

## ИНСТРУКЦИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится  $\approx 4$  ч (235 мин). Работа состоит из 2 частей, включающих 32 задания.

Часть 1 содержит 24 задания с кратким ответом. Из них часть заданий с записью ответа в виде числа, слова или двух чисел, часть заданий на установление соответствия и множественный выбор, в которых ответы необходимо записать в виде последовательности цифр. В заданиях с кратким ответом в виде числа это число необходимо записать в указанном месте. В бланк ответов № 1 запишите только число или формулу. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответ к заданиям с 28 по 32 части 2 включает подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При выполнении заданий 28–32 значение искомой величины следует записать в тех единицах, 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 прочитав каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются, следует отвечать только после того, как понят вопрос и проанализированы все варианты ответа.

Выполняются задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает затруднение, его можно пропустить, а затем вернуться к нему, если останется время.

Выполнение различных по сложности заданий оценивается одним или более баллами. Полученные баллы суммируются. Чтобы набрать наибольшее количество баллов, надо выполнить как можно больше заданий.

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться при выполнении работы. Другие справочные данные можно использовать из задачников (справочников).

### Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
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	$10^{-12}$
санци	с	$10^{-2}$	фемто	ф	$10^{-15}$

### Константы

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	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль}$
Скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
Заряд электрона	$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

### Астрономические постоянные

Масса Земли	$6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$
Масса Солнца	$2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$
Расстояние между Землёй и Солнцем 1 астрономическая единица	$1 \text{ а.е.} \approx 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Примерное число секунд в году	$3 \cdot 10^7 \text{ с}$

### Соотношения между различными единицами

Температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
Атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
Электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

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

### Масса частиц

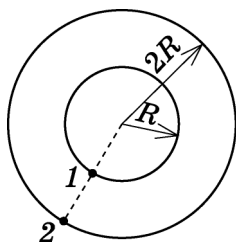
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,009 \text{ а.е.м.}$

## ВАРИАНТ 7

### Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, 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 пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 1 Два велосипедиста совершают кольцевую гонку с одинаковой угловой скоростью. В некоторый момент времени они оказались на одной прямой 1–2 (см. рис.). Чему равно отношение линейных скоростей велосипедистов  $\frac{v_1}{v_2}$  в этот момент времени?

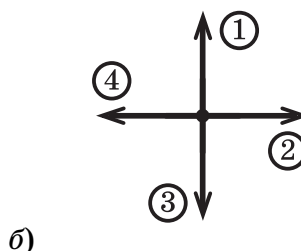
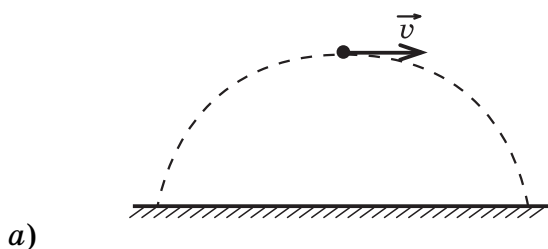


Ответ: \_\_\_\_\_.

- 2 По плоту в сторону его движения идёт человек со скоростью 3 км/ч. Скорость течения воды 10 км/ч. Чему равна скорость человека относительно берега?

Ответ: \_\_\_\_\_ км/ч.

- 3 Спортивное ядро движется по траектории, изображённой на рисунке а. Как направлен вектор импульса в верхней точке траектории (рис. б) (вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю)? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: \_\_\_\_\_.

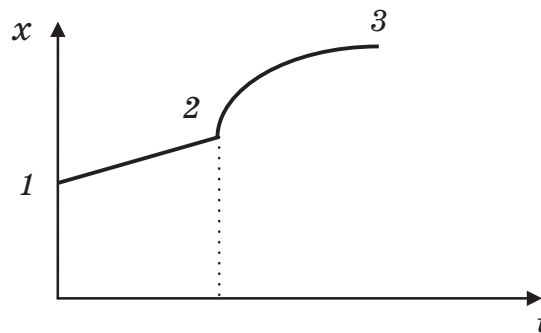
- 4 Мимо наблюдателя, стоящего на берегу водоёма, за 20 с прошло 8 гребней волны. Чему равен период колебаний частиц волны?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

- 5 Космонавт на Земле притягивается к ней с силой 800 Н. С какой силой он будет притягиваться к Луне, находясь на её поверхности, если радиус Луны приблизительно в 4 раза, а масса — в 100 раз меньше, чем у Земли?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

- 6 Стальной шарик скользит по неподвижному горизонтальному металлическому жёлобу. На рисунке изображена зависимость координаты шарика  $x$  от времени движения  $t$  в инерциальной системе отсчёта. На основании анализа графика выберите два верных утверждения и запишите в таблицу их номера.



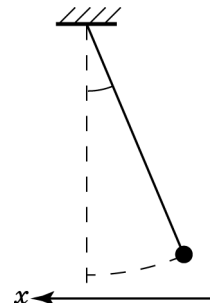
- 1) Скорость шарика постоянно увеличивалась.
- 2) На участке 1–2 модуль скорости шарика уменьшается, а на участке 2–3 — увеличивается.
- 3) На участке 1–2 модуль скорости шарика увеличивается, а на участке 2–3 — уменьшается.
- 4) На участке 2–3 проекция ускорения  $a_x$  шарика отрицательна.
- 5) На участке 1–2 модуль скорости шарика уменьшается, а на участке 2–3 — остаётся неизменным.
- 6) На участке 1–2 равнодействующая всех сил, действующих на шарик, равна нулю.

Ответ:

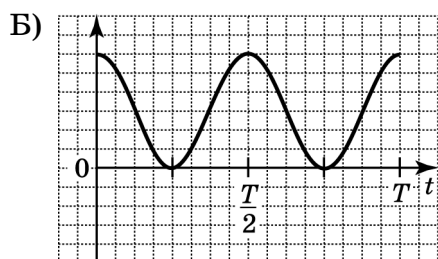
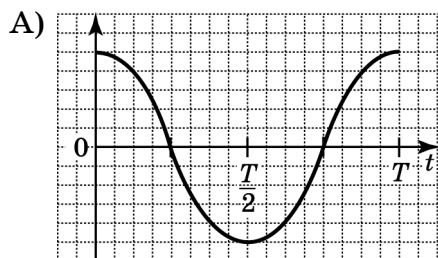
--	--

- 7 Нитяной маятник отклонили от положения равновесия и отпустили (см. рис.). Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих движение шарика в процессе колебаний.

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



## ГРАФИКИ



О т в е т:

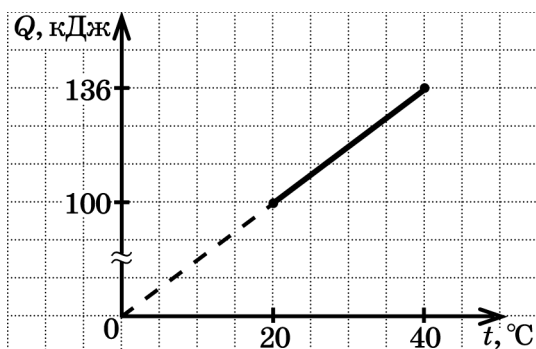
А	Б

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция скорости  $v_x$
- 2) координата  $x$
- 3) потенциальная энергия  $E_p$
- 4) кинетическая энергия  $E_k$

8

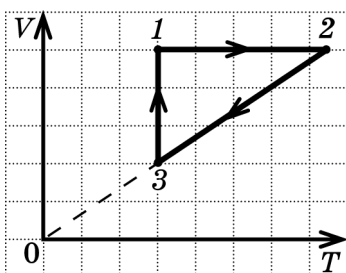
На рисунке показана зависимость количества теплоты, переданного образцу из алюминия массой 2 кг, от температуры. Чему равна удельная теплоёмкость алюминия?



О т в е т: \_\_\_\_\_  $\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ .

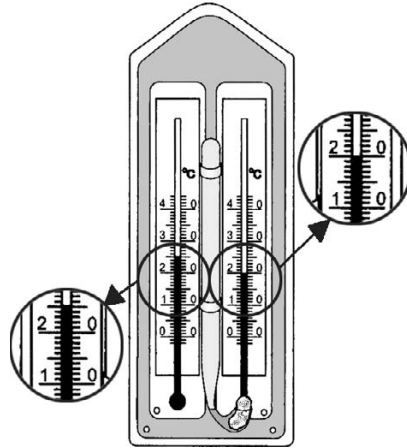
9

На  $VT$ -диаграмме изображён циклический процесс изменения состояния идеального газа. На каком участке работа *не совершается*?



О т в е т: \_\_\_\_\_ .

- 10 На рисунке изображён психрометр — прибор для измерения температуры и влажности воздуха. Используя показания термометров и фрагмент психрометрической таблицы, определите относительную влажность воздуха.



Показания сухого термометра, °C	Разность показаний сухого и влажного термометров, °C							
	0	1	2	3	4	5	6	7
	Относительная влажность, %							
18	100	91	82	73	65	56	49	41
19	100	91	82	74	65	58	50	43
20	100	91	83	74	66	59	51	44
21	100	91	83	75	67	60	52	46
22	100	92	83	76	68	61	54	47
23	100	92	84	76	69	61	55	48
24	100	92	84	77	69	62	56	49
25	100	92	84	77	70	63	57	50
26	100	92	85	78	71	64	58	51

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

- 11 Как изменится (увеличится, уменьшится, не изменится) средняя квадратичная скорость теплового движения частиц газа, состоящего из молекулярного водорода, при диссоциации молекул на отдельные атомы? Температуру газа считать постоянной. Ответ запишите словом (словами) и цифрой.

Ответ: \_\_\_\_\_ раз (раза).

**12** Ученица проводила наблюдения за процессом плавления льда. Как изменилась внутренняя энергия льда и его температура в процессе плавления?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) уменьшалась
- 2) увеличивалась
- 3) не изменялась

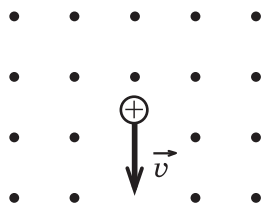
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Внутренняя энергия льда	Температура льда

**13** При электризации эбонитовой палочки бумагой на ней образовался положительный заряд, равный  $20e$ . Какой заряд имеет бумага?

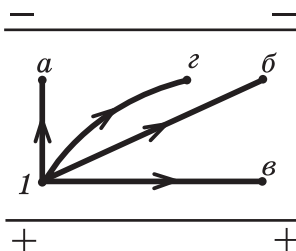
Ответ: \_\_\_\_\_ .

**14** Заряженная частица движется в однородном магнитном поле, линии магнитной индукции которого направлены к наблюдателю (см. рис.). Сила, действующая на заряженную частицу, направлена (вверх, вниз, вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю) ... . Ответ запишите словом (словами).



Ответ: \_\_\_\_\_ .

**15** В однородном электрическом поле конденсатора перемещают одинаковые отрицательные заряды из точки 1 по разным траекториям. В каком случае работа по перемещению заряда равна нулю?



Ответ: \_\_\_\_\_ .

- 16) Непрозрачный круг освещается точечным источником света и отбрасывает круглую тень на экран. Рассчитайте диаметр тени, если диаметр круга 0,2 м. Расстояние от источника света до круга в 4 раза меньше, чем расстояние до экрана.

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

- 17) Установите соответствие между определением физической величины и названием, к которому оно относится. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ

НАЗВАНИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) отношение силы, с которой поле действует на точечный заряд, к этому заряду  
 Б) отношение заряда одного из проводников к разности потенциалов между этим проводником и соседним

- 1) диэлектрическая проницаемость среды  
 2) напряжённость поля  
 3) потенциал поля  
 4) плотность энергии поля  
 5) электроёмкость  
 6) энергия поля конденсатора

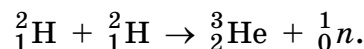
Ответ: 

А	Б

- 18) Энергия атома водорода в нормальном состоянии  $E_1 = -13,53$  эВ. Энергия фотона, поглощённого атомом водорода, при переходе электрона с первого энергетического уровня на третий равна ... .

Ответ: \_\_\_\_\_ эВ.

- 19) Определите энергетический выход ядерной реакции:



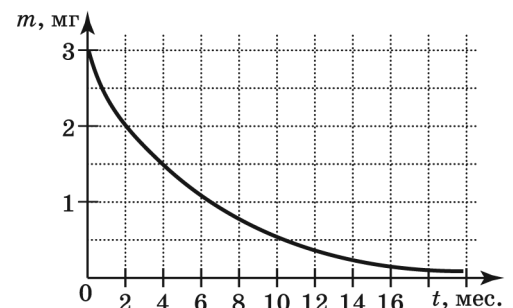
Выделяется или поглощается энергия в этой реакции?

Массу ядра изотопа водорода принять равной 2,014102 а.е.м., изотопа гелия — 3,016022 а.е.м.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж, \_\_\_\_\_ .

- 20) На рисунке изображён график изменения массы находящегося в пробирке радиоактивного изотопа с течением времени. Период полураспада этого изотопа равен ... .

Ответ: \_\_\_\_\_ мес.





- 21 Вакуумный фотоэлемент представляет собой стеклянную колбу, часть внутренней поверхности которой покрыта тонким слоем металла с малой работой выхода. Это катод. При освещении катода потоком монохроматического света происходит освобождение электронов. Как изменится работа выхода электронов с поверхности металла, кинетическая энергия электронов при увеличении частоты света, падающего на металл?

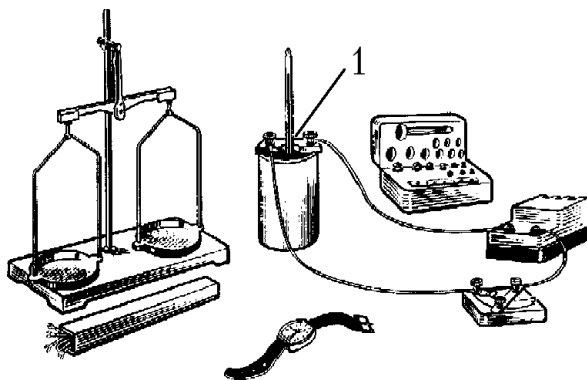
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Работа выхода электронов	Кинетическая энергия электронов

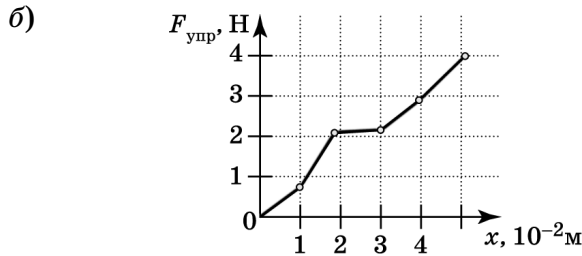
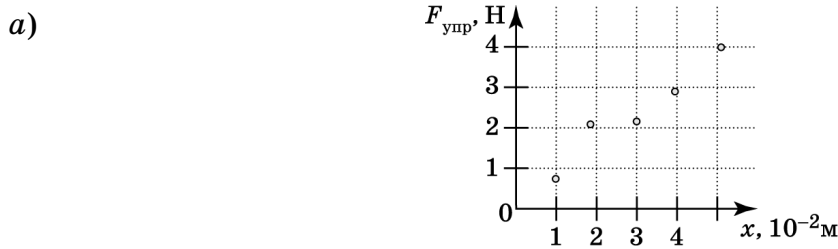
- 22 На рисунке изображено оборудование для исследования теплового действия тока. В качестве нагревателя используется спираль 1, опущенная в воду калориметра. В таблице приведены результаты измерений. Чему равен КПД нагревателя? Ответ выразите в процентах (%). Удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг·К).



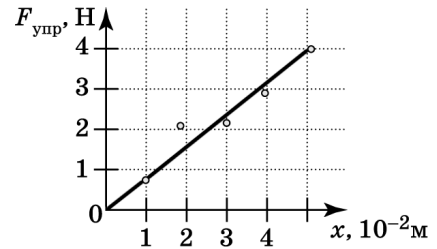
Масса воды, г		150
Сила тока в спирали, А		1,5
Напряжение на спирали, В		3,0
Время нагревания, мин		8
Температура воды, °С	до нагревания	20
	после нагревания	23

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

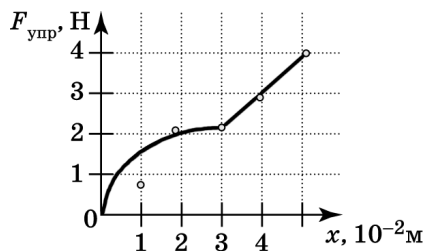
- 23** На рисунке *a* точками отмечены результаты измерения силы упругости и удлинения пружины. Погрешность измерения силы равна 0,05 Н. Какой из графиков (рис. *б*) — 1, 2, 3 или 4 — проведён по этим точкам наиболее точно?



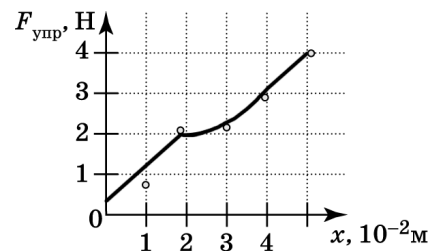
1)



3)



2)



4)

Ответ: \_\_\_\_\_ .

- 24** Во сколько раз звезда Арктур больше Солнца, если светимость Арктура равна 100, а температура 4500 К?

Ответ: \_\_\_\_\_ .

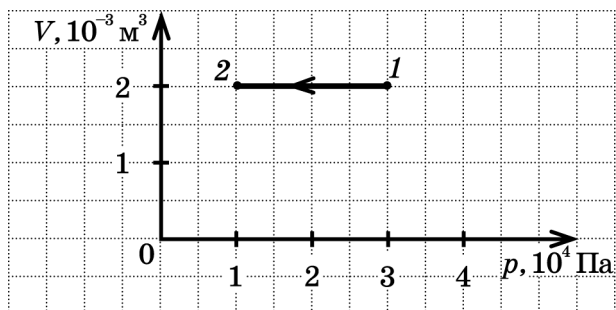
## Часть 2

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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 25** Тело бросают под углом  $60^\circ$  к горизонту. В момент бросания кинетическая энергия тела равна 20 Дж. Чему равна потенциальная энергия тела в верхней точке траектории? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

- 26 На  $Vp$ -диаграмме изображено изменение состояния идеального одноатомного газа, при котором газ отдал количество теплоты, равное 800 Дж. Внутренняя энергия газа ... (увеличилась, уменьшилась, не изменилась). Ответ запишите словом (словами) и цифрой.



Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

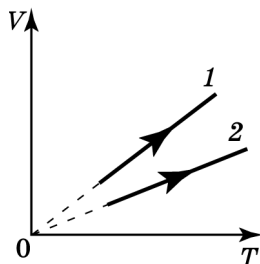
- 27 Колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивности. Период колебаний идеального колебательного контура  $T = 6 \cdot 10^{-3}$  с. Амплитуда колебаний силы тока в катушке  $I_0 = 3$  мА. В момент времени  $t$  сила тока в катушке  $I = 1$  мА. Чему равен заряд конденсатора в этот момент времени? Потерями энергии на нагревание проводников пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_ мкКл.

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

Для записи ответов на задания этой части (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.

- 28 На рисунке изображены графики изобарного расширения (нагрева) двух порций одного и того же идеального газа при одном и том же давлении. Почему изобара 1 лежит выше изобары 2? Ответ обоснуйте. Какие физические закономерности вы использовали для обоснования ответа?



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 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. Если требуется, то следует рассчитать числовое значение искомой величины, если нет — оставить решение в буквенном виде.

- 29 Груз, подвешенный на пружине, совершает гармонические колебания с амплитудой 5 см и периодом 1 с. Чему равна максимальная скорость груза?
- 30 Идеальный одноатомный газ сначала адиабатно расширяется, а затем изохорно нагревается до первоначальной температуры. Какую работу совершил газ при адиабатном расширении, если при изохорном нагревании газу передано количество теплоты, равное 400 Дж?
- 31 Два одинаковых положительных точечных заряда величиной  $q$  каждый закреплены на расстоянии  $d$  друг от друга. Посередине между ними перпендикулярно к отрезку, соединяющему их, расположена гладкая непроводящая штанга, по которой может скользить бусинка массой  $m$  с отрицательным зарядом  $q_1$ . Рассчитайте период малых колебаний бусинки. Влиянием силы тяготения пренебречь.
- 32 Какая доля полной энергии, высвобождаемая при распаде покоящегося ядра радона  ${}^{222}_{86}\text{Rn} \rightarrow {}^{218}_{84}\text{Po} + {}^4_2\text{He}$ , уносится  $\alpha$ -частицей? Скорость продуктов реакции считать малой по сравнению со скоростью света в вакууме.