
3) 
4) 

A25 При изучении явления фотоэффекта исследовалась зависимость энергии $E_{фэ}$ вылетающих из освещенной пластины фотоэлектронов от частоты ν падающего света. Погрешности измерения частоты света и энергии фотоэлектронов составляли соответственно $5\cdot10^{13}$ Гц и $4\cdot10^{-19}$ Дж. Результаты измерений с учетом их погрешности представлены на рисунке. Согласно этим измерениям, постоянная Планка приблизительно равна



1) $2\cdot10^{-34}$ Дж·с 2) $5{,}0\cdot10^{-34}$ Дж·с 3) $6{,}9\cdot10^{-34}$ Дж·с 4) $9\cdot10^{-34}$ Дж·с

Часть 2

В заданиях В1 и В2 на установление соответствия к каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите <u>в таблицу</u> выбранные цифры под соответствующими буквами. Затем получившуюся последовательность цифр перенесите в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 Одноатомный идеальный газ в изотермическом процессе совершает работу $A_{газа}>0$. Как меняются в этом процессе объем, давление и внутренняя энергия этого газа?

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите <u>в таблицу</u> выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) объем газа	1) увеличивается
Б) давление газа	2) уменьшается
В) внутренняя энергия газа	3) не изменяется

А	Б	В

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

В2 При каких условиях наблюдается равновесие рычага с неподвижной осью и свободное падение тел вблизи поверхности Земли?

К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите <u>в таблицу</u> выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ	УСЛОВИЯ НАБЛЮДЕНИЯ
А) Равновесие рычага	1) $\vec{F}_{равнодейств} = 0$
Б) Свободное падение	2) $F_1 \cdot l_2 = F_2 \cdot l_1$
	3) $\vec{F}_{равнодейств} = \vec{F}_{тяж}$
	4) $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$

А	Б

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

Ответом к каждому заданию В3 - В5 будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания, 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.

B3 Один моль инертного газа сжали, совершив работу 600 Дж. В результате сжатия температура газа повысилась на 40°С. Какое количество теплоты отдал газ? Ответ округлите до десятых.

B4 Электрон движется в вакууме со скоростью $3 \cdot 10^6$ м/с в однородном магнитном поле с магнитной индукцией 0,1 Тл. Чему равна сила, действующая на электрон, если угол между направлениями скорости электрона и линиями магнитной индукции равен 90°? Ответ умножьте на 10^{15} и запишите в бланк ответов.

B5 Плоская монохроматическая световая волна падает по нормали на дифракционную решетку с периодом 5 мкм. Параллельно решетке позади нее размещена собирающая линза с фокусным расстоянием 20 см. Дифракционная картина наблюдается на экране в задней фокальной плоскости линзы. Расстояние между ее главными максимумами 1-го и 2-го порядков равно 18 мм. Найдите длину падающей волны. Ответ выразите в нанометрах (нм), округлив до целых. Считать для малых углов ($\varphi << 1$ в радианах) $\mathrm{tg}\varphi \approx \sin\varphi \approx \varphi$.

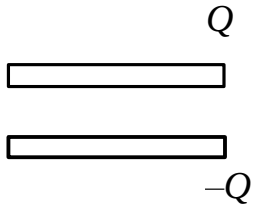
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания С1 – С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче С1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче и ход ваших рассуждений.

C1 Две одинаковые металлические пластины заряжены противоположными зарядами Q > 0 и –Q. Пластины установлены параллельно друг другу, площадь каждой пластины равна S, расстояние между пластинами и их толщина много меньше их длины и ширины. Чему равен заряд на нижней стороне нижней пластины?



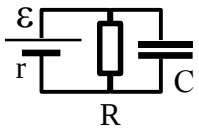
Полное правильное решение каждой из задач С2 – С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2 Брусок массой m_1 = 500 г соскальзывает по наклонной поверхности с высоты h = 0,8 м и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой m_2 = 300 г. Считая столкновение абсолютно неупругим, определите изменение кинетической энергии первого

бруска в результате столкновения. Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.

C3 В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится воздух. Во время опыта и объем воздуха в цилиндре, и его абсолютную температуру увеличили в 2 раза. Оказалось, однако, что воздух мог просачиваться сквозь зазор вокруг поршня, и за время опыта его давление в цилиндре не изменилось. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия воздуха в цилиндре? (Воздух считать идеальным газом.)

C4 К источнику тока с ЭДС $\varepsilon = 9$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом подключили параллельно соединенные резистор с сопротивлением $R = 8$ Ом и плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 0{,}002$ м. Какова напряженность электрического поля между пластинами конденсатора?



C5 На поверхности воды плавает прямоугольный надувной плот длиной 6 м. Небо затянуто сплошным облачным покровом, полностью рассеивающим солнечный свет. Глубина тени под плотом равна 2,3 м. Определите ширину плота. Глубиной погружения плота и рассеиванием света водой пренебречь. Показатель преломления воды относительно воздуха принять равным $\frac{4}{3}$.

C6 Ядро покоящегося нейтрального атома, находясь в однородном магнитном поле, испытывает α-распад. При этом рождаются α-частица и тяжелый ион нового элемента. Выделившаяся при α-распаде энергия ΔE целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции. Трек α-частицы находится в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Начальная часть трека напоминает дугу окружности радиусом r. Масса α-частицы равна m_α, ее заряд равен 2e, масса тяжелого иона равна M. Найдите индукцию B магнитного поля.