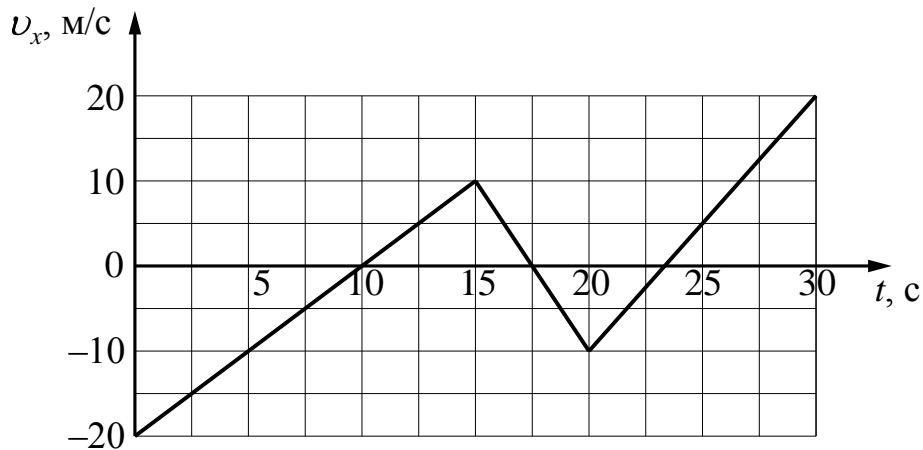


Вариант  
Часть 1

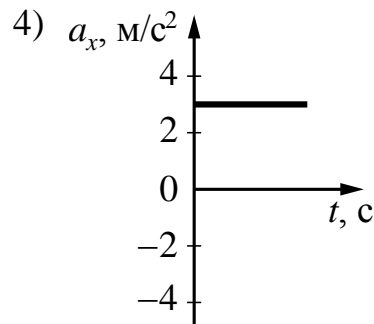
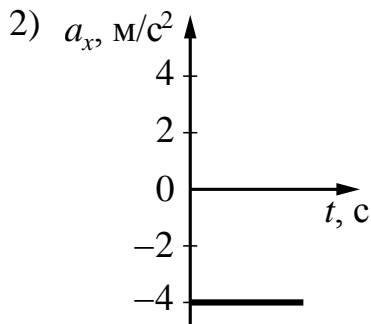
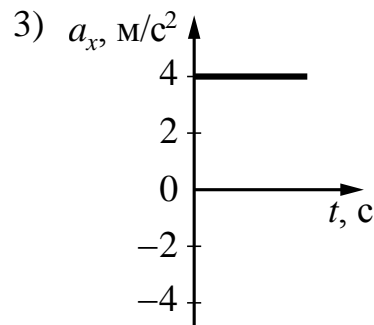
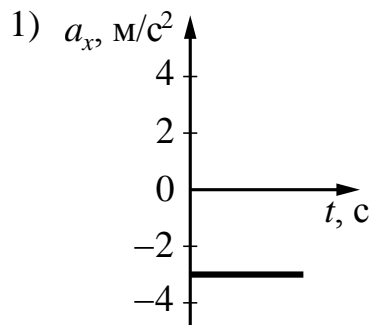
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными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

1  
81%

На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела  $v_x$  от времени.



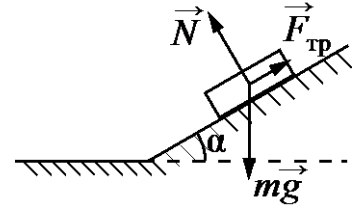
Какой из указанных ниже графиков совпадёт с графиком зависимости от времени проекции ускорения этого тела  $a_x$  в интервале времени от 20 до 25 с?



Ответ:

2  
71%

Брусек лежит на шероховатой наклонной опоре (см. рисунок). На него действуют три силы: сила тяжести  $m\vec{g}$ , сила нормальной реакции опоры  $\vec{N}$  и сила трения  $\vec{F}_{\text{тр}}$ . Чему равен модуль равнодействующей сил  $\vec{F}_{\text{тр}}$  и  $\vec{N}$ , если брусок покоится?

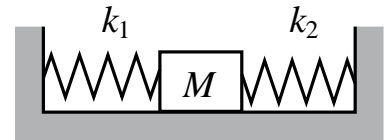


- 1)  $F_{\text{тр}} + N$
- 2)  $N \cos \alpha$
- 3)  $F_{\text{тр}} \sin \alpha$
- 4)  $mg$

Ответ:

3  
69%

Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Первая пружина сжата на 4 см, а вторая сжата на 3 см. Жёсткость второй пружины  $k_2 = 600$  Н/м. Чему равна жёсткость первой пружины  $k_1$ ?



Ответ: \_\_\_\_\_ Н/м.

4  
67%

Шарик массой 200 г падает с высоты 20 м с начальной скоростью, равной нулю. Какова его кинетическая энергия в момент перед ударом о землю, если потеря энергии за счёт сопротивления воздуха составила 4 Дж?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

5  
39%

Шарик массой 0,4 кг, подвешенный на лёгкой пружине, совершает гармонические колебания вдоль вертикальной прямой. Какой должна быть масса шарика, чтобы частота его вертикальных гармонических колебаний на этой же пружине была в 2 раза больше?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

**6**  
16-39%  
26-52%

В результате перехода искусственного спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода радиус орбиты спутника и его скорость движения по орбите вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

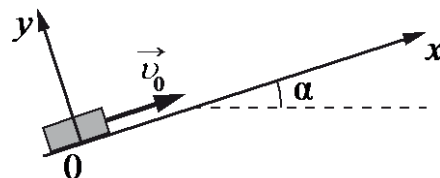
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Радиус орбиты	Скорость движения по орбите

**7**  
16-34%  
26-35%

После удара шайба массой  $m$  начала скользить со скоростью  $\vec{v}_0$  вверх по плоскости, установленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рисунок). Коэффициент трения шайбы о плоскость равен  $\mu$ . 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**

**ФОРМУЛЫ**

- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| А) модуль ускорения при движении шайбы вверх | 1) $g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$ |
| Б) модуль силы трения                        | 2) $\mu mg \cos \alpha$               |
|  | 3) $\mu mg \sin \alpha$               |
|  | 4) $g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$ |

Ответ:

А	Б

**8**  
54%

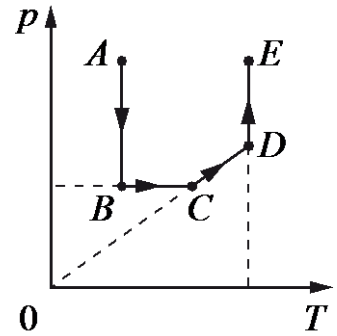
Если растолочь мел в мелкую пудру, высыпать её в стакан с водой и размешать, то, поместив каплю получившейся смеси под окуляр микроскопа, можно увидеть, что частицы пудры движутся в капле хаотично. Чем можно объяснить такое движение частиц пудры?

- 1) диффузией молекул воды в крупинки пудры
- 2) хаотичными ударами со стороны молекул воды
- 3) притяжением крупинок пудры молекулами воды
- 4) сопротивлением воды движению в ней твёрдых тел

Ответ:

**9**  
**61%**

На рисунке приведён график зависимости давления неизменной массы газа от температуры. Изменения происходят в направлении, указанном стрелкой. Какой процесс происходит с газом на участке  $AB$ ?

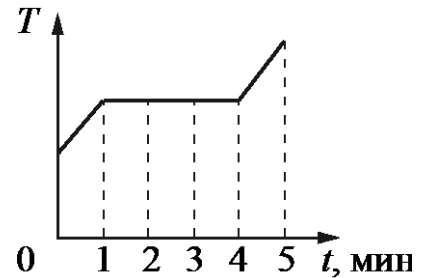


- 1) изотермическое расширение
- 2) изотермическое сжатие
- 3) изохорное нагревание
- 4) изобарное нагревание

Ответ:

**10**  
**54%**

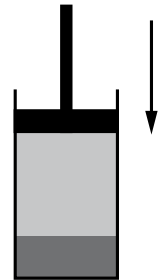
В керамическую чашечку (тигель) опустили электрический термометр и насыпали опилки олова. После этого тигель поместили в печь. Диаграмма изменения температуры олова с течением времени показана на рисунке. Печь при постоянном нагреве передавала олову в среднем 500 Дж энергии в минуту. Какое количество теплоты потребовало плавление олова?



Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

**11**  
**16-32%**  
**26-22%**

В цилиндре под поршнем находятся жидкость и её насыщенный пар (см. рисунок). Как будут изменяться давление пара и масса жидкости при медленном перемещении поршня вниз при постоянной температуре, пока поршень не коснётся поверхности жидкости?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

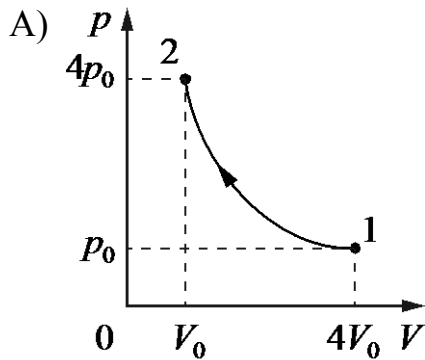
Давление пара	Масса жидкости

12  
16-  
29%  
26-  
43%

Установите соответствие между графиками процессов, в которых участвует 1 моль идеального газа, и значениями физических величин, характеризующих эти процессы ( $\Delta U$  – изменение внутренней энергии;  $A$  – работа газа).

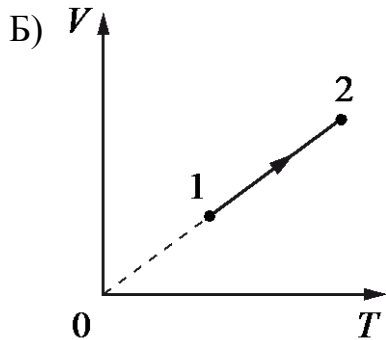
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ  
ВЕЛИЧИН

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

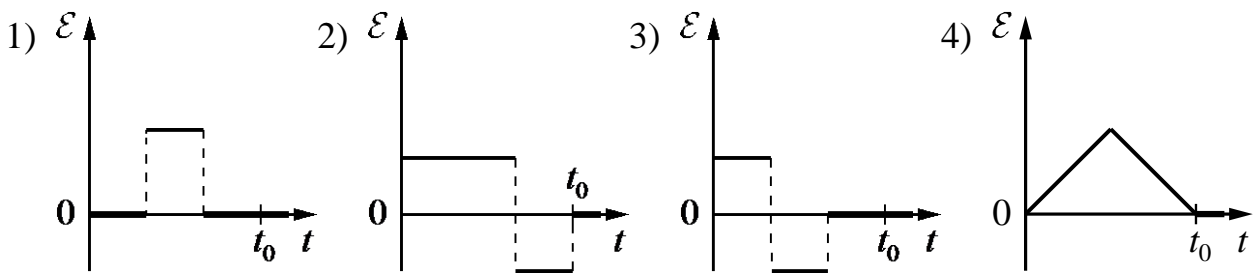
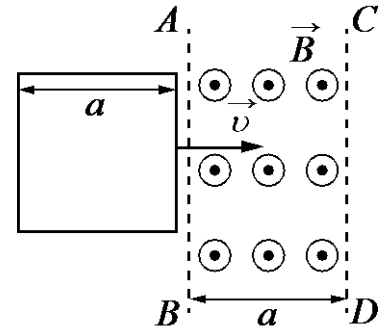


Ответ:

А	Б

**13**  
**33%**

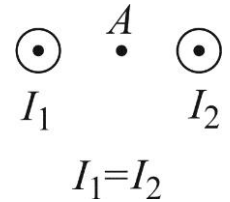
В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями  $AB$  и  $CD$ , создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью, направленной в плоскости рамки перпендикулярно её стороне и перпендикулярно линиям магнитной индукции. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени передняя сторона рамки пересекает плоскость  $AB$  (см. рисунок), а в момент времени  $t_0$  задняя сторона рамки удалилась от плоскости  $CD$  на расстояние  $a$ ?



Ответ:

**14**  
**55%**

На рисунке показаны сечения двух параллельных прямых проводников и направления токов в них. Как направлен вектор магнитной индукции в точке  $A$ , находящейся точно посередине между проводниками?

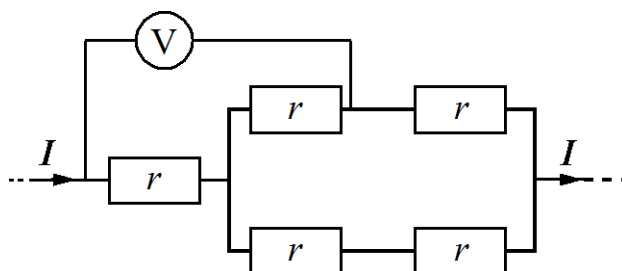


- 1) вниз ↓
- 2) по направлению токов
- 3) равен 0
- 4) вверх ↑

Ответ:

**15**  
**20%**

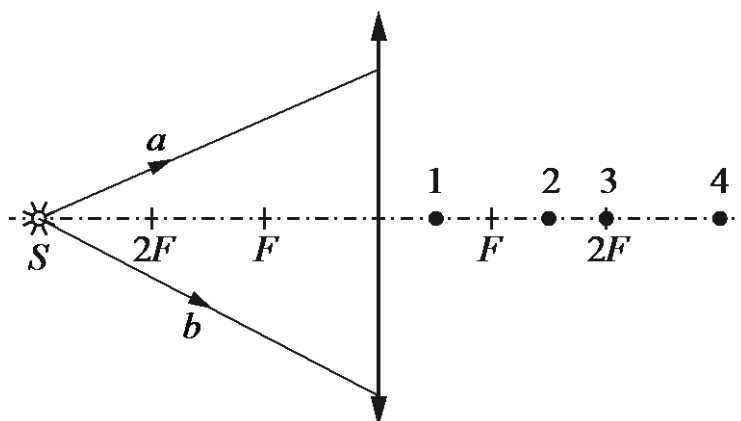
Пять одинаковых резисторов с сопротивлением 1 Ом соединены в электрическую цепь, через которую течёт ток  $I = 2$  А (см. рисунок). Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



Ответ: \_\_\_\_\_ В.

**16**  
**40%**

От точечного источника света  $S$ , находящегося на главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F$  на расстоянии  $3F$  от неё, распространяются два луча:  $a$  и  $b$ , как показано на рисунке.



В какой точке: 1, 2, 3 или 4 – пересекутся эти лучи после преломления линзой?

Ответ: в точке \_\_\_\_\_.

**17** Плоский конденсатор с воздушным зазором между обкладками подключён к источнику постоянного напряжения. Как изменятся при уменьшении зазора между обкладками конденсатора его ёмкость и величина заряда на его обкладках?  
**16-43%**  
**26-36%**

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.

Ёмкость конденсатора	Величина заряда на обкладках конденсатора

**18** По участку цепи постоянного тока с сопротивлением  $R$  течёт ток  $I$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.  
**16-22%**  
**26-64%**

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

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- А) мощность тока, выделяющаяся на резисторе  
 Б) напряжение на резисторе

**ФОРМУЛЫ**

- 1)  $IR$
- 2)  $I^2R$
- 3)  $\frac{I}{R}$
- 4)  $\frac{I^2}{R}$

Ответ:

А	Б



**19**  
**77%**

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	<b>Li</b> 3 ЛИТИЙ 7 <sub>93</sub> 6 <sub>7</sub>	<b>Be</b> 4 БЕРИЛЛИЙ 9 <sub>100</sub>	5 <b>B</b> БОР 11 <sub>80</sub> 10 <sub>20</sub>
3	III	<b>Na</b> 11 НАТРИЙ 23 <sub>100</sub>	<b>Mg</b> 12 МАГНИЙ 24 <sub>79</sub> 26 <sub>11</sub> 25 <sub>10</sub>	13 <b>Al</b> АЛЮМИНИЙ 27 <sub>100</sub>
4	IV	<b>K</b> 19 КАЛИЙ 39 <sub>93</sub> 41 <sub>6,7</sub>	<b>Ca</b> 20 КАЛЬЦИЙ 40 <sub>97</sub> 44 <sub>2,1</sub>	<b>Sc</b> 21 СКАНДИЙ 45 <sub>100</sub>
	V	29 <b>Cu</b> МЕДЬ 63 <sub>69</sub> 65 <sub>31</sub>	30 <b>Zn</b> ЦИНК 64 <sub>49</sub> 66 <sub>28</sub> 68 <sub>19</sub>	31 <b>Ga</b> ГАЛЛИЙ 69 <sub>60</sub> 71 <sub>40</sub>

Чему равны число протонов и число нейтронов в ядре самого распространённого изотопа меди?

- 1) 29 протонов, 34 нейтрона
- 2) 63 протона, 69 нейтронов
- 3) 34 протона, 29 нейтронов
- 4) 29 протонов, 29 нейтронов

Ответ:

**20**  
**93%**

Укажите второй продукт реакции  ${}^4_2\text{He} + {}^7_3\text{Li} \longrightarrow {}^{10}_4\text{B} + ?$ .

- 1)  ${}^1_1\text{H}$
- 2)  ${}^1_0\text{n}$
- 3)  ${}^3_1\text{H}$
- 4)  ${}^2_1\text{H}$

Ответ:

**21**  
**62%**

Период полураспада изотопа кислорода  ${}^{14}_8\text{O}$  составляет 71 с. Какая доля от исходного большого количества этих ядер остаётся **нераспавшейся** через интервал времени, равный 142 с?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

22  
16-  
33%  
26-  
39%

На установке, представленной на фотографиях (рис. *а* – общий вид; рис. *б* – фотоэлемент), исследовали зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света. Для этого в прорезь осветителя помещали различные светофильтры и измеряли запирающее напряжение. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только красный свет, а во второй – пропускающий только жёлтый.

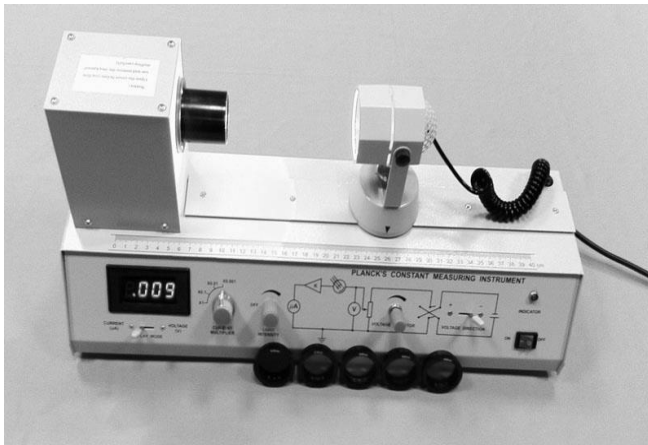


Рис. *а*



Рис. *б*

Как изменяются длина световой волны и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

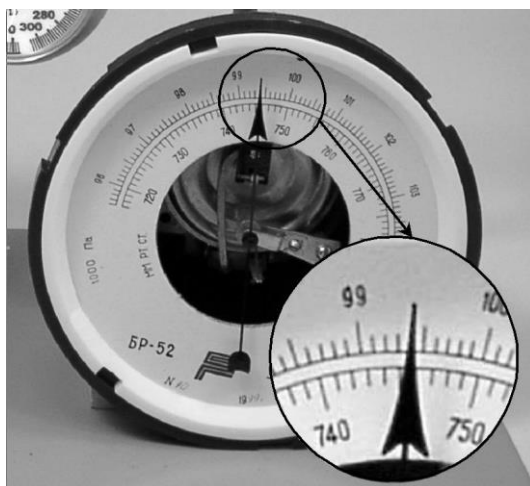
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина световой волны, падающей на фотоэлемент	Запирающее напряжение

23  
89%

С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в кПа, а нижняя шкала – в мм рт. ст. Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра. Чему равно атмосферное давление по результатам этих измерений?

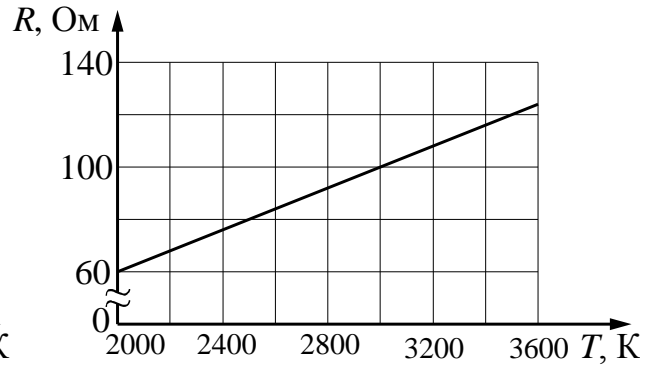
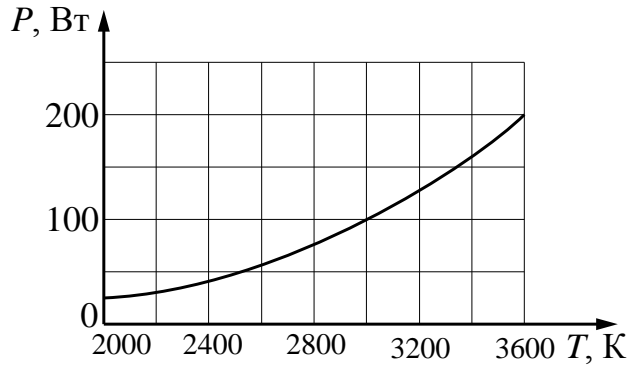


- 1)  $(99 \pm 1)$  кПа
- 2)  $(99,4 \pm 0,1)$  кПа
- 3)  $(99,4 \pm 0,2)$  кПа
- 4)  $(99,4 \pm 1)$  кПа

Ответ:

24  
16-  
48%  
26-  
35%

На рисунке изображены графики зависимости мощности лампы накаливания  $P = P(T)$  и сопротивления её спирали  $R = R(T)$  от температуры. Выберите два верных утверждения, которые можно сделать, анализируя эти графики.



- 1) Напряжение на спирали лампы при подводимой мощности  $P = 200$  Вт меньше 150 В.
- 2) Сопротивление спирали лампы при подводимой мощности  $P = 100$  Вт равно 80 Ом.
- 3) С уменьшением мощности, подводимой к лампе, напряжение на ней падает.
- 4) Напряжение на лампе возрастает пропорционально подводимой к ней мощности.
- 5) Напряжение на спирали лампы при подводимой мощности  $P = 100$  Вт равно 100 В.

Ответ:

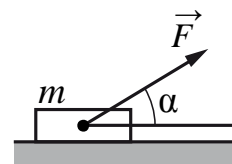
--	--

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

**25**  
**25%**

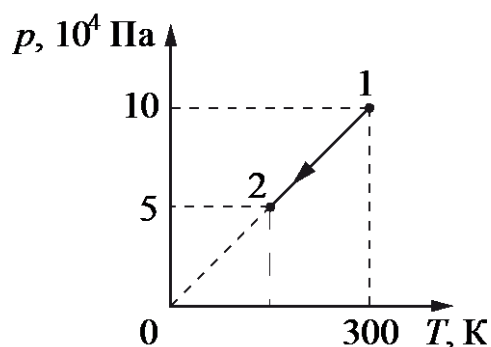
Брусок массой  $m = 2$  кг движется поступательно по горизонтальной плоскости под действием постоянной силы, направленной под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту (см. рисунок). Модуль этой силы  $F = 12$  Н. Коэффициент трения между бруском и плоскостью  $\mu = 0,2$ . Чему равен модуль силы трения  $F_{\text{тр}}$ , действующей на брусок?



Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

**26**  
**77%**

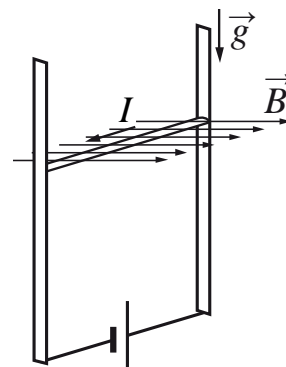
На рисунке изображён график изменения состояния одноатомного идеального газа в количестве 20 моль. Какая температура соответствует состоянию 2?



Ответ: \_\_\_\_\_ К.

**27**  
**19%**

В однородном магнитном поле по вертикальным направляющим без трения скользит прямой горизонтальный проводник массой 0,2 кг, по которому течёт ток 2 А. Вектор магнитной индукции направлен горизонтально перпендикулярно проводнику (см. рисунок),  $B = 2$  Тл. Чему равна длина проводника, если известно, что ускорение проводника направлено вниз и равно  $2 \text{ м/с}^2$ ?



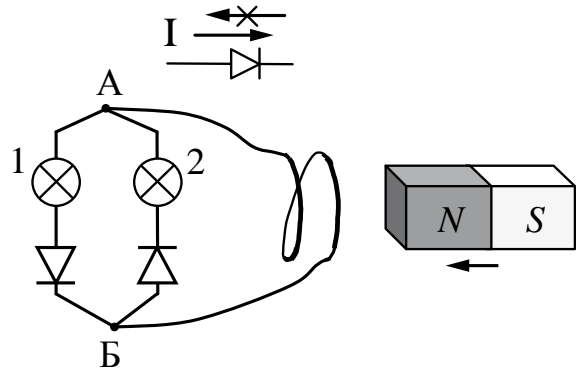
Ответ: \_\_\_\_\_ м.

*Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.*

Для записи ответов на задания (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  
16-  
18%  
2-36-  
11%

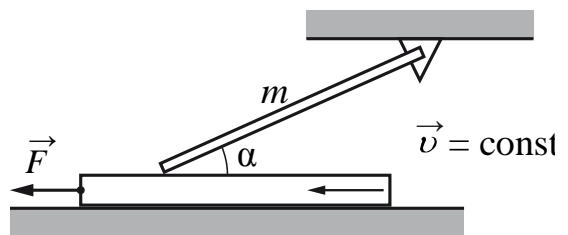
Электрическая цепь состоит из двух лампочек, двух диодов и витка провода, соединённых, как показано на рисунке. (Диод пропускает ток только в одном направлении, как показано в верхней части рисунка.) Какая из лампочек загорится, если к витку приближать северный полюс магнита? Ответ объясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали при объяснении.



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.

29  
16-  
15%  
2-36-  
2%

Однородный тонкий стержень массой  $m = 1$  кг одним концом шарнирно прикреплен к потолку, а другим концом опирается на массивную горизонтальную доску, образуя с ней угол  $\alpha = 30^\circ$ . Под действием горизонтальной силы  $\vec{F}$  доска движется поступательно влево с постоянной скоростью (см. рисунок). Стержень при этом неподвижен. Найдите  $F$ , если коэффициент трения стержня по доске  $\mu = 0,2$ . Трением доски по опоре и трением в шарнире пренебречь.

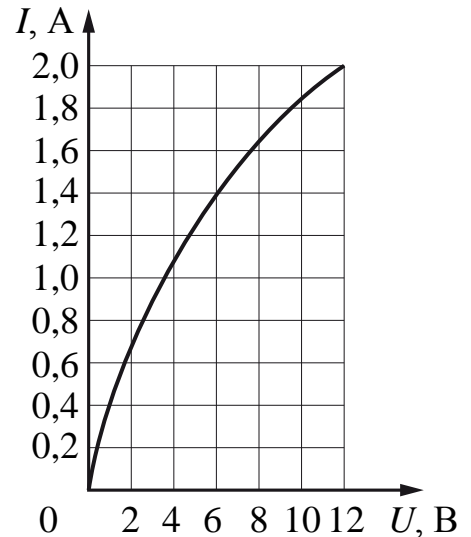


**30** Сосуд объёмом 10 л содержит смесь водорода и гелия общей массой 2 г при температуре 27 °С и давлении 200 кПа. Каково отношение массы водорода к массе гелия в смеси?

**16-18%**  
**2-36-13%**

**31** Вольт-амперная характеристика лампы накаливания изображена на рисунке. При напряжении источника 12 В температура нити лампы равна 3100 К. Сопротивление нити прямо пропорционально её температуре. Какова температура нити накала при напряжении источника 6 В?

**16-7%**  
**2-36-40%**



**32** Фотокатод с работой выхода  $4,42 \cdot 10^{-19}$  Дж освещается монохроматическим светом. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией  $4 \cdot 10^{-4}$  Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружностям. Максимальный радиус такой окружности 10 мм. Какова частота  $\nu$  падающего света?

**16-7%**  
**2-36-27%**