

ИНСТРУКЦИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится ≈ 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}
санتي	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 Па , температура $0 \text{ }^\circ\text{С}$

Масса частиц

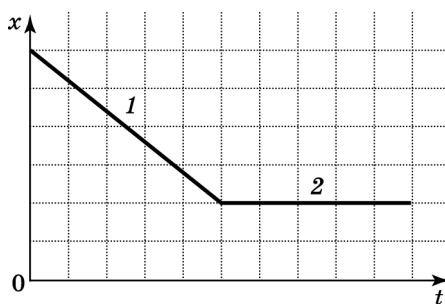
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,009 \text{ а.е.м.}$

ВАРИАНТ 20

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

- 1 Легкоподвижная тележка катится по гладкому горизонтальному полу. На рисунке изображён график зависимости координаты тележки X от времени движения t в инерциальной системе отсчёта, связанной с полом. Сопротивлением воздуха и трением о поверхность можно пренебречь. На основании графика можно утверждать, что



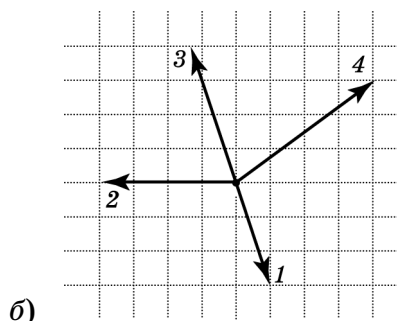
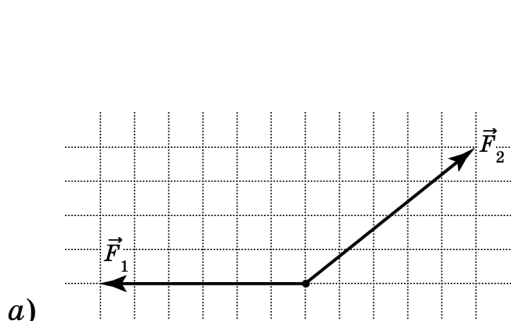
- 1) на участке 1 тележка движется равномерно, а на участке 2 — равноускоренно
- 2) на участке 1 тележка движется равномерно, а на участке 2 — покоится
- 3) на участке 1 тележка движется равноускоренно, на участке 2 — равномерно
- 4) на участке 1 тележка движется равноускоренно, а на участке 2 — покоится
- 5) на участке 2 равнодействующая всех сил, действующих на тележку, равна нулю

Выберите **два верных** утверждения и запишите в таблицу их номера.

О т в е т:

--	--

- 2 На тело в инерциальной системе отсчёта действуют две силы F_1 и F_2 (см. рис. а). Какой из векторов — 1, 2, 3 или 4 (см. рис. б) — правильно указывает направление ускорения тела в этой системе отсчёта?



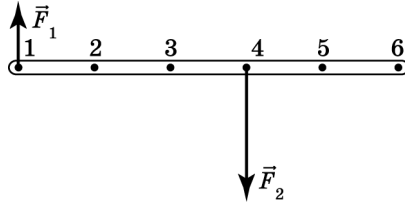
О т в е т:

--

- 3 Период колебаний маятника равен T . Как изменяется потенциальная энергия маятника с периодом колебаний?

Ответ: _____ .

- 4 К тонкому однородному стержню в точках 1 и 4 приложены силы $F_1 = 15$ Н и $F_2 = 30$ Н (см. рис.). В какой точке — 2, 3, 5 или 6 — надо расположить ось вращения, чтобы стержень находился в равновесии?



Ответ: _____ .

- 5 Перед движущимся транспортным средством (автомобилем, мотоциклом, электропоездом и др.) **не рекомендуется** переходить дорогу. Это связано с тем, что тормозной путь транспортного средства пропорционален Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____ .

- 6 Тело движется в инерциальной системе отсчёта. Установите соответствие между зависимостью проекции скорости тела от времени движения и зависимостью проекции перемещения этого тела от времени.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

ПРОЕКЦИЯ СКОРОСТИ

ПРОЕКЦИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

А) $v = 20 - 2t$

1) $s = 20t + 2t^2$

Б) $v = 10 + 0,4t$

2) $s = 20t - t^2$

3) $s = 10t - 0,4t^2$

4) $s = 10t + 0,2t^2$

Ответ:

А	Б

- 7 Установите соответствие между техническими устройствами и физическими явлениями (закономерностями), лежащими в основе принципа их действия. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ
УСТРОЙСТВА**

- А) гидропривод
- Б) ножницы
- В) подвижный блок

**ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ
(ЗАКОНОМЕРНОСТИ)**

- 1) передача давления внутри жидкости
- 2) поведение жидкости в сообщающихся сосудах
- 3) условие равновесия рычага
- 4) расширение твёрдого тела при нагревании
- 5) условие плавания тел
- 6) изменение атмосферного давления с высотой

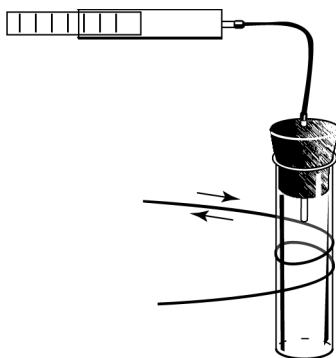
О т в е т:

А	Б	В

- 8** При нагревании идеального одноатомного газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличилась в 2 раза. Как изменилась при этом абсолютная температура газа (увеличилась, уменьшилась, не изменилась)? Ответ запишите словом (словами) и цифрой.

О т в е т: _____ раз (раза).

- 9** Трубка, наполненная воздухом, плотно закрыта пробкой. Сквозь отверстие в пробке трубку соединяют с цилиндром, имеющим поршень (см. рис.). Трубку обвивают верёвкой и быстро двигают то в одну, то в другую сторону. При натирании трубки верёвкой поршень начинает выдвигаться из цилиндра. Как изменяется внутренняя энергия воздуха внутри трубки (увеличивается, уменьшается, не изменяется)? Теплообменом с окружающей средой пренебречь. Ответ запишите словом (словами).



О т в е т: _____ .

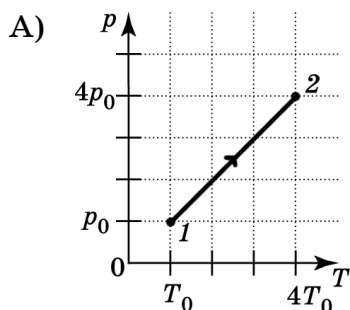
- 10** Относительная влажность воздуха в комнате равна 25%. Каково соотношение парциального давления p водяного пара в комнате и давления p_n насыщенного водяного пара при такой же температуре (больше, меньше, равно)? Ответ запишите словом (словами) и цифрой.

О т в е т: _____ раз (раза).

- 11** Установите соответствие между графиками процессов, в которых участвует 1 моль идеального одноатомного газа, и значениями физических величин, характеризующих эти процессы (ΔU — изменение внутренней энергии; A — работа газа).

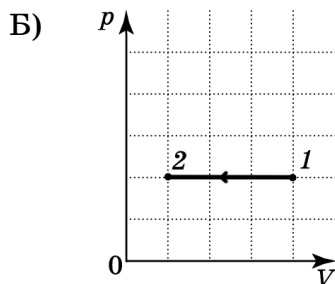
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- 1) $\Delta U > 0$; $A > 0$
- 2) $\Delta U < 0$; $A > 0$
- 3) $\Delta U > 0$; $A = 0$
- 4) $\Delta U < 0$; $A < 0$



О т в е т:

А	Б

- 12** Установите соответствие между тепловым процессом и формулой расчёта количества теплоты. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ТЕПЛОВОЙ ПРОЦЕСС

- А) процесс парообразования
- Б) процесс отвердевания (кристаллизации)

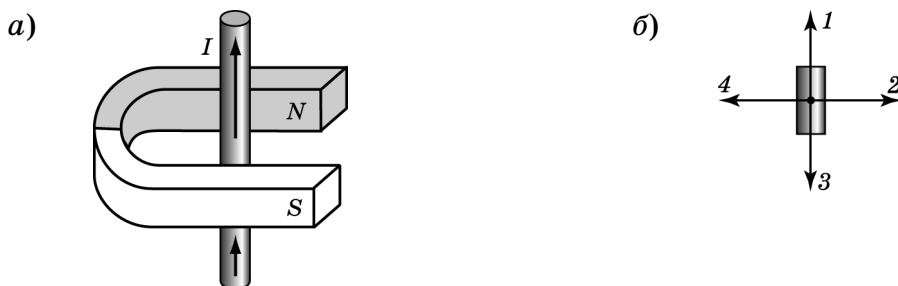
ФОРМУЛА

- 1) $cm\Delta t$
- 2) rm
- 3) λm
- 4) qm

О т в е т:

А	Б

- 13** На рисунке *a* стрелкой указано направление тока в проводнике, расположенном между полюсами U-образного магнита. На рисунке *б* изображены возможные направления силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля. В каком направлении — 1, 2, 3 или 4 — правильно указана сила, действующая на проводник?

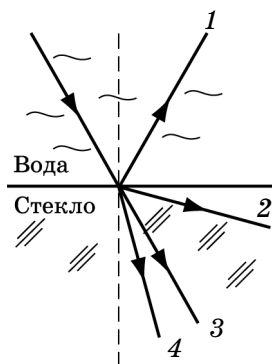


Ответ:

- 14** Три проводника — оловянный, серебряный и алюминиевый, имеющие одинаковую площадь поперечного сечения и одинаковую длину, — включены в цепь последовательно. Какой из них нагревается больше?

Ответ: _____.

- 15** Световой пучок падает на границу раздела двух сред вода—стекло. Какое направление преломленного пучка — 1, 2, 3 или 4 — указано правильно?



Ответ:

- 16** Как изменится сопротивление проводника (увеличится, уменьшится, не изменится), если его длина увеличится в 4 раза? Площадь поперечного сечения считать неизменной. Ответ запишите словом (словами) и цифрой.

Ответ: _____ раз (раза).

- 17) Установите соответствие между группами веществ по способности образовывать свободные заряды и их определением. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРУППА ВЕЩЕСТВ

- А) диэлектрик
- Б) полупроводник

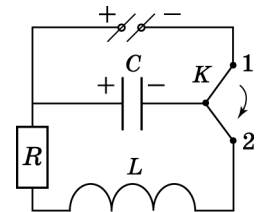
ОПРЕДЕЛЕНИЕ

- 1) вещество, в котором свободные заряды могут перемещаться по всему объёму
- 2) вещество, содержащее только связанные заряды
- 3) вещество, в котором количество свободных зарядов зависит от внешних условий
- 4) горючее вещество, применяемое с целью получения энергии при его сжигании

О т в е т:

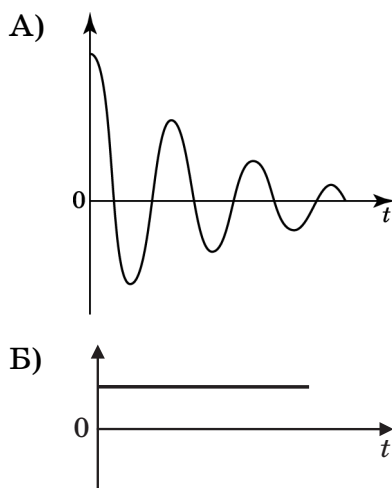
А	Б

- 18) На рисунке изображена электрическая цепь. Конденсатор колебательного контура подключён к источнику постоянного тока. Графики А и Б представляют зависимость от времени физических величин, характеризующих колебания в контуре после переключения переключателя К в положение 2 в момент $t = 0$.



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

ГРАФИКИ



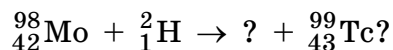
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) сила тока в катушке
- 2) заряд левой обкладки конденсатора
- 3) ёмкость конденсатора
- 4) магнитное поле катушки

О т в е т:

А	Б

19 Какая частица испускается в результате реакции



Ответ: _____ .

20 На рисунке приведён фрагмент таблицы «Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева».

4	4	K Калий 19 39,10	Ca Кальций 20 40,08	21 44,96 Sc Скандий	22 47,90 Ti Титан
	5	Cu Медь 29 63,55	Zn Цинк 30 65,39	Ga Галий 31 69,72	Ge Германий 32 72,59
5	6	Rb Рубидий 37 85,47	Sr Стронций 38 87,62	39 88,91 Y Иттрий	40 91,22 Zr Цирконий
	7	Ag Серебро 47 107,87	Cd Кадмий 48 112,41	In Индий 49 114,82	Sn Олово 50 118,69
6	8	Cs Цезий 55 132,91	Ba Барий 56 137,33	57 138,91 La* Лантан	72 178,49 Hf Гафний
	9	Au Золото 79 196,97	Hg Ртуть 80 200,59	Tl Таллий 81 204,38	Pb Свинец 82 207,20

В первой графе указаны периоды, во второй — ряды. Для каждого химического элемента верхняя цифра означает атомный номер элемента, нижняя цифра — атомную массу. Укажите число протонов и число нейтронов в ядре изотопа таллия.

Число протонов	Число нейтронов

21 Установите соответствие между физическими величинами 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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) длина волны фотона
Б) энергия фотона

ФОРМУЛЫ

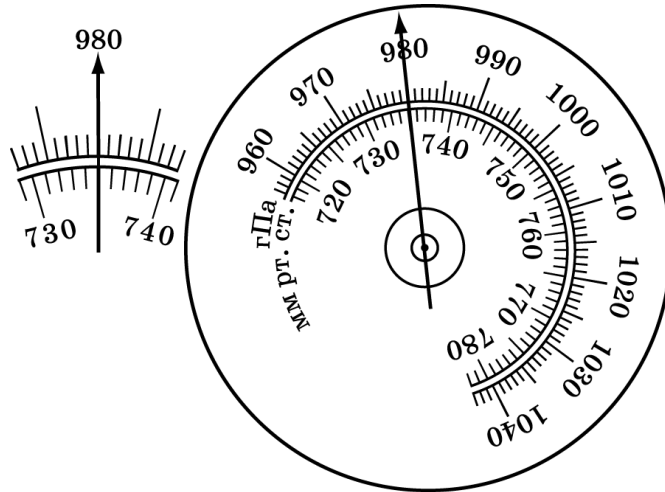
- 1) $\frac{p}{h}$
2) $\frac{h}{p}$
3) $h \cdot \nu$
4) $\frac{\nu}{h}$

Ответ:

А	Б

- 22 На рисунке изображена шкала барометра-анероида. Запишите показание прибора в гектопаскалях (гПа) с учётом его погрешности (см. табл.).

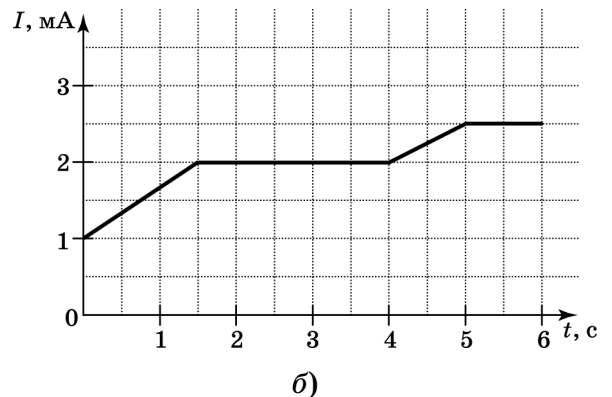
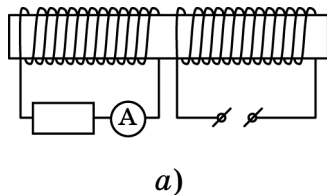
Наименование прибора	Погрешность прибора
Барометр БР-52: в пределах измерения 740–760 мм рт. ст.	5 мм рт. ст., или 700 Па
в пределах измерения 720–740 и 760–780 мм рт. ст.	8 мм рт. ст., или 1000 Па



Запишите в ответе показания барометра-анероида с учётом его погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) гПа.

- 23 На сердечник надеты две катушки так, как показано на рисунке *а*. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведённому графику (см. рис. *б*). В какие промежутки времени амперметр покажет наличие тока в левой катушке?



Ответ: _____ с.

- 24 Оцените, на сколько времени хватит у Солнца запаса водорода, чтобы поддерживать наблюдаемое свечение Солнца.

О т в е т : _____ лет.

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

- 25 Металлический шарик падает из состояния покоя с высоты 20 м. Кинетическая энергия шарика в момент касания поверхности земли равна 40 Дж. Чему равна масса шарика? Поверхность земли принять за нулевой уровень потенциальной энергии. Сопротивлением воздуха пренебречь.

О т в е т : _____ кг.

- 26 Ученики исследовали теплообмен между горячей и холодной водой, налитой в калориметр. При проведении исследования ими были получены следующие результаты:

Масса горячей воды, г	70
Температура холодной воды, °С	20
Температура горячей воды, °С	90
Температура смеси, °С	50

Чему равна масса холодной воды? Рассчитайте с точностью до целых. Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

О т в е т : _____ г.

- 27 В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в колебательном контуре, подключённом к источнику переменного тока, с течением времени.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9} \text{ Кл}$	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

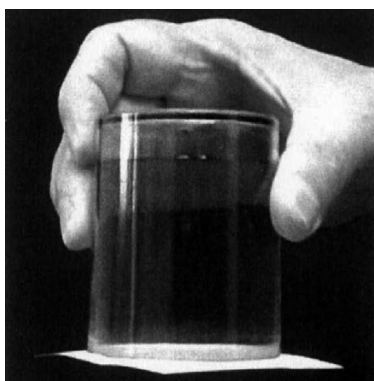
При какой индуктивности катушки в контуре наступит резонанс, если ёмкость конденсатора равна 50 пФ? Ответ выразите в мГн.

О т в е т : _____ мГн.

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

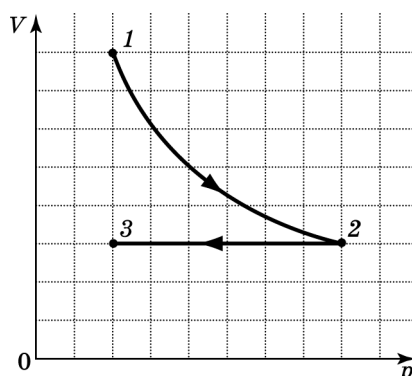
Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 28 Если налить воду в стакан, а сверху на стакан положить лист бумаги и затем, прижимая лист бумаги ладонью к стакану, аккуратно перевернуть стакан, то вода не выливается из стакана (см. фотографию опыта). Какова причина того, что лист бумаги удерживает воду?



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 Деревянный брусок массой $m_1 = 200$ г, движущийся со скоростью $v_1 = 1,5$ м/с, сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 50$ г. Чему будет равна скорость первого бруска после столкновения? Удар считать центральным и абсолютно упругим.
- 30 Один моль идеального одноатомного газа сначала изотермически сжали ($T_1 = 300$ К). Затем газ изохорно охладили, понизив давление в 3 раза (см. рис.). Какое количество теплоты отдал газ на участке 2–3?



31 Плоский конденсатор состоит из двух неподвижных, вертикально расположенных, параллельных, разноимённо заряженных диэлектрических пластин. Пластины расположены на расстоянии $d = 4$ см друг от друга. Напряжённость электрического поля внутри конденсатора $E = 10^4$ В/м. Между пластинами на равном расстоянии от них помещён шарик с зарядом $q = 10^{-5}$ Кл и массой $m = 15$ г. После того как шарик отпустили, он начинает падать и ударяется об одну из пластин. На сколько уменьшится высота шарика над землёй Δh к моменту его удара о пластину? Краевыми эффектами пренебречь.

32 На рисунке изображена схема устройства для предварительного отбора заряженных частиц и последующего детального исследования. Устройство представляет собой конденсатор, пластины которого изогнуты дугой радиуса $R \approx 50$ см. Предположим, что в промежуток между обкладками конденсатора из источника заряженных частиц (и.ч.) влетают ионы с зарядом $-e$, как показано штриховой линией на рисунке. Напряжённость электрического поля в конденсаторе по модулю равна 50 кВ/м. Скорость ионов $2 \cdot 10^5$ м/с. Ионы с каким значением массы пролетят сквозь конденсатор, не коснувшись его пластин? Считать, что расстояние между обкладками конденсатора мало, напряжённость электрического поля в конденсаторе всюду одинакова по модулю, а вне конденсатора электрическое поле отсутствует. Влиянием силы тяжести пренебречь.

