

## Вариант № 2

### Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 4 часа (240 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (А1–А21). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (В1–В4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: А22– А25 с выбором одного верного ответа и С1 – С 6, для которых требуется дать развернутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

### Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

### Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	$10^9$	санци	с	$10^{-2}$
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	$10^{-12}$

**Константы**

число $\pi$	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная 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	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

**Соотношение между различными единицами**

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

**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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

**Плотность**

		подсолнечного масла	$900 \text{ кг/м}^3$
воды	$1000 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
древесины (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	ртути	$13600 \text{ кг/м}^3$

**Удельная теплоемкость**

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

**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  $0^\circ\text{С}$ **Молярная масса**

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	молибдена	$96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

## Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1

Лыжник съехал с горы, двигаясь прямолинейно и равноускоренно. За время 20 с, в течение которых длился спуск, скорость лыжника возросла от 5 м/с до 15 м/с. С каким ускорением двигался лыжник?

- 1) 0,5 м/с<sup>2</sup>      2) 1 м/с<sup>2</sup>      3) 5 м/с<sup>2</sup>      4) 10 м/с<sup>2</sup>

A2

Пассажиры, находящиеся в автобусе, непроизвольно отклонились вперед по направлению движения. Это скорее всего вызвано тем, что автобус

- 1) повернул налево  
2) повернул направо  
3) начал тормозить

A3

4) начал набирать скорость

На шкале пружинного лабораторного динамометра расстояние между делениями 1 Н и 2 Н равно 2,5 см. Какой должна быть масса груза, подвешенного к пружине динамометра, чтобы она растянулась на 5 см?

- 1) 15 г      2) 20 г      3) 150 г      4) 200 г

A4

Камень массой 0,5 кг, брошенный вертикально вверх, достиг максимальной высоты 20 м. Определите кинетическую энергию камня в начальный момент времени? Соппротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 100 Дж      2) 200 Дж      3) 10 Дж      4) 20 Дж

**A5** Как изменится частота гармонических свободных колебаний математического маятника при уменьшении его длины в 4 раза?

- 1) увеличится в 4 раза
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) уменьшится в 4 раза
- 4) уменьшится в 2 раза

Из двух названных ниже явлений –

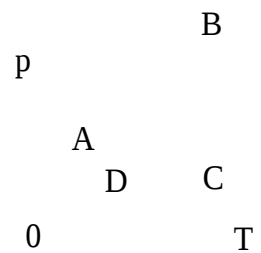
**A6** А. гидростатическое давление жидкости на дно сосуда,

Б. давление газа на стенку сосуда –

тепловым движением частиц вещества можно объяснить

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

**A7**



На рисунке показан цикл изменения состояния идеального газа. Изохорному охлаждению соответствует участок

- 1) АВ
- 2) DA
- 3) CD
- 4) BC

**A8**

Вещество массой  $m$  находится в жидком состоянии. При постоянной температуре  $T$  ему сообщают количество теплоты  $Q$ , и оно переходит в газообразное состояние. Удельную теплоту парообразования вещества можно рассчитать по формуле

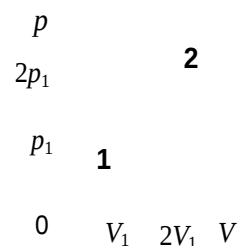
- 1)  $\frac{Q}{m}$
- 2)  $\frac{Q}{m \cdot T}$
- 3)  $Q \cdot m$
- 4)  $Q \cdot m \cdot T$

**A9**

Какое количество теплоты получено газом, если его внутренняя энергия увеличилась на 300 Дж, и газ совершил работу 200 Дж?

- 1) 500 Дж      2) 200 Дж      3) 100 Дж      4) 400 Дж

**A10**



На  $pV$ -диаграмме представлен процесс перехода некоторого количества идеального газа из состояния 1 в состояние 2. Какова температура газа в состоянии 2, если в состоянии 1 она равна 200 К?

- 1) 1200 К  
2) 800 К  
3) 600 К  
4) 300 К

**A11**

Два точечных электрических заряда действуют друг на друга с силами 9 мкН. Какими станут силы взаимодействия между ними, если, не меняя расстояние между зарядами, увеличить модуль каждого из них в 3 раза?

- 1) 1 мкН      2) 3 мкН      3) 27 мкН      4) 81 мкН

**A12**

В электронагревателе, через который течет постоянный ток, за время  $t$  выделяется количество теплоты  $Q$ . Если сопротивление нагревателя и время  $t$  увеличить вдвое, не изменяя силу тока, то количество выделившейся теплоты будет равно

- 1)  $8Q$       2)  $4Q$       3)  $2Q$       4)  $Q$

**A13**

Через катушку индуктивности течет постоянный ток. Если индуктивность катушки увеличить вдвое, а силу тока в два раза уменьшить, то энергия магнитного поля катушки

- 1) увеличится в 4 раза
- 2) уменьшится в 4 раза
- 3) увеличится в 2 раза
- 4) уменьшится в 2 раза

A14

Оптическая сила линзы — это величина,

- 1) равная отношению фокусного расстояния линзы к ее диаметру
- 2) обратная ее фокусному расстоянию
- 3) равная отношению диаметра линзы к ее фокусному расстоянию
- 4) обратная расстоянию от линзы до изображения предмета

A15

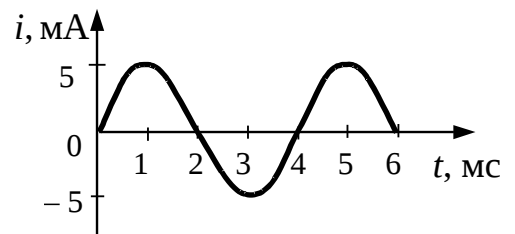
$v$

На неподвижное зеркало перпендикулярно поверхности падает свет от источника, приближающегося к зеркалу со скоростью  $v$  (см. рисунок). Какова скорость отраженного света в инерциальной системе отсчета, связанной с зеркалом? (В инерциальной системе отсчета свет от неподвижного источника в вакууме распространяется со скоростью  $c$ .)

- 1)  $c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$
- 2)  $c - v$
- 3)  $c + v$
- 4)  $c$

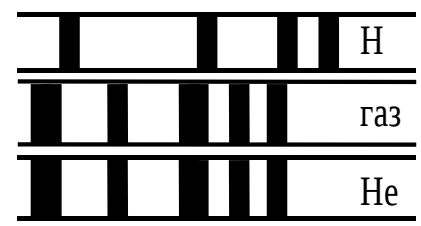
A16

На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре, состоящем из последовательно соединенных конденсатора и катушки, индуктивность которой равна 0,2 Гн. Максимальное значение энергии магнитного поля катушки равно



- 1)  $2,5 \cdot 10^{-6}$  Дж
- 2)  $5 \cdot 10^{-6}$  Дж
- 3)  $5 \cdot 10^{-4}$  Дж
- 4)  $10^{-3}$  Дж

**A17** На рисунке приведены фрагмент спектра поглощения неизвестного разреженного атомарного газа (в середине), спектры поглощения атомов водорода (вверху) и гелия (внизу). По анализу спектра можно заключить, что в химический состав газа входят атомы



- 1) только водорода
- 2) водорода и гелия
- 3) только гелия
- 4) водорода, гелия и еще какого-то вещества

**A18**

На рисунке представлен фрагмент периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. Нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространенность изотопа.

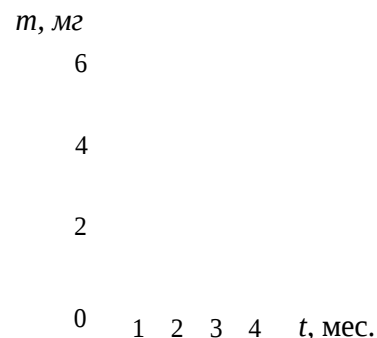
2	II	3 <b>Li</b> ЛИТИЙ 7 <sub>93</sub> 6 <sub>7,4</sub>	4 <b>Be</b> БЕРИЛЛИЙ 9 <sub>100</sub>	5 <b>B</b> БОР 11 <sub>80</sub> 10 <sub>20</sub>
		11 <b>Na</b> НАТРИЙ 23 <sub>100</sub>	12 <b>Mg</b> МАГНИЙ 24 <sub>79</sub> 26 <sub>11</sub> 25 <sub>10</sub>	13 <b>Al</b> АЛЮМИНИЙ 27 <sub>100</sub>
4	IV	19 <b>K</b> КАЛИЙ 39 <sub>93</sub> 41 <sub>6,7</sub>	20 <b>Ca</b> КАЛЬЦИЙ 40 <sub>97</sub> 44 <sub>2,1</sub>	21 <b>Sc</b> СЦАНДИЙ 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>

Число протонов и число нейтронов в ядре самого распространенного изотопа меди соответственно равно

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

**A19**

На рисунке показан график изменения массы находящегося в пробирке радиоактивного изотопа с течением времени. Период полураспада этого изотопа равен



- 1) 1 месяц
- 2) 2 месяца
- 3) 3 месяца
- 4) 4 месяца

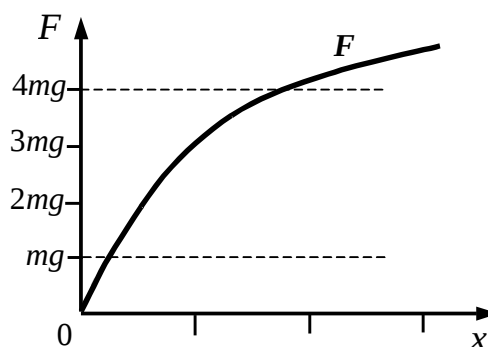
**A20**

Тело, на которое действует сила  $\vec{F}$ , движется с ускорением  $\vec{a}$ . Какую величину можно определить по этим данным?

- 1) массу тела
- 2) кинетическую энергию тела
- 3) скорость тела
- 4) импульс тела

**A21**

Период малых вертикальных колебаний груза массы  $m$ , подвешенного на резиновом жгуте, равен  $T_0$ . Зависимость силы упругости резинового жгута  $F$  от удлинения  $x$  изображена на графике. Период малых вертикальных колебаний груза массой  $4m$  на этом жгуте –  $T$  удовлетворяет соотношению



- 1)  $T = T_0$
- 2)  $T = 2T_0$
- 3)  $T > 2T_0$
- 4)  $T < 0,5T_0$

## Часть 2

**Ответом к заданиям этой части (B1–B4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.**



**В1**

В калориметр с водой при комнатной температуре опустили кусок льда, имеющего температуру  $0^{\circ}\text{C}$ . Как изменятся в результате установления теплового равновесия следующие величины: масса воды, ее удельная теплоемкость, масса льда?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Масса воды	Удельная теплоемкость воды	Масса льда

**В2**

Электрический колебательный контур радиоприемника настроен на длину волны  $\lambda$ . Как изменятся период колебаний в контуре, их частота и соответствующая им длина волны, если площадь пластин конденсатора уменьшить?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Период колебаний	Частота	Длина волны

**В3**

Спутник движется вокруг Земли по круговой орбите радиусом  $R$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. ( $M$  – масса Земли,  $R$  – радиус орбиты,  $G$  – гравитационная постоянная).

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

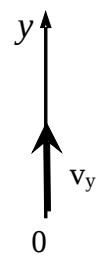
ФОРМУЛЫ

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| А)<br>Скорость спутника                   | 1) $2\pi \sqrt{\frac{GM}{R}}$   |
|   | 2) $2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM}}$ |
| Б) Период обращения спутника вокруг Земли | 3) $4\pi^2 \sqrt{\frac{R}{GM}}$ |
|   | 4) $\sqrt{\frac{GM}{R}}$        |

А	Б



**В4**

Камешек брошен вертикально вверх с поверхности земли и через некоторое время  $t_0$  упал на землю. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость 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

- |   |   |
|---|---|
| А)<br> | 1) Проекция скорости камешка                                    |
|   | 2) Проекция ускорения камешка                                   |
| Б)<br> | 3) Кинетическая энергия камешка                                 |
|   | 4) Потенциальная энергия камешка относительно поверхности земли |

А	Б

Часть 3

**Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение в черновике. При выполнении заданий А 22- А 25 в бланке ответов № 1 под номером выполняемых вами заданий поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранных вами ответов.**

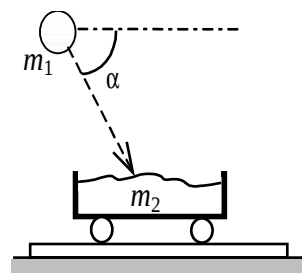
A22

Стальной брусок массой  $m$  скользит равномерно и прямолинейно по горизонтальной поверхности стола под действием постоянной силы  $F$ . Площади граней бруска связаны соотношением  $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$ , и он соприкасается со столом гранью площадью  $S_3$ . Каков коэффициент трения бруска о поверхность стола?

- 1)  $\frac{F}{mg}$                       2)  $\frac{3F}{mg}$                       3)  $\frac{2F}{mg}$                       4)  $\frac{F}{2mg}$

A23

Камень массой  $m_1 = 4$  кг падает под углом  $60^\circ$  к горизонту со скоростью 10 м/с в тележку с песком, покоящуюся на горизонтальных рельсах (см. рисунок). Импульс тележки с песком и камнем после падения камня равен



- 1) 40,0 кг·м/с  
2) 34,6 кг·м/с  
3) 28,3 кг·м/с  
4) 20,0 кг·м/с

A24

В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями  $L_1 = 1$  мкГн и  $L_2 = 2$  мкГн, а также два конденсатора, емкости которых  $C_1 = 3$  пФ и  $C_2 = 4$  пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора период собственных колебаний контура  $T$  будет наибольшим?

- 1)  $L_1$  и  $C_1$                       2)  $L_2$  и  $C_2$                       3)  $L_1$  и  $C_2$                       4)  $L_2$  и  $C_1$

A25

В таблице приведены значения максимальной кинетической энергии  $E_{\max}$  фотоэлектронов при освещении фотокатода монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda$ .

$\lambda$	$\lambda_0$	$\frac{1}{3} \lambda_0$
$E_{\max}$	$E_0$	$3 E_0$

Чему равна работа выхода  $A_{\text{вых}}$  фотоэлектронов с поверхности фотокатода?

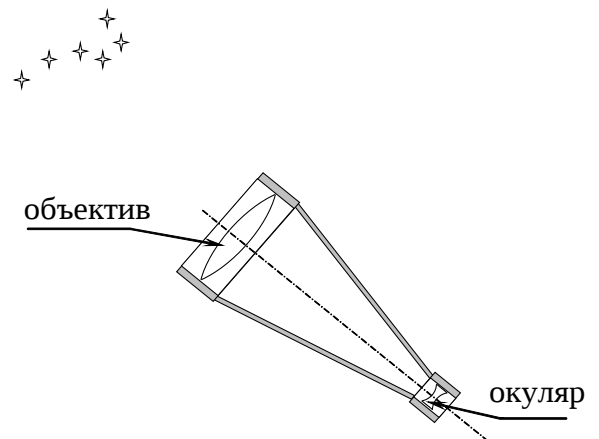
- 1)  $\frac{1}{3} E_0$                       2)  $E_0$                       3)  $2E_0$                       4)  $3E_0$

**Задания С1–С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а**

**затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.**

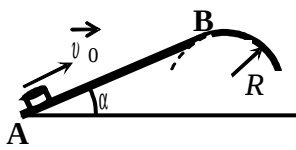
**С1**

Для наблюдения за ночным небом два друга купили себе по телескопу. Устройство этих двух телескопов (см.схему) и используемые материалы абсолютно одинаковые. Единственное различие в том, что у одного из них диаметр объектива равен 15 см, а у другого – 30 см. Размеры окуляра и его оптическая сила у обоих телескопов одинаковые. В какой из телескопов лучше видны неяркие звёзды? Объясните свой ответ.



**Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.**

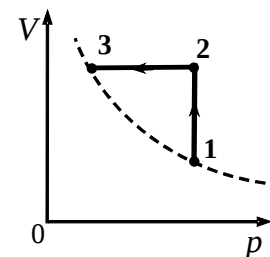
**С2**



Небольшая шайба после удара скользит вверх по наклонной плоскости  $30^\circ$  из точки А (см. рисунок). В точке В наклонная плоскость без излома переходит в наружную поверхность горизонтальной трубы радиусом  $R$ . Если в точке А скорость шайбы превосходит  $v_0 = 4$  м/с, то в точке В шайба отрывается от опоры. Длина наклонной плоскости  $AB = L = 1$  м, угол  $\alpha = 30^\circ$ . Коэффициент трения между наклонной плоскостью и шайбой  $\mu = 0,2$ . Найдите внешний радиус трубы  $R$ .

**С3**

Один моль идеального одноатомного газа сначала нагрели, а затем охладил до первоначальной температуры 300 К, уменьшив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 1 – 2?

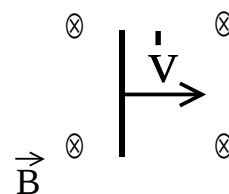


**С4**

К однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 40 м приложили некоторую разность потенциалов. Определите разность потенциалов, если через 15 с проводник нагрелся на 16 К. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди  $1,7 \cdot 10^{-8}$  Ом·м.)

С5

Горизонтально расположенный проводник длиной 1 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого равна 0,5 Тл и направлена перпендикулярно проводнику и скорости его движения (см. рисунок). При начальной скорости проводника, равной нулю, проводник переместился на 1 м. ЭДС индукции на концах проводника в конце перемещения равна 2 В. Каково ускорение проводника?



С6

При облучении металлической пластинки квантами света с энергией 3 эВ из нее выбиваются электроны, которые проходят ускоряющую разность потенциалов  $\Delta U = 5\text{ В}$ . Какова работа выхода  $A_{\text{вых}}$ , если максимальная энергия ускоренных электронов  $E_e$  равна удвоенной энергии фотонов, выбивающих их из металла?