

## Вариант № 151

### Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике дается 3 часа (180 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 45 заданий.

Часть 1 включает 35 заданий (А1 – А35). К каждому заданию дается 4 ответа, только один из которых правильный.

Часть 2 состоит из 5 заданий (В1 – В5), на которые следует дать краткий ответ в виде числа. В бланк ответов следует внести значение рассчитанной величины в тех единицах измерений, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует обязательно записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается пользоваться непрограммируемым калькулятором.

Часть 3 содержит 5 заданий (С1 – С5), на которые требуется дать развернутый ответ. Задания С1 – С5 представляют собой задачи, при оформлении решения которых в специальный бланк для развернутых ответов следует внести названия законов или ссылки на определения физических величин, соответствующих уравнениям (формулам), которыми Вы пользуетесь. Если требуется, то следует рассчитать численное значение искомой величины, если нет, то оставить решения в буквенном виде. Рекомендуется провести предварительное решение этих заданий на черновике, чтобы при записи в бланке ответов решение уместилось примерно на половине страницы бланка.

Отметка «3» ставится за правильное выполнение не менее 15 любых заданий из всей работы.

Для получения отметки «5» необходимо выполнить задания из **всех** частей работы. При этом не требуется решить все задания.

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

### Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Отношение к основной единице
пико	п	$10^{-12}$
нано	н	$10^{-9}$
микро	мк	$10^{-6}$
мега	М	$10^{+6}$

Ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
Гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
Плотность: бамбука	$\rho = 400 \text{ кг/м}^3$
воды	$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$
Масса Земли	$M = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$
Универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
Постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Число Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль}$
Молярная масса: азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
Температура кипения воды при нормальном давлении	$100^\circ\text{C}$
Температура плавления льда при нормальном давлении	$0^\circ\text{C}$
Удельная теплоемкость: воды	$4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{}^\circ\text{C)}$
льда	$2100 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{}^\circ\text{C)}$
Удельная теплота плавления льда	$335 \text{ кДж/кг}$
Удельная теплота парообразования воды	$2256 \text{ кДж/кг}$
Скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
Постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Заряд электрона	$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$
Энергия покоя: электрона	$0,5 \text{ МэВ}$
нейтрона	$939,6 \text{ МэВ}$
протона	$938,3 \text{ МэВ}$
ядра бора ${}^{10}_5\text{B}$	$9327,1 \text{ МэВ}$
ядра дейтерия ${}^2_1\text{H}$	$1876,1 \text{ МэВ}$
ядра трития ${}^3_1\text{H}$	$2808,9 \text{ МэВ}$
ядра бериллия ${}^9_4\text{Be}$	$8394,9 \text{ МэВ}$
ядра лития ${}^7_3\text{Li}$	$6535,4 \text{ МэВ}$
ядра гелия ${}^4_2\text{He}$	$3728,4 \text{ МэВ}$
ядра гелия ${}^3_2\text{He}$	$2808,4 \text{ МэВ}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 эВ =	$1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Приступайте к выполнению работы.

**Желаем успеха!**

ЧАСТЬ 1

При выполнении заданий этой части укажите в бланке ответов цифру, которая обозначает выбранный Вами ответ, поставив знак «×» в соответствующей клеточке бланка для каждого задания (A1 – A35).

**A1** Эскалатор метро поднимается со скоростью 1 м/с. Может ли человек, находящийся на нем, быть в покое в системе отсчета, связанной с Землей?

- 1) может, если движется в ту же сторону со скоростью 1 м/с
- 2) может, если движется в противоположную сторону со скоростью 1 м/с
- 3) может, если стоит на эскалаторе
- 4) не может ни при каких условиях

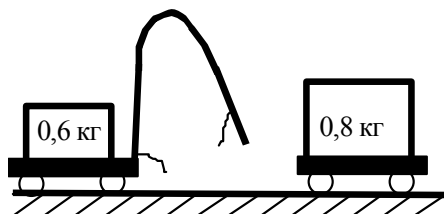
**A2** Какие из величин (скорость, сила, ускорение, перемещение) при механическом движении всегда совпадают по направлению?

- 1) сила и скорость
- 2) сила и ускорение
- 3) сила и перемещение
- 4) ускорение и перемещение

**A3** При свободном падении ускорение всех тел одинаково. Этот факт объясняется тем, что

- 1) Земля имеет очень большую массу
- 2) сила тяжести пропорциональна массе тела
- 3) сила тяжести пропорциональна массе Земли
- 4) все земные предметы очень малы по сравнению с Землей

**A4** После пережигания нити первая тележка, масса которой равна 0,6 кг, стала двигаться со скоростью 0,4 м/с. С какой по модулю скоростью начала двигаться вторая тележка, масса которой равна 0,8 кг?

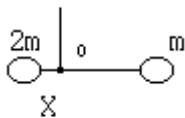


- 1) 0,2 м/с
- 2) 0,6 м/с
- 3) 0,5 м/с
- 4) 0,3 м/с

**A5** Для того, чтобы уменьшить кинетическую энергию тела в 2 раза, надо скорость тела уменьшить в

- 1) 2 раза
- 2) 4 раза
- 3)  $\sqrt{2}$  раз
- 4)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$  раз

A6



Если закрепить два груза массами  $2m$  и  $m$  на невесомом стержне длиной  $L$ , то для того, чтобы стержень оставался в равновесии, его следует подвесить в точке  $O$ , находящейся на расстоянии  $X$  от массы  $2m$ .  $X$  равно

- 1)  $\frac{2L}{5}$                       2)  $\frac{L}{6}$                       3)  $\frac{L}{4}$                       4)  $\frac{L}{3}$

A7

При гармонических колебаниях вдоль оси  $Ox$  координата тела изменяется по закону  $x = 0,9 \cdot \sin 3t$  (м). Чему равна частота колебаний ускорения?

- 1)  $\frac{3t}{2\pi}$                       2)  $\frac{2\pi}{3}$                       3) 3                      4)  $\frac{3}{2\pi}$

A8

Если положить огурец в соленую воду, то через некоторое время он станет соленым. Это можно объяснить

- 1) взаимодействием молекул
- 2) конвекцией
- 3) диффузией
- 4) теплопередачей

A9

В баллоне находится 6 моль газа. Сколько примерно молекул газа находится в баллоне?

- 1)  $6 \cdot 10^{23}$                       2)  $12 \cdot 10^{23}$                       3)  $36 \cdot 10^{26}$                       4)  $36 \cdot 10^{23}$

A10

От каких макроскопических параметров зависит внутренняя энергия тела?

- 1) от температуры и объема тела
- 2) от температуры и скорости движения тела
- 3) от температуры тела и расстояния от тела до поверхности Земли
- 4) только от температуры тела

A11

При передаче твердому телу массой  $m$  количества теплоты  $Q$  температура тела повысилась на  $\Delta T$ . Какое из приведенных ниже выражений определяет удельную теплоемкость вещества этого тела?

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

A12

Тепловая машина за цикл работы получает от нагревателя 100 Дж и отдает холодильнику 40 Дж. Чему равен КПД тепловой машины?

- 1) 60%                      2) 40%                      3) 29%                      4) 43%

**A13** При сжатии идеального газа объем уменьшился в 2 раза, а температура газа увеличилась в 2 раза. Как изменилось при этом давление газа?

- 1) увеличилось в 4 раза
- 2) уменьшилось в 2 раза
- 3) увеличилось в 2 раза
- 4) не изменилось

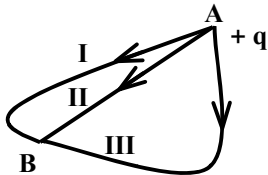
**A14** В результате нагревания газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличилась в 4 раза. Как изменилась при этом абсолютная температура газа?

- 1) увеличилась в 2 раза
- 2) увеличилась в 4 раза
- 3) уменьшилась в 4 раза
- 4) не изменилась

**A15** Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных зарядов, если расстояние между ними увеличить в 3 раза?

- 1) уменьшится в 9 раз
- 2) увеличится в 3 раза
- 3) уменьшится в 3 раза
- 4) увеличится в 9 раз

**A16**

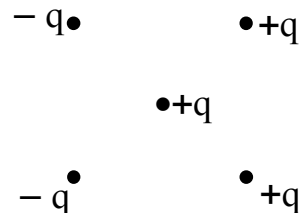


В однородном электростатическом поле перемещается положительный заряд из точки А в точку В по траекториям I, II, III. В каком случае работа сил электростатического поля больше?

- 1) I
- 2) II
- 3) III
- 4) работа сил электростатического поля по траекториям I, II, III одинакова.

**A17**

Как направлена кулоновская сила  $\vec{F}$ , действующая на положительный точечный заряд, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды:  $+q, +q, -q, -q$ ?



- 1)  $\rightarrow$
- 2)  $\downarrow$
- 3)  $\uparrow$
- 4)  $\leftarrow$

A18

Сопротивление резистора увеличили в 2 раза, а приложенное к нему напряжение уменьшили в 2 раза. Как изменилась сила тока, протекающего через резистор?

- 1) уменьшилась в 2 раза
- 2) увеличилась в 4 раза
- 3) уменьшилась в 4 раза
- 4) не изменилась

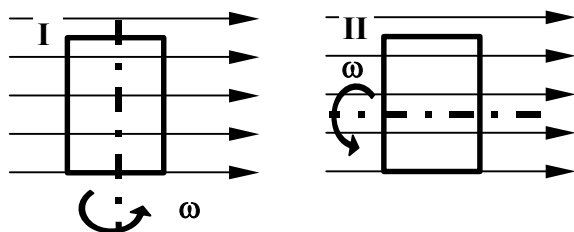
A19

В четырехвалентный кремний добавили в первый раз трехвалентный индий, а во второй раз пентавалентный фосфор. Каким типом проводимости в основном будет обладать полупроводник в каждом случае?

- 1) в обоих случаях электронной
- 2) в I – электронной, во II – дырочной
- 3) в I – дырочной, во II – электронной
- 4) в обоих случаях дырочной

A20

На рисунке представлены два способа вращения рамки в однородном магнитном поле.



Ток в рамке

- 1) возникает в обоих случаях
- 2) не возникает ни в одном из случаев
- 3) возникает только во втором случае
- 4) возникает только в первом случае

A21

Разложение белого света в спектр при прохождении через призму обусловлено

- 1) преломлением света
- 2) отражением света
- 3) поляризацией света
- 4) дисперсией света

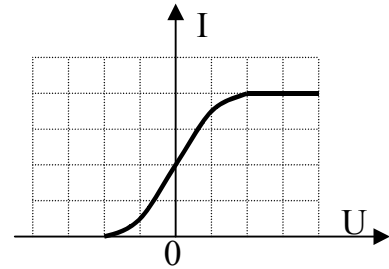
A22

Два автомобиля движутся в противоположных направлениях со скоростями  $V_1$  и  $V_2$  относительно поверхности Земли. Чему равна скорость света от фар первого автомобиля в системе отсчета, связанной с другим автомобилем?

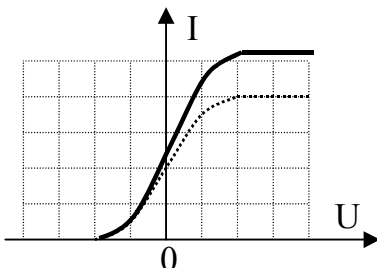
- 1)  $c$
- 2)  $c + (V_1 - V_2)$
- 3)  $c - (V_1 - V_2)$
- 4)  $c + (V_1 + V_2)$

A23

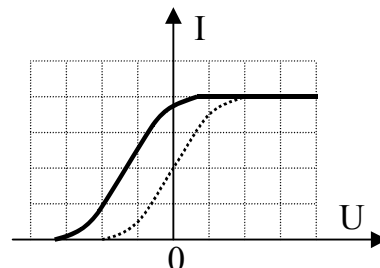
Фотоэлемент освещают светом с определенной частотой и интенсивностью. На рисунке справа представлен график зависимости силы фототока в этом фотоэлементе от приложенного к нему напряжения. В случае увеличения частоты без изменения интенсивности падающего света график изменится. На каком из приведенных ниже рисунков правильно отмечено изменение графика?



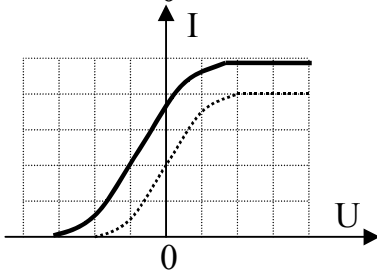
1)



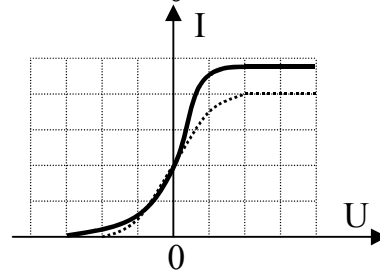
2)



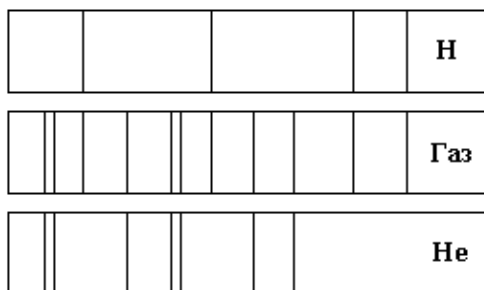
3)



4)



A24

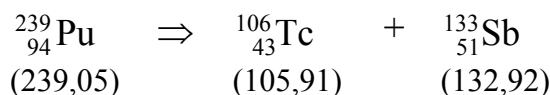


На рисунке приведены спектры поглощения неизвестного газа (в середине), спектры поглощения атомов водорода (вверху) и гелия (внизу). Что можно сказать о химическом составе газа?

- 1) Газ содержит только атомы водорода.
- 2) Газ содержит только атомы гелия.
- 3) Газ содержит атомы водорода, гелия и еще какого-то вещества.
- 4) Газ содержит атомы водорода и гелия.

A25

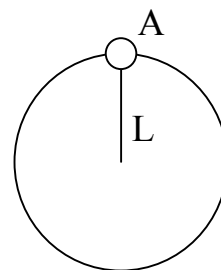
Ниже записана ядерная реакция, а в скобках указаны атомные массы участвующих в ней частиц. Поглощается или выделяется энергия при этой реакции?



- 1) недостаточно данных для ответа
- 2) поглощается
- 3) не поглощается и не выделяется
- 4) выделяется

A26

Камень, привязанный к веревке длиной  $L = 2,5$  м, равномерно вращается в вертикальной плоскости (см. рис.). Масса камня 2 кг. При каком значении периода обращения камня его вес в точке А станет равным нулю?



- 1) 2 с
- 2) 3,14 с
- 3) 8 с
- 4) 31,4 с

A27

Космический корабль движется по круговой орбите радиусом  $2 \cdot 10^7$  м. Его скорость равна

- 1) 11 км/с
- 2) 6,3 км/с
- 3) 8 км/с
- 4) 4,5 км/с

A28

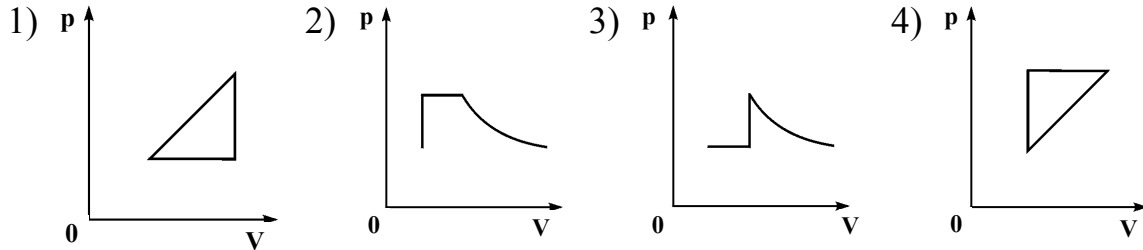
Зависимость координаты от времени для некоторого тела описывается уравнением  $x = 8t - t^2$ . В какой момент времени скорость тела равна нулю?

- 1) 4 с
- 2) 8 с
- 3) 3 с
- 4) 0 с



**A29**

Идеальный газ сначала нагревался при постоянном давлении, потом его давление увеличивалось при постоянном объеме, затем при постоянной температуре давление газа уменьшилось до первоначального значения. Какой из графиков в координатных осях  $p$ – $V$  соответствует этим изменениям состояния газа?



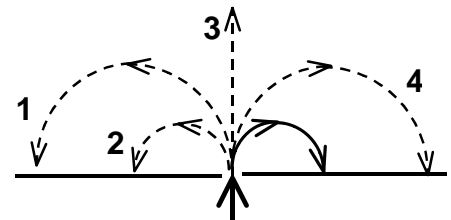
**A30**

Чем объясняется смена времен года на Земле?

- 1) отлицием от  $90^\circ$  угла наклона оси вращения Земли вокруг своей оси к плоскости земной орбиты
- 2) периодическими изменениями скорости движения Земли вокруг Солнца
- 3) периодическими изменениями скорости вращения Земли вокруг своей оси
- 4) периодическими изменениями направления движения морских течений и циклонов

**A31**

В магнитное поле влетает электрон и движется по дуге окружности (см. рис). По какой из траекторий (1, 2, 3 или 4) будет двигаться протон, влетев в это поле с такой же скоростью?

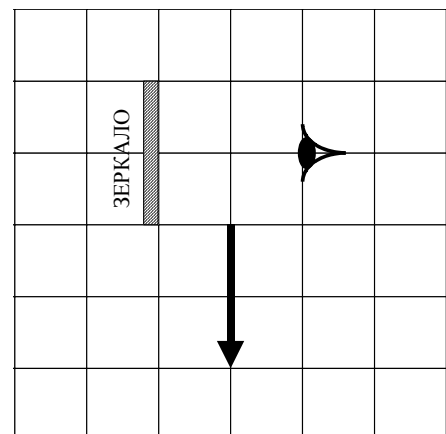


- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

**A32**

Какая часть изображения стрелки в зеркале видна глазу?

- 1) 1/4
- 2) 1/2
- 3) вся стрелка
- 4) стрелка не видна вообще



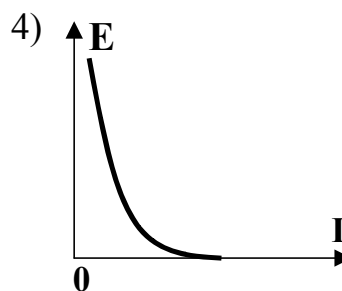
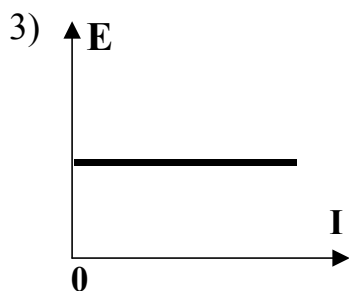
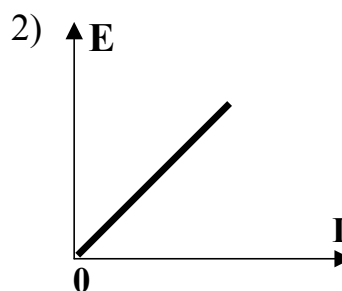
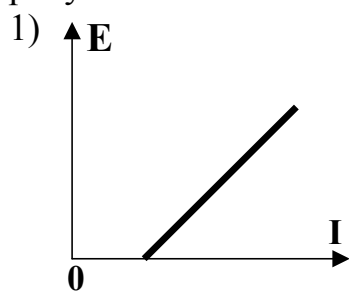
**A33** Согласно теории Максвелла электромагнитные волны излучаются

- 1) при любом неравномерном движении заряда
- 2) только при гармонических колебаниях заряда
- 3) только при равномерном движении заряда по окружности
- 4) только при равномерном движении электронов по прямой

**A34** Какого цвета мы видим абсолютно черное тело?

- 1) черного
- 2) бордово-черного
- 3) любого цвета в зависимости от температуры этого тела
- 4) фиолетово-черного

**A35** Четырех учеников попросили нарисовать общий вид графика зависимости максимальной энергии электронов, вылетевших из пластины в результате фотоэффекта, от интенсивности  $I$  падающего света. Какой из приведенных рисунков выполнен правильно?



## ЧАСТЬ 2

*Ответом на задания этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов рядом с номером задания (В1 – В5), начиная с первой клеточки. Каждую букву или цифру пишите в отдельной клеточке. Единицы измерений писать не нужно.*

**В1**

Сани с сидоками общей массой 100 кг съезжают с горы высотой 8 м и длиной 100 м. Какова средняя сила сопротивления движению санок, если в конце горы они достигли скорости 10 м/с, а начальная скорость равна нулю?

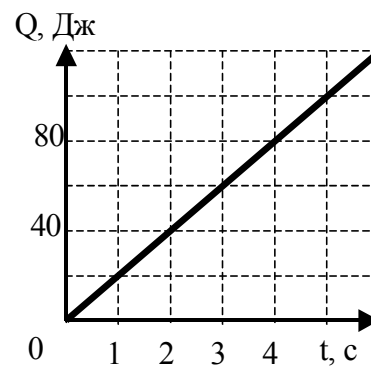
**B2**

Для определения удельной теплоемкости вещества тело массой 200 г, нагретое до температуры  $100^{\circ}\text{C}$ , опустили в железный стакан калориметра, содержащий 200 г воды. Начальная температура калориметра с водой  $23^{\circ}\text{C}$ . После установления теплового равновесия температура тела, воды и калориметра  $30^{\circ}\text{C}$ . Определите удельную теплоемкость вещества исследуемого тела.

Масса калориметра 100 г, удельная теплоемкость железа  $640 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$ , удельная теплоемкость воды  $4180 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$ .

**В3**

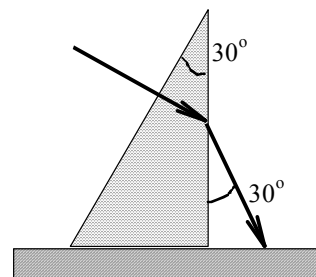
По резистору течет постоянный ток. На рисунке приведен график зависимости количества теплоты, выделяемого в резисторе, от времени. Сопротивление резистора 5 Ом. Чему равна сила тока в резисторе?



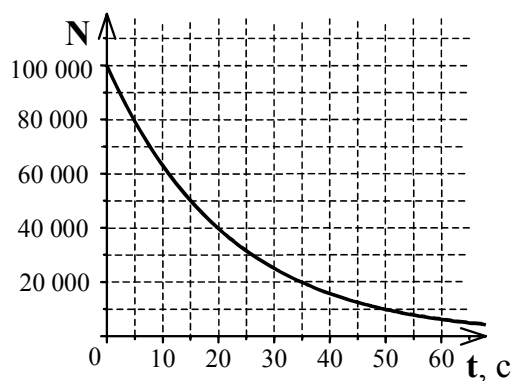
**В4**

В призме угол при вершине  $30^\circ$ . Луч, пущенный перпендикулярно одной из граней, выходит из нее так, как показано на рисунке. Каков показатель преломления материала призмы  $n$ ?

В бланк ответов запишите число  $10 \cdot n$ , округлив его до целых.



B5



Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер изотопа франция  ${}^{207}_{87}\text{Fr}$  от времени. Через какой промежуток времени (в секундах) останется половина первоначального числа ядер?

## ЧАСТЬ 3

*Для ответов на задания этой части (С1 – С5) используйте специальный бланк. Запишите сначала номер задания (С1 и т.д.), а затем запишите полное решение.*

**С1**

На одном конце тележки длиной  $l = 5$  м стоит человек массой  $m = 40$  кг. Масса тележки  $M = 60$  кг. На какое расстояние относительно пола передвинется тележка, если человек перейдет с постоянной скоростью на другой ее конец? (Массой колес и трением пренебречь.)



С2

Теплоизолированный сосуд объемом  $V = 2 \text{ м}^3$  разделен пористой перегородкой на две равные части. Атомы гелия могут свободно проникать через поры в перегородке, а атомы аргона – нет. В начальный момент в одной части сосуда находится  $\nu_{\text{He}} = 2$  моль гелия, а в другой –  $\nu_{\text{Ar}} = 1$  моль аргона. Температура гелия  $T_{\text{He}} = 300 \text{ К}$ , а температура аргона  $T_{\text{Ar}} = 600 \text{ К}$ . Определите температуру гелия после установления равновесия в системе.

**С3**

В процессе колебаний в идеальном колебательном контуре в момент времени  $t$  заряд конденсатора  $q = 4 \cdot 10^{-9}$  Кл, а сила тока в катушке  $I = 3$  мА. Период колебаний  $T = 6,3 \cdot 10^{-6}$  с. Найдите амплитуду заряда.

**C4**

Найдите оптическую силу объектива проекционного аппарата, если он дает 20-кратное увеличение, когда слайд находится от него на расстоянии 21 см.

**C5**

Фотокатод облучают светом с длиной волны  $\lambda = 300$  нм. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода  $\lambda_0 = 450$  нм. Какое напряжение  $U$  нужно приложить между анодом и катодом, чтобы фототок прекратился?