

## 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 3

### 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.

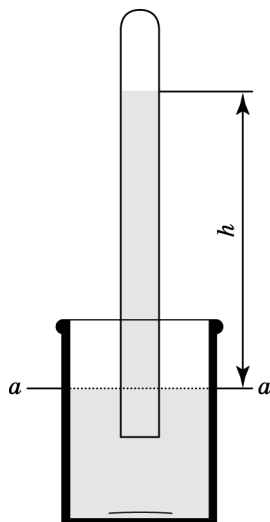
- 1 Автомобиль, движущийся со скоростью  $v$ , начинает тормозить, и за время  $t$  его скорость уменьшается в 2 раза. Какой путь пройдёт автомобиль за это время, если ускорение было постоянным?

Ответ: \_\_\_\_\_ .

- 2 Два небольших тела одинаковой массы притягиваются друг к другу силой  $F$  гравитационного взаимодействия. Как изменяется сила взаимодействия (увеличивается, уменьшается, не изменяется) при увеличении расстояния между телами в 2 раза? Ответ запишите словом (словами) и цифрой.

Ответ: \_\_\_\_\_ раз (раза).

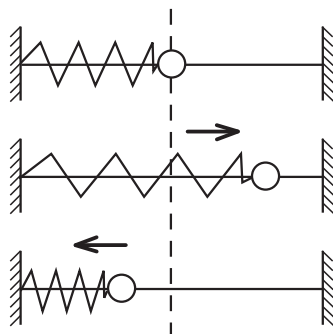
- 3 Итальянский учёный Торричелли изобрёл ртутный барометр. Барометр Торричелли представлял собой стеклянную трубку длиной около 1 м, запаянную с одного конца. Трубка наполнялась ртутью, открытый конец трубки зажимался и опускался в чашу со ртутью. После опускания пальца часть ртути из трубки выливалась в чашу (см. рис.). До какой примерно высоты понижался столб ртути в трубке в этом барометре?



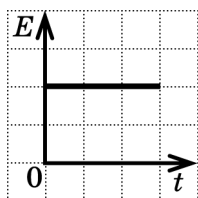
Ответ: \_\_\_\_\_ см.

- 4 Пружинный маятник совершает колебания относительно положения равновесия так, как показано на рисунке *a*. Какой из графиков — 1, 2, 3 или 4 (рис. *б*) — соответствует зависимости полной механической энергии от времени колебаний?

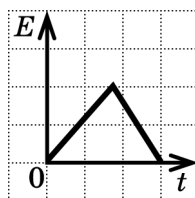
*a)*



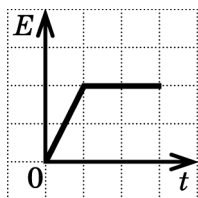
*б)*



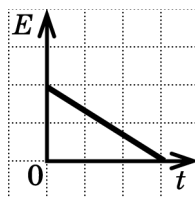
1)



3)



2)



4)

О т в е т:

- 5 Тело, подвешенное на пружине, совершает гармонические колебания с частотой  $\nu$ . С какой частотой происходит изменение кинетической энергии тела?

О т в е т: \_\_\_\_\_ .

- 6 Мяч бросают вертикально вниз с высоты  $h$ . Какую начальную скорость  $v_0$  надо сообщить мячу, чтобы он, ударившись о поверхность, подпрыгнул на высоту  $2h$ ? Удар считать абсолютно упругим, сопротивлением воздуха пренебречь.

О т в е т: \_\_\_\_\_ .

- 7 Брусок скользит вниз по наклонной плоскости без трения. Что происходит при этом с его скоростью, потенциальной энергией, силой реакции наклонной плоскости? Поверхность земли принять за нулевой уровень потенциальной энергии.

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.

Скорость бруска	Потенциальная энергия бруска	Сила реакции наклонной плоскости

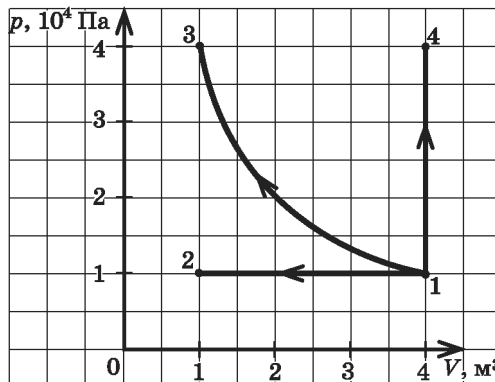
- 8** Если взять два свинцовых цилиндра, с помощью специального ножа очистить торцы цилиндров, а затем плотно прижать торцовые поверхности друг к другу свежими срезами, то цилиндры сцепляются и выдерживают большую нагрузку. Сцепление цилиндров объясняется существованием сил ... .

О т в е т : \_\_\_\_\_ .

- 9** При изобарном процессе концентрация идеального газа увеличилась в 5 раз. Как изменяется (увеличивается, уменьшается, не изменяется) средняя кинетическая энергия молекул данной массы газа? Ответ запишите словом (словами) и цифрой.

О т в е т : \_\_\_\_\_ раз (раза).

- 10** Идеальный одноатомный газ переводится из состояния 1 в состояния 2, 3 и 4 тремя способами: 1—2, 1—3 и 1—4 (см. рис.). Каким состояниям соответствуют одинаковые температуры?



О т в е т : \_\_\_\_\_ .

- 11** Установите соответствие между газовыми законами, связывающими изменение двух термодинамических параметров для данной массы газа при неизменном значении третьего и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ГАЗОВЫЙ ЗАКОН**

- А) Бойля — Мариотта  
Б) Шарля

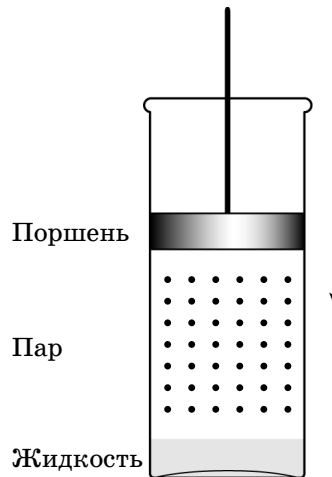
**ФОРМУЛЫ**

- 1)  $pV = \frac{m}{M} \cdot RT$   
2)  $pV = \text{const}$   
3)  $\frac{V}{T} = \text{const}$   
4)  $\frac{p}{T} = \text{const}$

Ответ:

А	Б

- 12** В цилиндрическом сосуде под массивным поршнем находится жидкость и её насыщенный пар. Как будут изменяться давление пара и масса жидкости при небольшом медленном перемещении поршня вниз при постоянной температуре?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится  
2) уменьшится  
3) не изменится

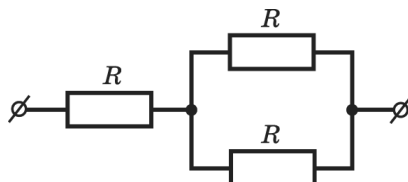
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление пара	Масса жидкости

- 13 Сила взаимодействия между двумя точечными неподвижными зарядами равна  $F$ . Какой будет сила, если каждый заряд увеличить в 3 раза и расстояние между ними также увеличить в 3 раза?

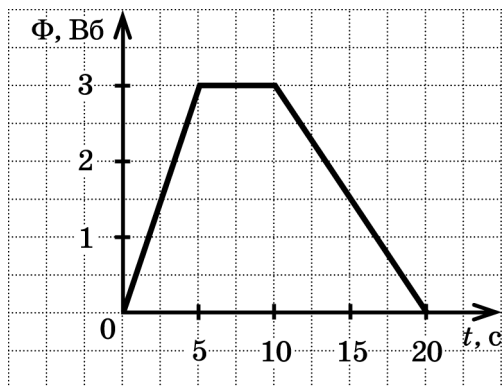
Ответ: \_\_\_\_\_ .

- 14 На рисунке изображена схема электрической цепи. Сопротивление каждого резистора 3 Ом. Чему равно общее сопротивление цепи?



Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

- 15 График изменения магнитного потока, пронизывающего катушку, показан на рисунке. В каком промежутке времени модуль ЭДС индукции имеет максимальное значение?



Ответ: \_\_\_\_\_ с.

- 16 Обкладки плоского воздушного конденсатора подсоединили к полюсам источника тока, а затем отсоединили от него. Что произойдёт с зарядом на обкладках конденсатора, ёмкостью конденсатора и разностью потенциалов между его обкладками, если уменьшить расстояние между обкладками? Краевыми эффектами пренебречь, считая обкладки бесконечно длинными. Диэлектрическая проницаемость воздуха равна 1.

Установите соответствие между физическими величинами и их изменением. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) заряд конденсатора
- Б) электроёмкость конденсатора
- В) разность потенциалов между обкладками

### ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

О т в е т:

А	Б	В

**17** Установите соответствие между названием физической величины и формулами, по которым можно рассчитать эту величину. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

### ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) напряжённость электрического поля
- Б) электрическое сопротивление

### ФОРМУЛЫ

- 1)  $\frac{\vec{F}}{q}$
- 2)  $\frac{q}{t}$
- 3)  $Eqd$
- 4)  $\frac{A}{q}$
- 5)  $\rho \frac{l}{S}$
- 6)  $k \frac{q_1 \cdot q_2}{R^2}$

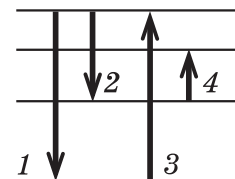
О т в е т:

А	Б

**18** Заряженная частица движется по окружности в однородном магнитном поле. Как изменится (увеличится, уменьшится, не изменится) частота обращения частицы при уменьшении её скорости в 2 раза? Скорость частицы  $v \ll c$ . Ответ запишите словом (словами) и цифрой.

О т в е т: \_\_\_\_\_ .

**19** На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из переходов в спектре поглощения атома соответствует наименьшей частоте?



О т в е т: \_\_\_\_\_ .

**20** Источник испускает электромагнитные волны, длина волны которых соответствует рентгеновскому излучению  $\lambda = 10^{-10}$  м. Какой энергией обладает излучённый фотон?

О т в е т: \_\_\_\_\_ фДж.



- 21 Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность захвата атомным ядром одного из ближайших к нему электронов. При захвате электрона некоторые характеристики атомного ядра изменяются. Как изменяются массовое число ядра и заряд атомного ядра при захвате ядром электрона?

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.

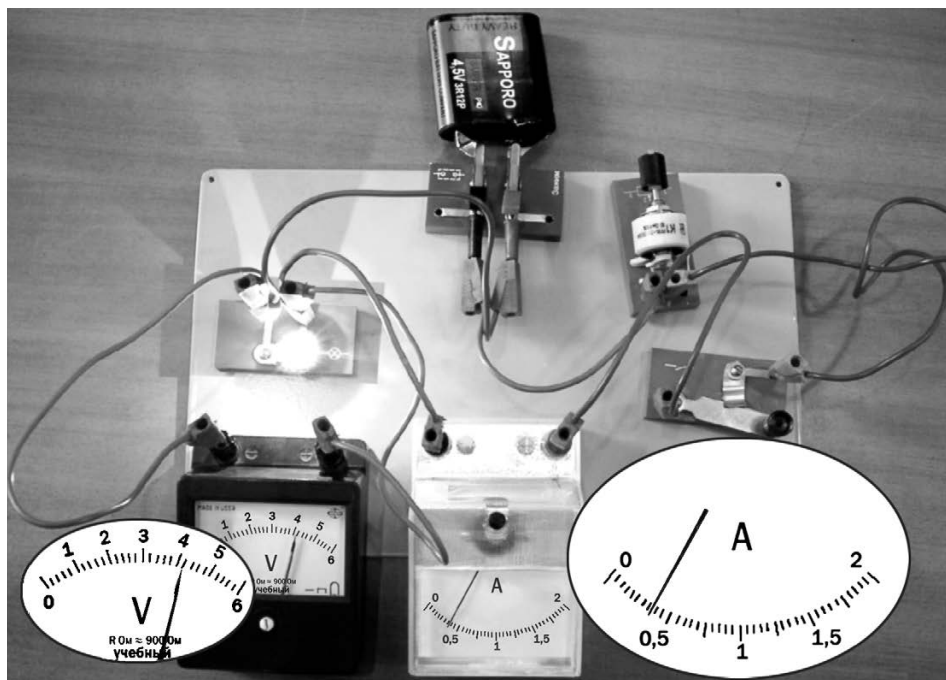
Массовое число ядра	Заряд атомного ядра

- 22 Исследуя зависимость удлинения пружины от силы упругости, учащиеся записали результаты измерений в таблицу. Чему равен коэффициент упругости (жёсткость) пружины?

$\Delta l$ , см	0	$1 \pm 0,05$	$2 \pm 0,05$	$3 \pm 0,05$	$4 \pm 0,05$
$F_{\text{упр}}$ , Н	0	$0,4 \pm 0,05$	$0,8 \pm 0,05$	$1,2 \pm 0,05$	$1,6 \pm 0,05$

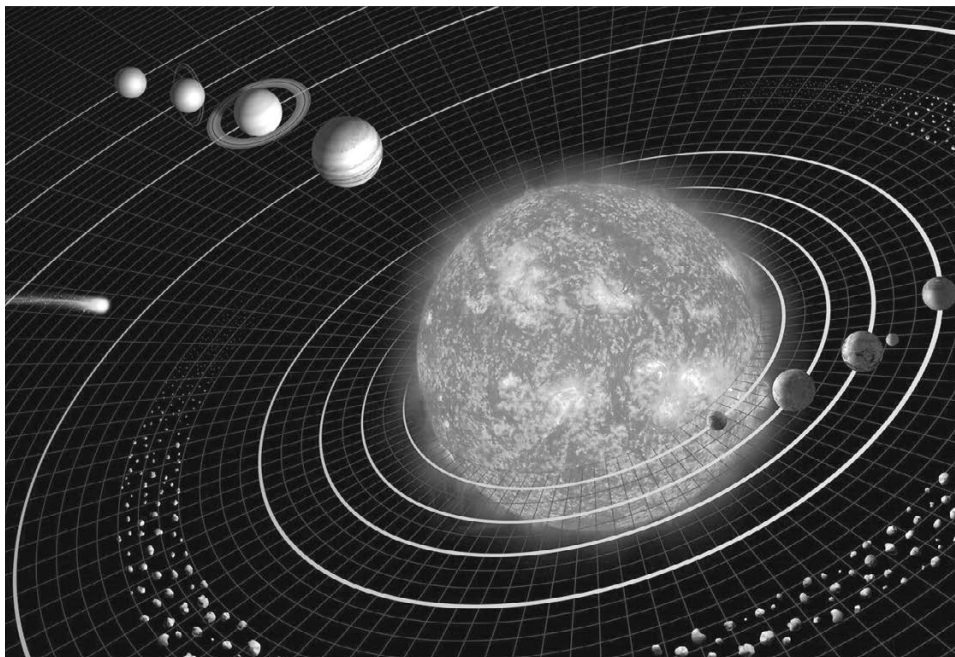
Ответ: \_\_\_\_\_ Н/м.

- 23 На рисунке приведена электрическая цепь. Чему равна работа электрического тока за 5 мин протекания тока?



Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

24 На рисунке приведена схема Солнечной системы (масштаб не соблюден).



Запишите названия планет в порядке удаления от Солнца.

- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_
- 3) \_\_\_\_\_
- 4) \_\_\_\_\_
- 5) \_\_\_\_\_
- 6) \_\_\_\_\_
- 7) \_\_\_\_\_
- 8) \_\_\_\_\_

## 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 Скорость движения автобуса задана уравнением  $v = 20 - 2t$ , м/с. Чему равен импульс автобуса через 5 с движения? Масса автобуса 2,7 т.

Ответ: \_\_\_\_\_ кг·м/с.

26 Какую работу совершил неон массой 0,5 кг при его изобарном нагревании на 10 °С? Молярная масса неона  $20 \cdot 10^{-3}$  кг/моль.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

- 27 На металлическую пластинку падает электромагнитное излучение, выбивающее из неё электроны, кинетическая энергия которых достигает 3 эВ. Работа выхода электронов из металла равна 5 эВ. Энергия фотонов, падающих на пластинку, равна ... .

Ответ: \_\_\_\_\_ эВ.

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 Мальчик в очках вошёл с улицы в комнату и обнаружил, что его очки запотели. Какой должна быть температура на улице, чтобы наблюдалось это явление? В комнате температура воздуха 24 °С, а относительная влажность воздуха 60%. Ответ обоснуйте, используя приведённые ниже табличные данные.

**Давление насыщенного водяного пара при различных температурах**

$t, ^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$p, \text{кПа}$	0,61	0,66	0,71	0,76	0,81	0,87	0,94	1,01	1,07

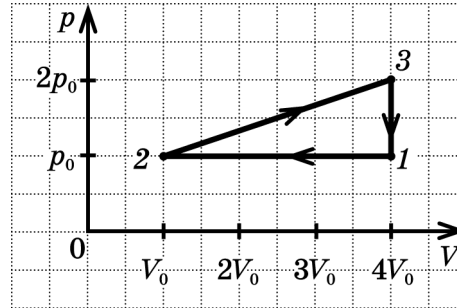
$t, ^\circ\text{C}$	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$p, \text{кПа}$	1,15	1,23	1,31	1,40	1,50	1,60	1,70	1,82	1,94

$t, ^\circ\text{C}$	18	19	20	21	22	23	24	25	26
$p, \text{кПа}$	2,06	2,20	2,34	2,49	2,64	2,81	2,98	3,17	3,36

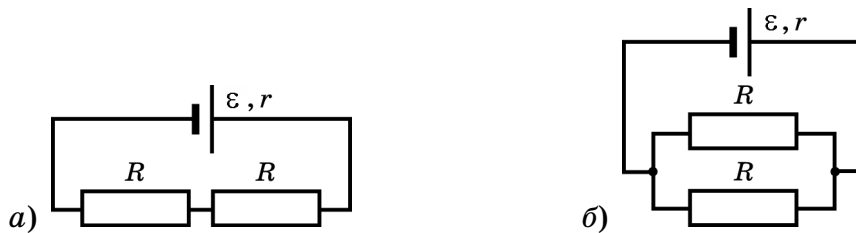
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение. Если требуется, то следует рассчитать числовое значение искомой величины, если нет — оставить решение в буквенном виде.

- 29 Лёгкий шар, движущийся со скоростью 10 м/с, налетает на покоящийся тяжёлый шар, и между шарами происходит центральный абсолютно упругий удар. После удара шары разлетаются в противоположные стороны с одинаковыми скоростями. Во сколько раз различаются массы шаров?

- 30** Тепловая машина совершает цикл, изображённый на  $pV$ -диаграмме (см. рис.). Рабочее тело — одноатомный идеальный газ. Чему равен КПД тепловой машины?



- 31** К источнику постоянного тока с  $\varepsilon = 12$  В и внутренним сопротивлением  $r = 2$  Ом подключают цепь, которая состоит из двух одинаковых резисторов, соединённых так, как показано на рисунках *a* и *б*. Чему равна мощность тока во внешней цепи, если она одинакова как при последовательном, так и при параллельном соединении резисторов? Сопротивлением подводящих проводников пренебречь.



- 32** Алюминиевый шарик радиусом  $r = 3$  мм освещают ультрафиолетовым излучением с длиной волны  $\lambda = 236$  нм. Работа выхода электронов из алюминия равна  $A = 4,25$  эВ. Какое максимальное число  $N$  электронов сможет испустить этот шарик?