

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	
воды	1000 кг/м^3
древесины (сосна)	800 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3
подсолнечного масла	900 кг/м^3
алюминия	2700 кг/м^3
железа	7800 кг/м^3
ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость	
воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
железа	$460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
свинца	$130 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
алюминия	$900 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
меди	$400 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
чугуна	$500 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$

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

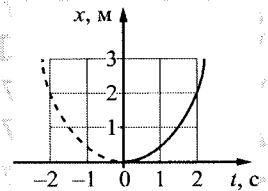
Нормальные условия: давление $- 10^5 \text{ Па}$, температура $- 0^\circ \text{C}$

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

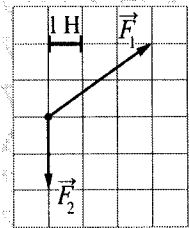
Ответами к заданиям 1–24 являются слово (слова), число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишется в отдельной клеточке в соответствии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

1. Материальная точка движется прямолинейно с постоянным ускорением вдоль оси Ox . График зависимости её координаты от времени $x=x(t)$ изображён на рисунке. Определите проекцию a_x ускорения этого тела.



Ответ: _____ м/с².

2. На рисунке показаны силы (в заданном масштабе), действующие на материальную точку. Определите модуль равнодействующей этих сил.



Ответ: _____ Н.

3. Тело движется в инерциальной системе отсчёта по прямой в одном направлении под действием постоянной силы величиной 5 Н. За 4 с импульс тела увеличился и стал равен 35 кг·м/с. Чему был равен первоначальный импульс тела?

Ответ: _____ кг·м/с.

4. Каменный блок лежит на горизонтальной кладке камня, оказывая на кладку давление 2500 Па. Площадь грани, на которой лежит блок, равна 740 см². Какова масса блока?

Ответ: _____ кг.



5) Автомобиль массой 2 т проезжает верхнюю точку выпуклого моста, двигаясь с постоянной поступательной скоростью 36 км/ч. Радиус кривизны моста равен 40 м. Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, характеризующих движение автомобиля по мосту.

- 1) Равнодействующая сил, действующих на автомобиль в верхней точке моста, сонаправлена с его скоростью.
- 2) Сила, с которой мост действует на автомобиль в верхней точке моста, меньше 20 000 Н и направлена вертикально вниз.
- 3) В верхней точке моста автомобиль действует на мост с силой, равной 15 000 Н.
- 4) Центробежное ускорение автомобиля в верхней точке моста равно $2,5 \text{ м/с}^2$.
- 5) Ускорение автомобиля в верхней точке моста направлено противоположно его скорости.

Ответ:

--	--

6) Искусственный спутник Земли перешёл с одной круговой орбиты на другую так, что на новой орбите его центростремительное ускорение увеличилось. Как изменились при этом сила притяжения спутника к Земле и скорость его движения по орбите? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Сила притяжения спутника к Земле	Скорость движения спутника по орбите
----------------------------------	--------------------------------------

7) Тело массой 200 г движется вдоль оси Ox , при этом его координата изменяется во времени в соответствии с формулой $x(t) = 10 + 5t - 3t^2$ (все величины выражены в СИ). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их изменения во времени. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) проекция $v_x(t)$ скорости тела	1) $5 - 6t$
Б) проекция $F_x(t)$ равнодействующей сил, приложенных к телу	2) $-1,2$
	3) -3
	4) $10 + 5t$

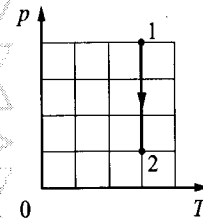
Ответ:

А	Б

8) При уменьшении абсолютной температуры на 600 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул аргона уменьшилась в 4 раза. Какова конечная температура аргона?

Ответ: _____ К.

9) На pT -диаграмме показан процесс изменения состояния молекул некоторого идеального газа. Газ в этом процессе получил количество теплоты, равное 3 кДж. Определите работу, совершённую газом.



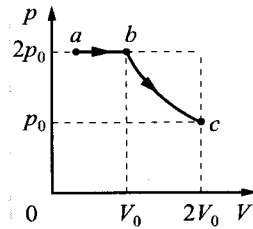
Ответ: _____ кДж.

10) В сосуде, объём которого можно изменять при помощи поршня, находится воздух с относительной влажностью 50%. Поршень медленно вдвигают в сосуд при неизменной температуре. Во сколько раз уменьшится объём сосуда к моменту, когда водяной пар станет насыщенным?

Ответ: в _____ раз(а).



11. В цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится водяной пар и капля воды. С паром в сосуде при постоянной температуре провели процесс $a \rightarrow b \rightarrow c$, pV -диаграмма которого представлена на рисунке. Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения относительно протекшего процесса.



- 1) На участке $b \rightarrow c$ масса пара уменьшается.
- 2) На участке $a \rightarrow b$ в сосуде в процессе подводится положительное количество теплоты.
- 3) В точке c водяной пар является насыщенным.
- 4) На участке $a \rightarrow b$ внутренняя энергия капли уменьшается.
- 5) На участке $b \rightarrow c$ внутренняя энергия пара уменьшается.

Ответ:

--	--

12. Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна T_1 , а коэффициент полезного действия этого двигателя равен η . За цикл рабочее тело двигателя получает от нагревателя количество теплоты Q_1 .

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

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) количество теплоты, отдаваемое рабочим телом двигателя за цикл
- Б) температура холодильника

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{T_1}{1-\eta}$
- 2) $T_1(1-\eta)$
- 3) $Q_1(1-\eta)$
- 4) $Q_1\eta$

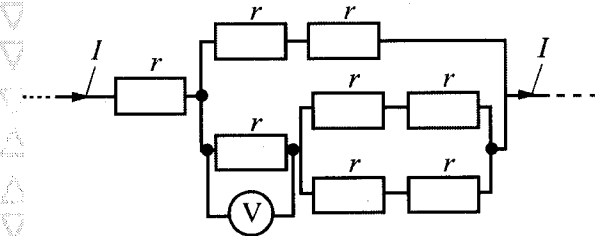
Ответ:

А	Б

13. Куда направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) кулоновская сила \vec{F} , действующая на отрицательный точечный заряд $-q$, помещённый в центр квадрата, в углах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рисунок)? Ответ запишите словом (словами).

Ответ:

14. Восемь одинаковых резисторов с сопротивлением $r = 1$ Ом соединены в электрическую цепь, через которую течёт ток $I = 4$ А (см. рисунок). Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



Ответ:

В.

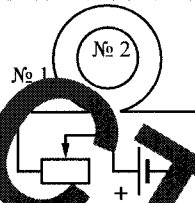
15. Определите энергию магнитного поля катушки индуктивностью $0,2$ мГн при силе тока в ней 2 А.

Ответ:

мДж



16 Катюшка № 1 включена в электрическую цепь, состоящую из источника постоянного напряжения и реостата. Катюшка № 2 помещена внутрь катушки № 1 и её обмотка замкнута. Вид с торца катушек представлен на рисунке.



Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, характеризующих процессы в цепи и катушках при перемещении ползунка реостата влево.

- 1) Сила тока в катушке № 1 увеличивается.
- 2) Модуль вектора индукции магнитного поля, созданного катушкой № 1, увеличивается.
- 3) Модуль магнитного потока, пронизывающего катушку № 2, уменьшается.
- 4) Вектор магнитной индукции магнитного поля, созданного катушкой № 2 в её центре, направлен от наблюдателя.
- 5) В катушке № 2 индукционный ток направлен по часовой стрелке.

Ответ:

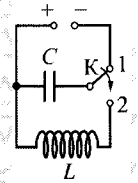
17 Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы между фокусным и двойным фокусным расстояниями от неё. Предмет начинают удалять от линзы. Как меняются при этом расстояние от линзы до изображения и оптическая сила линзы? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

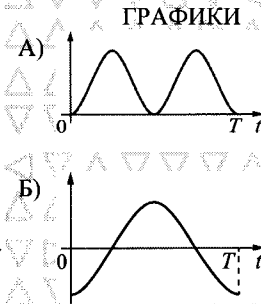
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Расстояние от линзы до изображения	Оптическая сила линзы
------------------------------------	-----------------------

18 Конденсатор идеального колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t=0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б отображают изменения физических величин, характеризующих возникшие после этого электромагнитные колебания в контуре (T – период колебаний).



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут отображать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



- ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
- 1) энергия магнитного поля катушки
 - 2) сила тока в катушке
 - 3) заряд правой обкладки конденсатора
 - 4) энергия электрического поля конденсатора

Ответ:

А	Б
---	---

19 В результате ядерной реакции синтеза ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^1_0\text{n}$ образуется ядро химического элемента ${}^A_Z\text{X}$. Каков заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A
--------------	-----------------------

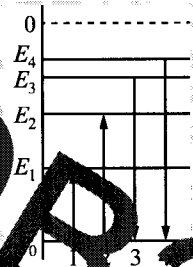
В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.



20 В вакууме длина волны света от первого источника в 2 раза меньше, чем длина волны света от второго источника. Определите отношение импульсов фотонов p_1 испускаемых этими источниками.

Ответ: _____.

21 На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нулевыми стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих переходов связаны с поглощением кванта света с наибольшей длиной волны и излучением кванта света с наименьшей энергией? Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, обозначающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕССЫ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

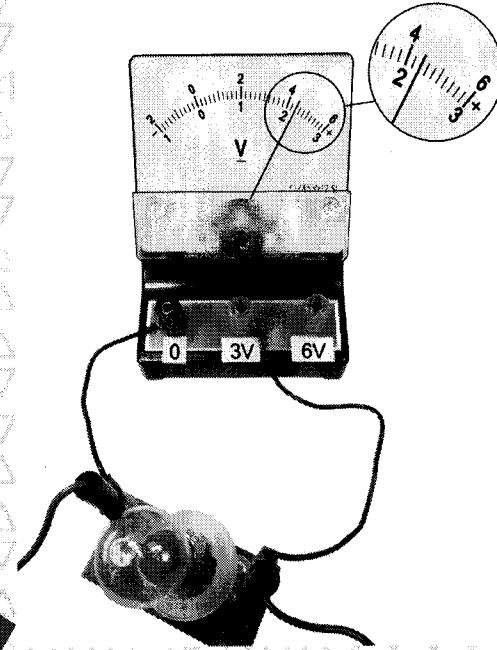
- А) поглощение кванта света наибольшей длины волны
- Б) излучение кванта света с наименьшей энергией

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

Ответ:

А	Б

22 Чему равно напряжение на лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения на пределе измерения 3 В равна $\pm 0,15$ В, а на пределе измерения 6 В равна $\pm 0,25$ В?



Ответ: (±) В.

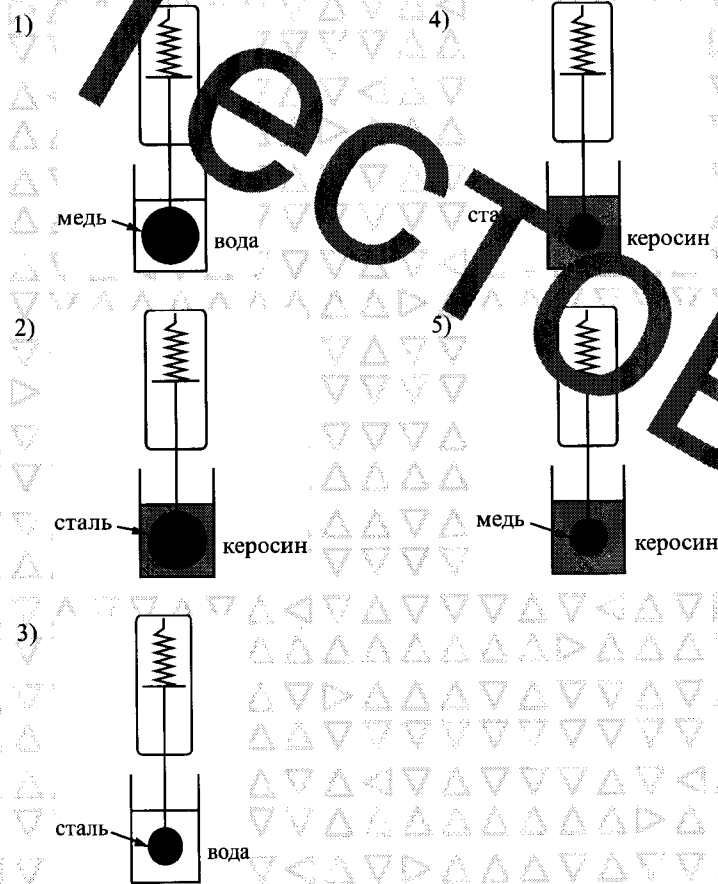
В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

КИМ № 0987654323



23

Необходимо экспериментально проверить, зависит ли сила Архимеда, действующая на тело, полностью погружённое в жидкость, от его объёма. Какие две установки следует использовать для проведения такого исследования?

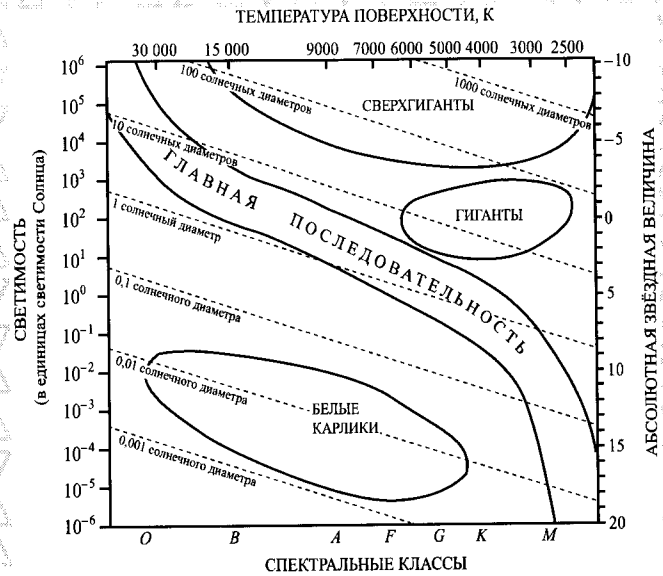


Запишите в ответе номера выбранных установок.

Ответ:

24

На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга – Рассела.



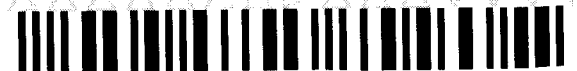
Выберите все верные утверждения о звёздах.

- 1) Плотность белых карликов существенно больше средней плотности звёзд главной последовательности.
- 2) «Кислотный цикл» звезды спектрального класса O главной последовательности более длительный, чем звезды спектрального класса M главной последовательности.
- 3) Температура поверхности звёзд спектрального класса G выше температуры поверхности звёзд спектрального класса O.
- 4) Звезда Белая звезда относится к голубым звёздам главной последовательности, поскольку её радиус почти в 1000 раз превышает радиус Солнца.
- 5) Звезда Альтаир, имеющая радиус 1, относится к звёздам главной последовательности.

Ответ: _____



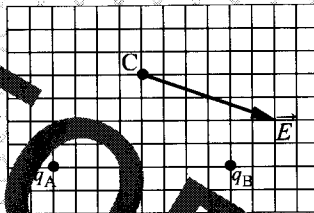
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строку с номером соответствующего задания.



Часть 2

Ответом к заданиям 25 и 26 является число. Это число запишите 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 точками, заданными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 На рисунке изображён вектор напряжённости \vec{E} электрического поля в точке С, который создано двумя точечными зарядами: q_A и q_B . Каков заряд q_B , если заряд $q_A = +2$ нКл? Ответ укажите со знаком.



Ответ: _____ нКл.

26 Предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы $D = 5$ дптр. Изображение предмета действительное, увеличение (отношение высоты изображения предмета к высоте самого предмета) $k = 2$. Найдите расстояние между предметом и его изображением. Ответ выразите в сантиметрах.

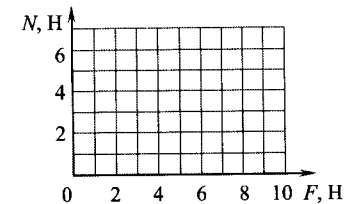
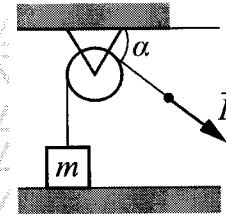
Ответ: _____ см.



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

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

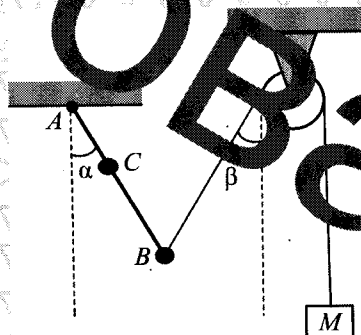
27 Лёгкая нить, привязанная к грузу массой $m = 0,4$ кг, перекинута через идеальный неподвижный блок. К правому концу нити приложена постоянная сила \vec{F} . Левая часть нити вертикальна, а правая наклонена под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рисунок). Постройте график зависимости модуля силы реакции стола N от F на отрезке $0 \leq F \leq 10$ Н. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Сделайте рисунок с указанием сил, приложенных к грузу.



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 численными ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

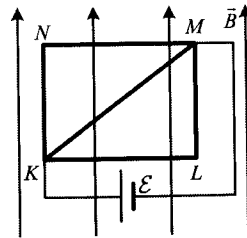
28 В калориметре находилось в тепловом равновесии вода и лёд. После опускания в калориметр болта массой 165 г и температуру $-40\text{ }^\circ\text{C}$, 20% воды превратилось в лёд. Удельная теплоёмкость материала болта равна $500\text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$. Какова масса воды первоначально находилась в калориметре? Теплоёмкость калориметра пренебречь.

29 Невесомый стержень AB с двумя маленькими грузиками массами $m_1 = 200\text{ г}$ и $m_2 = 100\text{ г}$, расположенными в точках C и B соответственно, шарнирно закреплён в точке A . Груз массой $M = 100\text{ г}$ подвешен к невесомому блоку за невесомую и нерастяжимую нить, другой конец которой соединён с нижним концом стержня, как показано на рисунке. Вся система находится в равновесии, если стержень отклонён от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$, а нить составляет угол с вертикалью, равный $\beta = 30^\circ$. Расстояние $AC = b = 25\text{ см}$. Определите длину l стержня AB . Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на груз M и стержень.

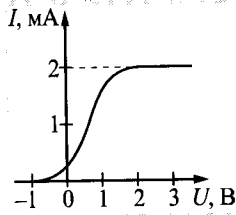


30 В вертикальном цилиндре, закрытом лёгким поршнем, находится бензол (C_6H_6) при температуре кипения $t = 80\text{ }^\circ\text{C}$. При сообщении бензолу количества теплоты Q часть его превращается в пар, который при изобарном расширении совершает работу A . Удельная теплота парообразования бензола $L = 396 \cdot 10^3\text{ Дж/кг}$, его молярная масса $M = 78 \cdot 10^{-3}\text{ кг/моль}$. Какая часть подведённого к бензолу количества теплоты переходит в работу? Объёмом жидкого бензола пренебречь.

31 Из медной проволоки с удельным сопротивлением $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}\text{ Ом}\cdot\text{м}$ и площадью поперечного сечения $S = 0,2\text{ мм}^2$ изготовлен прямоугольный контур $KLMN$ с диагональю KM (см. рисунок). Стороны прямоугольника $KL = l_1 = 20\text{ см}$ и $LM = l_2 = 15\text{ см}$. Контур подключили за диагональ к источнику постоянного напряжения с ЭДС $\mathcal{E} = 1,4\text{ В}$ и поместили в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,1\text{ Тл}$, параллельной сторонам KN и LM . С какой результирующей силой магнитное поле действует на контур? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на контур. Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



32 В опыте по изучению фотоэффекта монохроматическое излучение мощностью $P = 0,21\text{ Вт}$ падает на поверхность катода, в результате чего в цепи возникает ток. График зависимости силы тока I от напряжения U между анодом и катодом приведён на рисунке. Какова частота ν падающего света, если в среднем один из 30 фотонов, падающих на катод, выбивает электрон?



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

КИМ № 0987654323

