

ФИЗИКА 2012

ЕГЭ

# Количество выпускников сдававших ЕГЭ по физике в 2011

Первая волна – 2521 (3051)

Вторая волна – 304

**ВСЕГО – 2825 (22,0 %)**

# Структура задания ЕГЭ

Часть 1 – 21 задание части А

Часть 2 – 4 задания части В

Часть 3 – 4 задания части А и  
6 задач части С

Продолжительность экзамена  
240 минут (часа)

Процент выполнения задания  
не равен цифрам в сертификате!

# Параметры оценивания

- 1) Число первичных баллов:  $25+8+18=51$
- 2) Число баллов в оценке: 0 – 100
- 3) Средняя стоимость балла: 1,96
- 4) Стоимость набранного балла:  
максимальная – 4, минимальная – 1
- 5) 10 верных ответов – 33 балла,  
12 верных ответов – 39 баллов,  
33 верных ответа – 62 балла

# Процент неудовлетворительных оценок по Алтайскому краю

2008 год      6,53 %

2009 год      5,66 %

2010 год      4,77 %

2011 год      13,7 % (288)

первая 7,85 %, вторая 29,6 %

# Региональные олимпиады

## «Всесибирская» (три тура) НГУ

В первом очном по краю – 205 участников  
(7 кл. – 14, 8 кл. – 23, 9 кл. – 32, 10 кл. – 56,  
11 кл. – 80), второй тур – заочный

## «Будущее Сибири» (два тура) НГТУ

В первом очном по краю – 118 участников  
(9 кл. – 17, 10 кл. – 34, 11 кл. – 67)

## «Ломоносов» (два тура) МГУ

Первый тур – заочный

# Информационное сопровождение

<http://www.asu.ru> (АлтГУ)

<http://lomonosov.msu.ru> (МГУ)

<http://olympiada-sfo.nstu.ru> (НГТУ)

<http://vsesib.nseasc.ru> (НГУ)

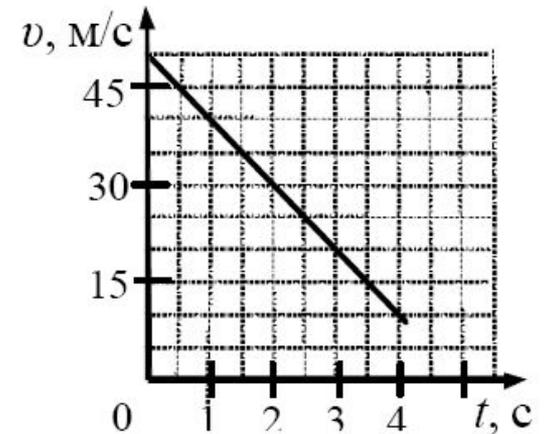
# Количество заданий по темам А / В / А\* / С

Механика	5	/	1	/	1	/	1
Молекулярная физика и термодинамика	5	/	1	/	1	/	1
Электродинамика	4	/	1	/	1	/	3
Колебания и оптика	5	/	1	/	1	/	0
Квантовая физика	2	/	0	/	0	/	1

# Часть А (демо)

**A1** На графике приведена зависимость скорости прямолинейно движущегося тела от времени. Определите модуль ускорения тела.

- 1)  $5 \text{ м/с}^2$
- 2)  $10 \text{ м/с}^2$
- 3)  $15 \text{ м/с}^2$
- 4)  $12,5 \text{ м/с}^2$



**A2** Подъёмный кран поднимает груз с постоянным ускорением. На груз со стороны троса действует сила, равная  $8 \cdot 10^3 \text{ Н}$ . Сила, действующая на трос со стороны груза,

- 1) равна  $8 \cdot 10^3 \text{ Н}$  и направлена вниз
- 2) меньше  $8 \cdot 10^3 \text{ Н}$  и направлена вниз
- 3) больше  $8 \cdot 10^3 \text{ Н}$  и направлена вверх
- 4) равна  $8 \cdot 10^3 \text{ Н}$  и направлена вверх

# Часть А (демо)

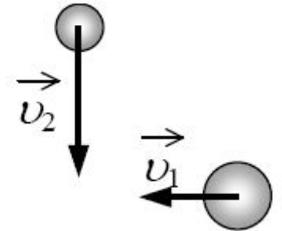
**A3**

Камень массой 200 г брошен под углом  $45^\circ$  к горизонту с начальной скоростью  $v = 15$  м/с. Модуль силы тяжести, действующей на камень в момент броска, равен

- 1) 0
- 2) 1,33 Н
- 3) 3,0 Н
- 4) 2,0 Н

**A4**

Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и при столкновении слипаются. Как будет направлен импульс шаров после столкновения?

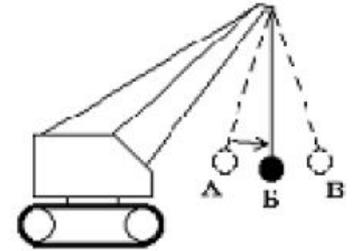


- 1) 
- 2) 
- 3) 
- 4) 

# Часть А (демо)

**A5**

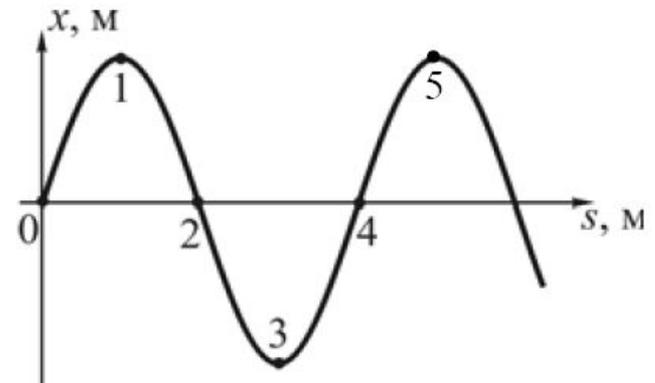
Для разрушения преграды часто используют массивный шар, раскачиваемый на стреле подъемного крана (см. рисунок). Какие преобразования энергии происходят при перемещении шара из положения А в положение Б?



- 1) кинетическая энергия шара преобразуется в его потенциальную энергию
- 2) потенциальная энергия шара преобразуется в его кинетическую энергию
- 3) внутренняя энергия шара преобразуется в его кинетическую энергию
- 4) потенциальная энергия шара полностью преобразуется в его внутреннюю энергию

**A6**

На рисунке показан профиль бегущей волны в некоторый момент времени. Разность фаз колебаний точек 1 и 3 равна



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

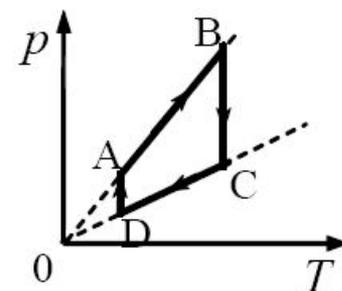
# Часть А

**A7** Под микроскопом наблюдают хаотическое движение мельчайших частиц мела в капле растительного масла. Это явление называют

- 1) диффузией жидкостей
- 2) испарением жидкостей
- 3) конвекцией в жидкости
- 4) броуновским движением

**A8** На рисунке приведён график циклического процесса, осуществляемого с идеальным газом. Масса газа постоянна. Изотермическому сжатию соответствует участок

- 1) AB
- 2) BC
- 3) CD
- 4) DA



## Часть А (демо)

**A9**

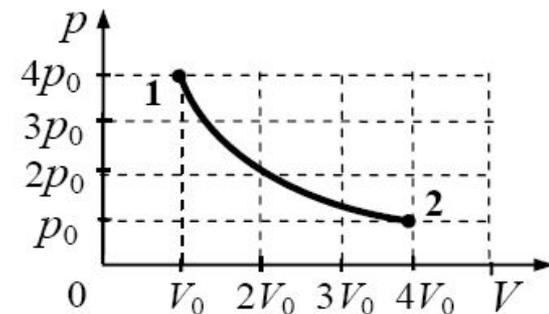
В сосуде с подвижным поршнем находится вода и её насыщенный пар. Объём пара изотермически уменьшили в 2 раза. Концентрация молекул пара при этом

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

**A10**

На графике показана зависимость давления одноатомного идеального газа от его объёма. При переходе из состояния 1 в состояние 2 газ совершил работу, равную 5 кДж. Количество теплоты, полученное газом при этом переходе, равно

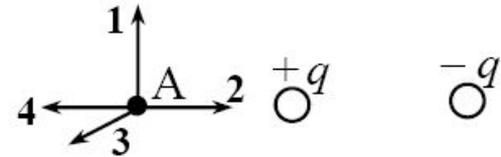
- 1) 1 кДж
- 2) 4 кДж
- 3) 5 кДж
- 4) 7 кДж



## Часть А (демо)

**A11**

На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов  $+q$  и  $-q$  ( $q > 0$ ). Направлению вектора напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке А соответствует стрелка



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

**A12**

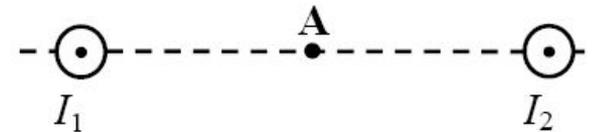
По проводнику с сопротивлением  $R$  течет ток  $I$ . Как изменится количество теплоты, выделяющееся в проводнике в единицу времени, если его сопротивление увеличить в 2 раза, а силу тока уменьшить в 2 раза?

- 1) увеличится в 2 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) не изменится
- 4) уменьшится в 8 раз

# Часть А

**A13**

Магнитное поле  $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$  создано в точке А двумя параллельными длинными проводниками с токами  $I_1$  и  $I_2$ , расположенными перпендикулярно плоскости чертежа. Векторы  $\vec{B}_1$  и  $\vec{B}_2$  в точке А направлены в плоскости чертежа следующим образом:

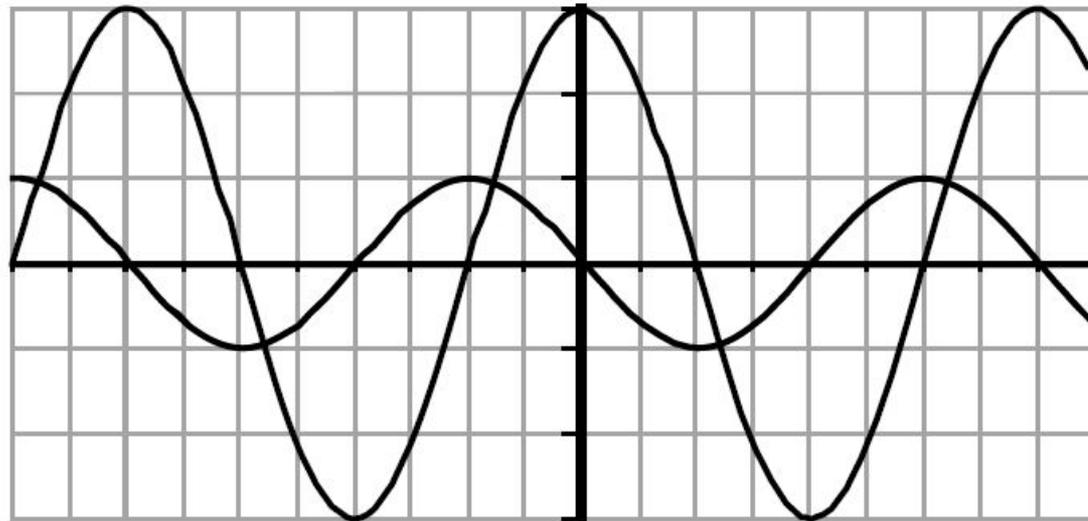


- 1)  $\vec{B}_1$  – вверх,  $\vec{B}_2$  – вниз
- 2)  $\vec{B}_1$  – вверх,  $\vec{B}_2$  – вверх
- 3)  $\vec{B}_1$  – вниз,  $\vec{B}_2$  – вверх
- 4)  $\vec{B}_1$  – вниз,  $\vec{B}_2$  – вниз

# Часть А

**A14**

На рисунке приведены осциллограммы напряжений на двух различных элементах электрической цепи переменного тока.



Колебания этих напряжений имеют

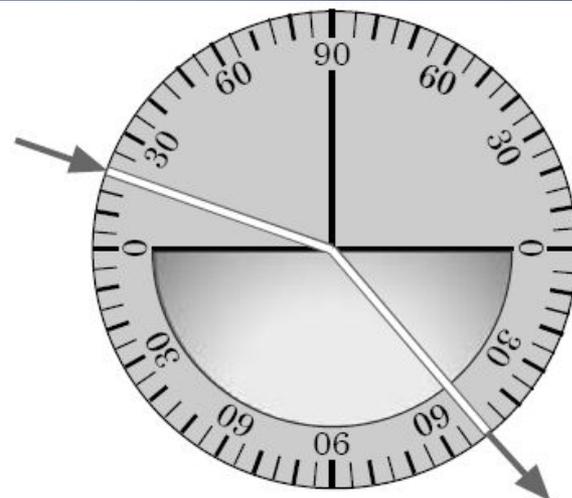
- 1) одинаковые периоды, но различные амплитуды
- 2) различные периоды и различные амплитуды
- 3) различные периоды, но одинаковые амплитуды
- 4) одинаковые периоды и одинаковые амплитуды

## Часть А (демо)

**A15**

На рисунке представлен опыт по преломлению света. Пользуясь приведённой таблицей, определите показатель преломления вещества.

угол $\alpha$	$20^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$	$70^\circ$
$\sin \alpha$	0,34	0,64	0,78	0,94



1) 1,22

2) 1,47

3) 1,88

4) 2,29

**A16**

Сложение в пространстве когерентных волн, при котором образуется постоянное во времени пространственное распределение амплитуд результирующих колебаний, называется

1) интерференция

2) поляризация

3) дисперсия

4) преломление

## Часть А

**A17** Длина волны красного света почти в 2 раза больше длины волны фиолетового света. Энергия фотона красного света по отношению к энергии фотона фиолетового света

- 1) больше в 4 раза
- 2) больше в 2 раза
- 3) меньше в 4 раза
- 4) меньше в 2 раза

**A18** Ядро мышьяка  ${}_{33}^{67}\text{As}$  состоит из

- 1) 33 нейтронов и 34 протонов
- 2) 33 протонов и 34 нейтронов
- 3) 33 протонов и 67 нейтронов
- 4) 67 протонов и 34 электронов

## Часть А

**A19** В образце имеется  $2 \cdot 10^{10}$  ядер радиоактивного изотопа цезия  ${}_{55}^{137}\text{Cs}$ , имеющего период полураспада 26 лет. Через сколько лет останутся нераспавшимися  $0,25 \cdot 10^{10}$  ядер данного изотопа?

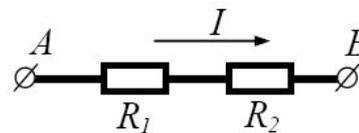
- 1) 26 лет                      2) 52 года                      3) 78 лет                      4) 104 года

**A20** Идеальный газ в количестве  $\nu$  молей при температуре  $T$  и давлении  $p$  занимает объём  $V$ . Какую константу можно определить по этим данным?

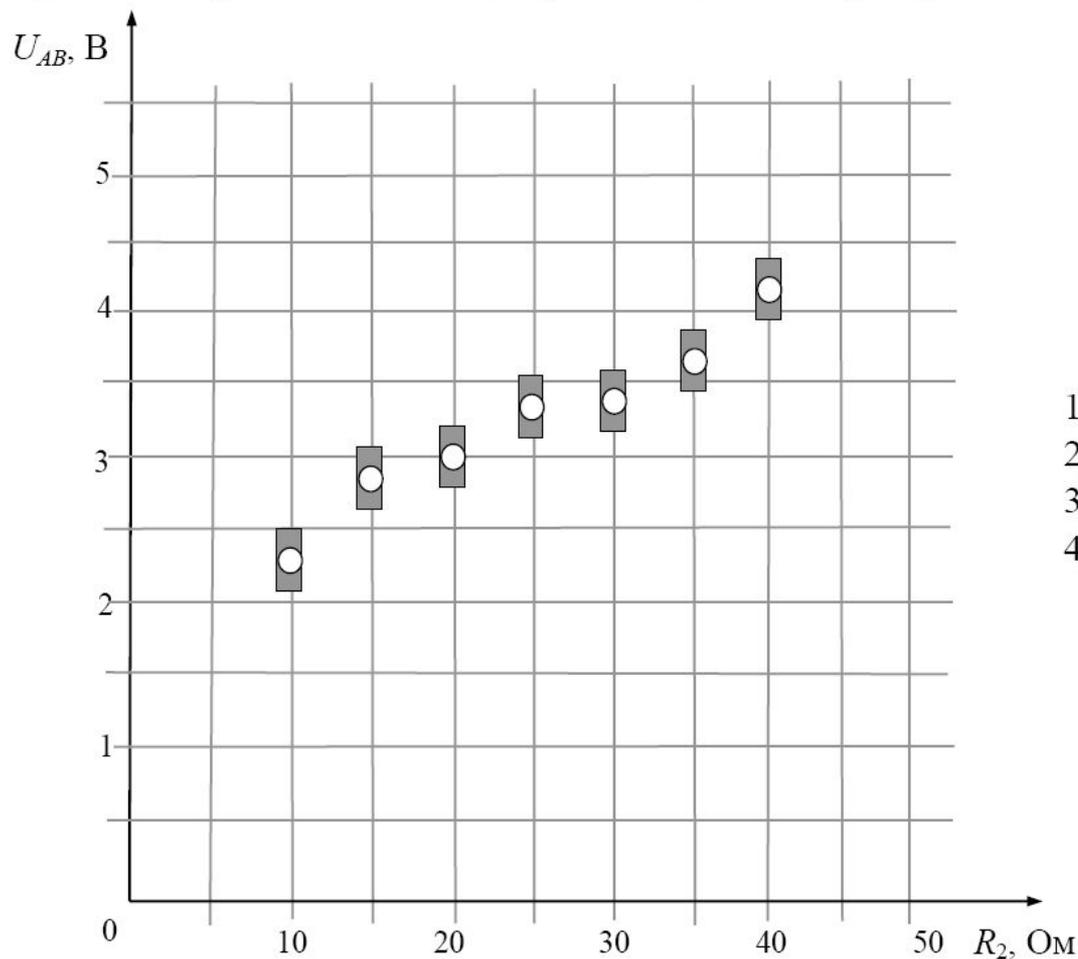
- 1) число Авогадро  $N_A$   
2) газовую постоянную  $R$   
3) постоянную Планка  $h$   
4) постоянную Больцмана  $k$

**A21**

На графике представлены результаты измерения напряжения на концах участка  $AB$  цепи постоянного тока, состоящей из двух последовательно соединённых резисторов, при различных значениях сопротивления резистора  $R_2$  и неизменной силе тока  $I$  (см. рисунок).



С учётом погрешностей измерений ( $\Delta R = \pm 1 \text{ Ом}$ ,  $\Delta U = \pm 0,2 \text{ В}$ ) найдите ожидаемое напряжение на концах участка цепи  $AB$  при  $R_2 = 50 \text{ Ом}$ .



- 1) 3,5 В
- 2) 4 В
- 3) 4,5 В
- 4) 5,5 В

## Часть В (демо)

**В1**

В ходе адиабатного процесса внутренняя энергия одного моля разреженного гелия увеличивается. Как изменяется при этом температура гелия, его давление и объём?

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.

Температура гелия	Давление гелия	Объём гелия

## Часть В

**В2**

Монохроматический свет с энергией фотонов  $E_{\text{ф}}$  падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При этом напряжение, при котором фототок прекращается, равно  $U_{\text{зап}}$ . Как изменится длина волны  $\lambda$  падающего света, модуль запирающего напряжения  $U_{\text{зап}}$  и длина волны  $\lambda_{\text{кр}}$ , соответствующая «красной границе» фотоэффекта, если энергия падающих фотонов  $E_{\text{ф}}$  увеличится?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

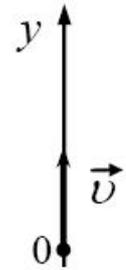
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны $\lambda$ падающего света	Модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$	«Красная граница» фотоэффекта $\lambda_{\text{кр}}$

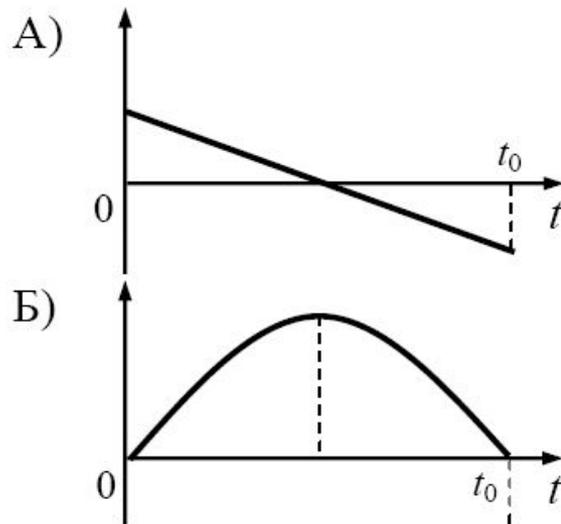
# Часть В

**В3**

Шарик брошен вертикально вверх с начальной скоростью  $v$  (см. рисунок). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять ( $t_0$  – время полёта). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



## ГРАФИКИ



## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата шарика  $y$
- 2) проекция скорости шарика  $v_y$
- 3) проекция ускорения шарика  $a_y$
- 4) проекция  $F_y$  силы тяжести, действующей на шарик

Ответ:

	А	Б

## Часть В (демо)

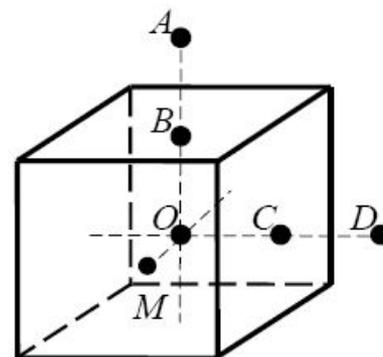
**В4**

На неподвижном проводящем уединенном кубике находится заряд  $Q$ . Точка  $O$  – центр кубика, точки  $B$  и  $C$  – центры его граней,  $AB = OB$ ,  $CD = OC$ ,

$$OM = \frac{OB}{2}.$$

Модуль напряженности

электростатического поля заряда  $Q$  в точке  $A$  равен  $E_A$ . Чему равен модуль напряженности электростатического поля заряда  $Q$  в точке  $D$  и точке  $M$ ?



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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ

- |   |            |
|---|------------|
| А) модуль напряжённости электростатического поля кубика в точке $D$ | 1) 0       |
|   | 2) $E_A$   |
| Б) модуль напряжённости электростатического поля кубика в точке $M$ | 3) $4E_A$  |
|   | 4) $16E_A$ |

Ответ:

А	Б

## Часть А

**A22**

Небольшой камень бросили с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту. На какую максимальную высоту поднялся камень, если ровно через 1 с после броска его скорость была направлена горизонтально?

1) 10 м

2) 5 м

3)  $5\sqrt{3}$  м

4)  $10\sqrt{2}$  м

**A23**

Подвешенный на нити грузик совершает гармонические колебания. В таблице представлены координаты грузика через одинаковые промежутки времени. Какова примерно максимальная скорость грузика?

$t$ (с)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$x$ (см)	4	2	0	2	4	2	0	2

1) 1,24 м/с

2) 0,31 м/с

3) 0,62 м/с

4) 0,4 м/с

## Часть А (демо)

**A24**

У теплового двигателя, работающего по циклу Карно, температура нагревателя – 500 К, а температура холодильника – 300 К. Рабочее тело за один цикл получает от нагревателя 40 кДж теплоты. Какую работу совершает при этом рабочее тело двигателя?

- 1) 1,6 кДж                      2) 35,2 кДж                      3) 3,5 кДж                      4) 16 кДж

**A25**

Две частицы, имеющие отношение масс  $\frac{m_2}{m_1} = 8$ , влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Найдите отношение зарядов частиц  $\frac{q_2}{q_1}$ , если их скорости одинаковы, а отношение радиусов траекторий:  $\frac{R_2}{R_1} = 2$ .

- 1) 16                                      2) 2                                      3) 8                                      4) 4

## Части А и В (ответы)

Задание	Ответ	Задание	Ответ	Задание	Ответ
A1	2	A11	4	A21	3
A2	1	A12	2	A22	2
A3	4	A13	1	A23	2
A4	1	A14	1	A24	4
A5	2	A15	2	A25	4
A6	2	A16	1		
A7	4	A17	4	B1	112
A8	4	A18	2	B2	213
A9	1	A19	3	B3	21
A10	3	A20	2	B4	21

# Часть С1 (условие)

**С1**

Намагниченный стальной стержень начинает свободное падение с нулевой начальной скоростью из положения, изображённого на рис. 1. Пролетая сквозь закреплённое проволочное кольцо, стержень создаёт в нём электрический ток, сила которого изменяется со временем так, как показано на рис. 2.

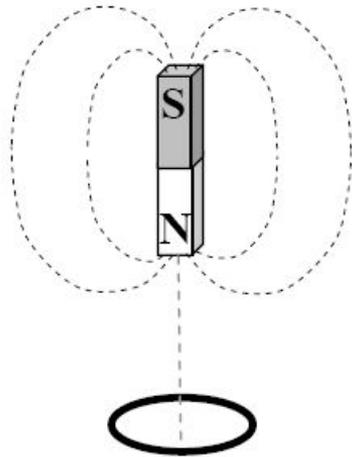


Рис. 1

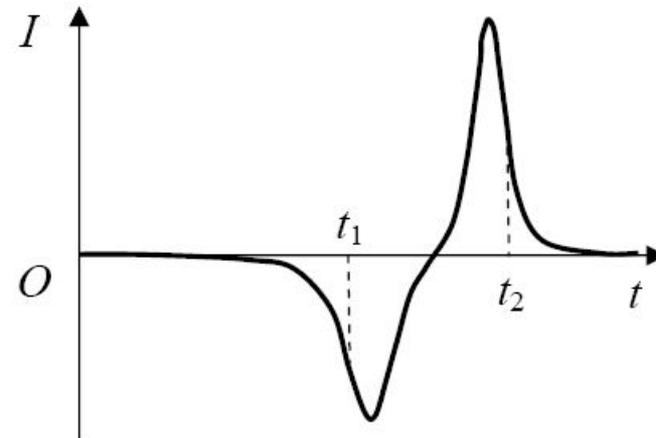


Рис. 2

Почему в моменты времени  $t_1$  и  $t_2$  ток в кольце имеет различные направления? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения. Влиянием тока в кольце на движение магнита пренебречь.

## Часть С1 (решение)

1. Индукционный ток в кольце вызван ЭДС индукции, возникающей при пересечении проводником линий магнитного поля.

По закону индукции Фарадея ЭДС пропорциональна скорости изменения магнитного потока  $\Phi$ , т.е. количеству линий, пересекаемых кольцом в секунду. Она тем выше, чем больше скорость движения магнита.

Сила тока  $I$ , в соответствии с законом Ома для замкнутой цепи, пропорциональна ЭДС индукции  $\varepsilon$  .

2. В момент времени  $t_1$  к кольцу приближается магнит, и магнитный поток увеличивается. В момент  $t_2$  магнит удаляется, и магнитный поток уменьшается. Следовательно, ток имеет различные направления.

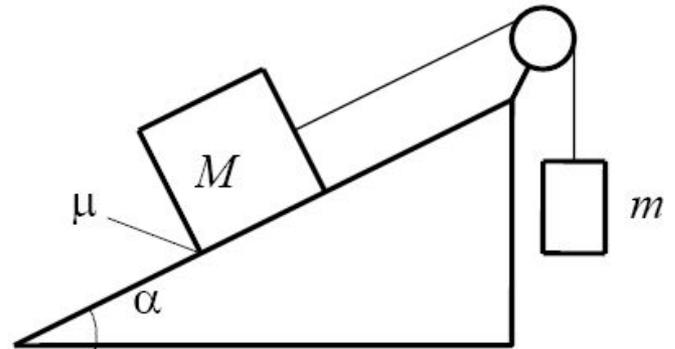
## Часть С1 (критерии на полный балл)

<b>Критерии оценки выполнения задания</b>	<b>Баллы</b>
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае <i>n. 2</i> ) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае <i>свободное падение магнита, явление электромагнитной индукции и его описание на основе закона индукции Фарадея, а также закон Ома для полной цепи</i> )	3

## Часть С2 (условие)

С2

Грузы массами  $M = 1$  кг и  $m$  связаны лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см. рисунок). Груз массой  $M$  находится на шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту  $\alpha = 30^\circ$ , коэффициент трения  $\mu = 0,3$ ). Чему равно максимальное значение массы  $m$ , при котором система грузов ещё не выходит из первоначального состояния покоя? Решение поясните схематичным рисунком с указанием используемых сил.



## Часть С2 (решение)

1. Если масса  $m$  достаточно велика, но грузы ещё покоятся, то сила трения покоя, действующая на груз массой  $M$ , направлена вниз вдоль наклонной плоскости (см. рисунок).

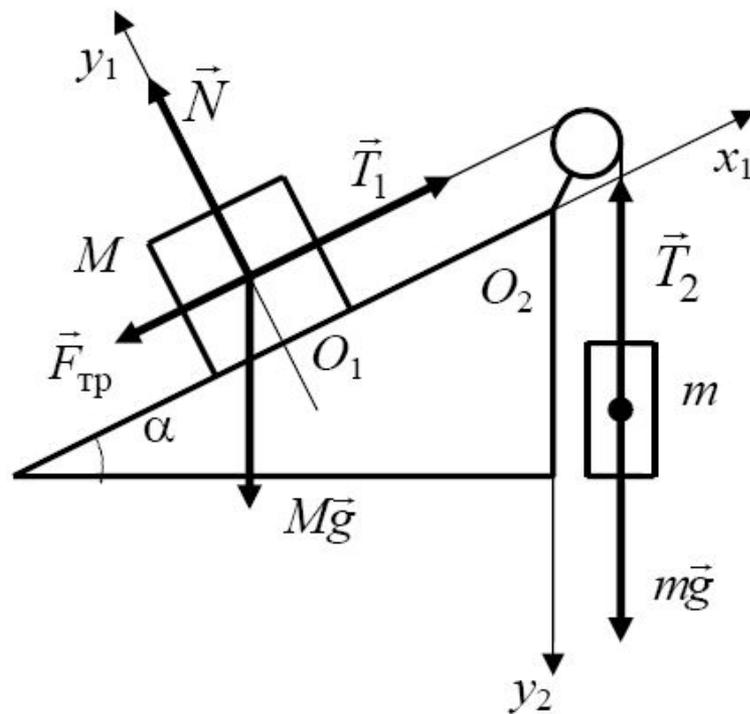
2. Будем считать систему отсчета, связанную с наклонной плоскостью, инерциальной. Запишем второй закон Ньютона для каждого из покоящихся тел в проекциях на оси введенной системы координат:

$$\left. \begin{aligned} O_1 x_1 : T_1 - Mgsin\alpha - F_{\text{тр}} &= 0 \\ O_1 y_1 : N - Mg\cos\alpha &= 0 \\ O_2 y_2 : mg - T_2 &= 0 \end{aligned} \right\}$$

Учтём, что:

$T_1 = T_2 = T$  (нить лёгкая, между блоком и нитью трения нет),

$F_{\text{тр}} \leq \mu N$  (сила трения покоя).



## Часть С2 (решение)

Тогда

$$T = mg,$$

$$F_{\text{тр}} = mg - Mgsin\alpha,$$

$$N = Mg\cos\alpha,$$

и мы приходим к неравенству

$$mg - Mgsin\alpha \leq \mu Mg\cos\alpha$$

с решением

$$m \leq M(\sin\alpha + \mu\cos\alpha).$$

Таким образом,

$$m_{\text{max}} = M(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) \approx 0,76 \text{ кг}.$$

Ответ:  $m_{\text{max}} \approx 0,76 \text{ кг}.$

## Часть С2 (критерии на полный балл)

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (<i>в данном случае – II закон Ньютона для двух тел, формула расчёта силы трения</i>);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ и обозначений, используемых в условии задачи</i>);</p> <p>III) представлен схематический рисунок с указанием сил, поясняющий решение;</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение "по частям" с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3

## Часть С3 (условие)

**С3** Необходимо расплавить лёд массой 0,2 кг, имеющий температуру 0 °С. Выполнима ли эта задача, если потребляемая мощность нагревательного элемента – 400 Вт, тепловые потери составляют 30%, а время работы нагревателя не должно превышать 5 минут?

## Часть С3 (решение)

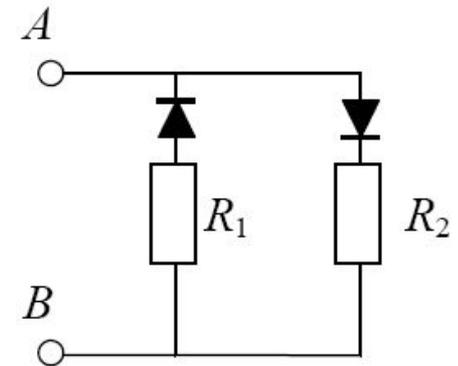
Согласно первому началу термодинамики количество теплоты, необходимое для плавления льда,  $\Delta Q_1 = \lambda m$ , где  $\lambda$  – удельная теплота плавления льда.  $\Delta Q_2$  – подведённое джоулево тепло:  $\Delta Q_2 = \eta Pt$ . В соответствии с заданными условиями  $\Delta Q_1 = 66$  кДж и  $\Delta Q_2 = 84$  кДж, а значит,  $\Delta Q_1 < \Delta Q_2$ , и поставленная задача выполнима.

## Часть С3 (критерии на полный балл)

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="104 411 1638 639">I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (<i>в данном случае I начало термодинамики, закон Джоуля – Ленца</i>);</li><li data-bbox="104 654 1638 882">II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ и обозначений, используемых в условии задачи</i>);</li><li data-bbox="104 896 1638 1182">III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение "по частям" с промежуточными вычислениями);</li><li data-bbox="104 1196 1638 1296">IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</li></ul>	3

## Часть С4 (условие)

**С4** В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диодов в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке  $A$  положительного полюса, а к точке  $B$  отрицательного полюса батареи с ЭДС 12 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, потребляемая мощность равна 7,2 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая мощность оказалась равной 14,4 Вт. Укажите условия протекания тока через диоды и резисторы в обоих случаях и определите сопротивление резисторов в этой цепи.



## Часть С4 (решение)

1. При подключении положительного полюса батареи к точке  $A$  потенциал точки  $A$  выше потенциала точки  $B$  ( $\varphi_A > \varphi_B$ ), поэтому ток через резистор  $R_1$  не течёт, а течёт через резистор  $R_2$ . Эквивалентная схема цепи имеет вид, изображённый на рис. 1.

$$\text{Потребляемая мощность } P_1 = \frac{\varepsilon^2}{R_2}.$$

2. При изменении полярности подключения батареи  $\varphi_A < \varphi_B$ , ток через резистор  $R_2$  не течёт, но течёт через резистор  $R_1$ . Эквивалентная схема цепи в этом случае изображена на рис. 2. При этом

$$\text{потребляемая мощность } P_2 = \frac{\varepsilon^2}{R_1}.$$

3. Из этих уравнений:  $R_2 = \frac{\varepsilon^2}{P_1}$ ,  $R_1 = \frac{\varepsilon^2}{P_2}$ .

4. Подставляя значения физических величин, указанные в условии, получаем:  $R_1 = 10 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 20 \text{ Ом}$ .

Ответ:  $R_1 = 10 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 20 \text{ Ом}$ .

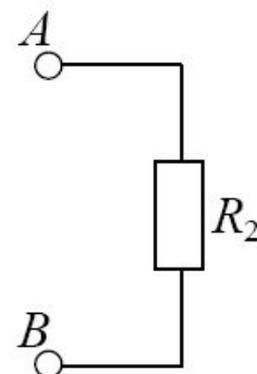


Рис. 1

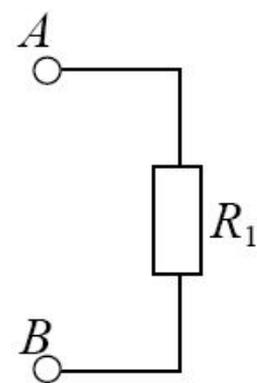


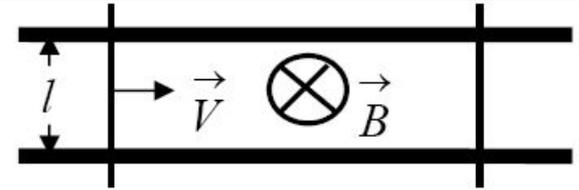
Рис. 2

## Часть С4 (критерии на полный балл)

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p data-bbox="92 311 1644 425">Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p data-bbox="92 439 1644 743">I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (<i>в данном случае порядок протекания тока через диоды, формула расчета мощности</i>);</p> <p data-bbox="92 758 1644 872">II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин;</p> <p data-bbox="92 886 1644 1190">III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение "по частям" с промежуточными вычислениями);</p> <p data-bbox="92 1205 1644 1315">IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3

## Часть С5 (условие)

**С5** Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле, индукция  $\vec{B}$  которого направлена вертикально вниз (см. рисунок – вид сверху). На рельсах перпендикулярно им лежат два одинаковых проводника, способных скользить по рельсам без нарушения электрического контакта. Левый проводник движется вправо со скоростью  $\vec{V}$ , а правый покоится. С какой скоростью  $\vec{v}$  надо перемещать правый проводник, чтобы в три раза уменьшить силу Ампера, действующую на левый проводник? (Сопротивлением рельсов пренебречь.)



## Часть С5 (решение)

Когда правый проводник покоится, на левый действует сила Ампера  $F = IBl$ , где  $I = \frac{\mathcal{E}_{\text{инд}}}{R}$  – индукционный ток,  $R$  – сопротивление цепи,  $l$  –

расстояние между рельсами. Поскольку силу Ампера надо уменьшить в 3 раза, ЭДС индукции  $\mathcal{E}_{\text{инд}} = -B \frac{\Delta S}{\Delta t}$  в контуре надо в 3 раза уменьшить.

Значит, скорость изменения площади, ограниченной контуром, также должна быть в 3 раза меньше. Отсюда следует, что правый проводник должен, как и левый, двигаться вправо, причём его скорость должна быть равна:  $v = \frac{2}{3}V$ .

## Часть С5 (критерии на полный балл)

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p data-bbox="98 272 1657 396">Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p data-bbox="98 396 1657 711">I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (<i>в данном случае формула расчёта силы Ампера, закон Фарадея, закон Ома</i>);</p> <p data-bbox="98 711 1657 968">II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ и обозначений, используемых в условии задачи</i>);</p> <p data-bbox="98 968 1657 1282">III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение "по частям" с промежуточными вычислениями);</p> <p data-bbox="98 1282 1657 1398">IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3

## Часть С6 (условие)

С6

Свободный пион ( $\pi^0$ -мезон) с энергией покоя 135 МэВ движется со скоростью  $V$ , которая значительно меньше скорости света. В результате его распада образовались два  $\gamma$ -кванта, причём один из них распространяется в направлении движения пиона, а другой – в противоположном направлении. Энергия одного кванта на 10% больше, чем другого. Чему равна скорость пиона до распада?

## Часть С6 (решение)

Пион, движущийся со скоростью  $V$ , имеет импульс  $p = mV$  и энергию

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}} \approx mc^2, \text{ где } m \text{ — масса пиона.}$$

Энергия  $\gamma$ -кванта  $E_\gamma$  и его импульс  $p_\gamma$  связаны соотношением:  $p_\gamma = \frac{E_\gamma}{c}$ .

При распаде пиона на два кванта энергия системы и её импульс сохраняются:

$$mc^2 = E_1 + E_2, \quad mV = \frac{E_1}{c} - \frac{E_2}{c}.$$

Разделив второе уравнение на первое, получим:  $\frac{V}{c} = \frac{E_1 - E_2}{E_1 + E_2}$ .

По условию задачи  $E_1 = 1,1 \cdot E_2$ , так что  $V = \frac{c}{21} \approx 1,43 \cdot 10^7$  м/с.

Ответ:  $V \approx 1,43 \cdot 10^7$  м/с.

## Часть С6 (критерии на полный балл)

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (<i>в данном случае выражения для энергии и импульса релятивистской частицы, закон сохранения энергии и импульса системы</i>);</p> <p>II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ и обозначений, используемых в условии задачи</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение "по частям" с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3