

Шифр \_\_\_\_\_

ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ «АБИТУРИЕНТ – 2022»

ВАРИАНТ I

Инструкция для учащихся

Тест содержит 32 задания и состоит из теста А (18 заданий) и теста В (14 заданий). На его выполнение отводится 210 минут. При выполнении теста разрешается пользоваться микрокалькулятором. Во всех тестовых заданиях, если специально не оговорено в условии, сопротивлением воздуха при движении тел следует пренебречь.

При расчетах принять:

ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$  постоянная Авогадро  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ ,

универсальная газовая постоянная  $R=8,31 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$ ; элементарный заряд  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ ; электрическая постоянная  $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ ;  $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2 / \text{Кл}^2$ ; масса

электрона  $m_e=9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ ; скорость света в вакууме  $c=3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ ; постоянная Планка  $h=6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$ ;

$1 \text{ эВ}=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ ;  $1 \text{ а.е.м.}=1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ ;  $\sqrt{2,00}=1,41$ ;  $\sqrt{3,00}=1,73$ ;  $\pi = 3,14$ .

Тест А

К каждому заданию теста А даны 5 ответов, из которых только один верный. Выполните задание, выберите ответ и укажите его номер в таблице ответов к тесту А.

А1. Среди представленных на рисунке 1 графиков зависимости проекции ускорения  $a_x$  от времени  $t$  при равноускоренном движении тела вдоль положительного направления оси  $Ox$  соответствует график обозначенный цифрой:

1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5.

А2. Установите соответствие между перечисленными ниже единицами измерений физических величин и их представлениями через другие единицы системы СИ:

А. 1 Дж	1) 1 Кл·В <sup>-1</sup>
Б. 1 Гц	2) 1 В А <sup>-1</sup>
В. 1 Ф	3) 1 с <sup>-1</sup>
Г. 1 Ом	4) 1 Н·м
Д. 1 Вб	5) 1 Тл·м <sup>2</sup>

1) А3Б1В5Г4Д2; 2) А5Б3В2Г4Д1; 3) А4Б3В1Г2Д5; 4) А1Б2В4Г3Д5;  
5) А4Б5В1Г2Д3.

А3. Средний радиус земного шара  $R$ . Точка на экваторе за промежуток времени  $\Delta t = 1$  земной год относительно оси Земли совершает перемещение  $|\Delta \vec{r}|$ , равное:

1) 0 км; 2)  $R$ ; 3)  $2R$ ; 4)  $2\pi R$ ; 5)  $4R$ .

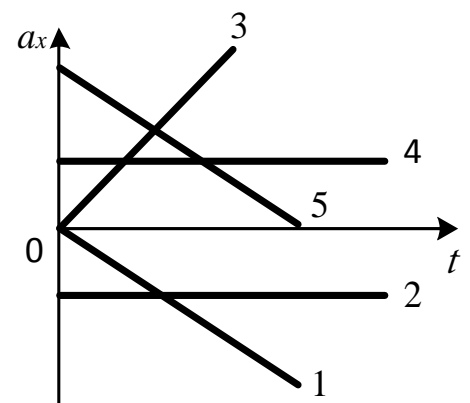


Рис. 1

**A4.** Параметры движения материальной точки вдоль оси  $Ox$ : начальная координата  $x_0 = 15$  м, проекция начальной скорости  $v_{0x} = 10$  м/с, проекция ускорения  $a_x = -4,0$  м/с<sup>2</sup>. Координата тела  $x$  в момент времени  $t = 5,0$  с равна:

- 1) 15 м; 2) 25 м; 3) 35 м; 4) 55 м; 5) 75 м.

**A5.** Тело с помощью троса начинают поднимать с поверхности Земли вертикально вверх с ускорением, модуль которого  $a = 2,0$  м/с<sup>2</sup>. Через промежуток времени  $\Delta t = 5,0$  с трос обрывается. Максимальная высота  $H$ , на которой побывало тело, равна: 1) 20 м; 2) 25 м; 3) 30 м; 4) 35 м; 5) 40 м.

**A6.** Тело массой  $m = 1,5$  кг начинает движение из состояния покоя в плоскости  $xOy$  и через промежуток времени  $\Delta t = 5,0$  с достигает скорости, проекции которой на оси  $Ox$  и  $Oy$  соответственно  $v_x = 6,0$  м/с и  $v_y = 8,0$  м/с. Если движение тела равноускоренное, то модуль результирующей силы  $F$ , действующей на тело во время движения, равен:

- 1) 1,5 Н; 2) 3,0 Н; 3) 5,5 Н; 4) 6,0 Н; 5) 7,5 Н.

**A7.** Модуль ускорения свободного падения вблизи поверхности Земли  $g_0 = 9,81$  м/с<sup>2</sup>. Радиус Земли  $R$ . На высоте  $h = R/2$  от поверхности Земли модуль ускорения свободного падения  $g_h$  равен:

- 1) 4,36 м/с<sup>2</sup>; 2) 4,44 м/с<sup>2</sup>; 3) 6,54 м/с<sup>2</sup>; 4) 6,66 м/с<sup>2</sup>; 5) 9,81 м/с<sup>2</sup>.

**A8.** Тело массой  $m = 18$  кг поднимают по наклонной плоскости с постоянной скоростью на высоту  $H = 2,0$  м. Работа силы тяжести равна:

- 1) 0,36 кДж; 2) 0,18 кДж; 3) 0,9 кДж; 4) - 0,18 кДж; 5) - 0,36 кДж.

**A9.** С идеальным газом определённой массы осуществлён циклический процесс (рис.2). Газ имеет минимальный объём в состоянии, которое на рисунке обозначено цифрой:

- 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5.

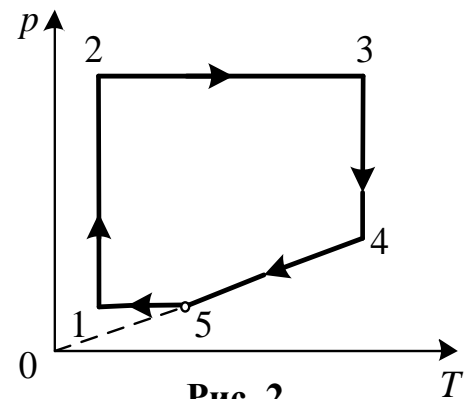


Рис. 2

**A10.** В закрытом сосуде при давлении  $p_1 = 100$  кПа и температуре  $t_1 = 7$  °С находится идеальный газ, плотность которого  $\rho_1 = 1,3$  кг/м<sup>3</sup>. Если давление газа и температуру увеличить соответственно до  $p_2 = 0,3$  МПа и  $t_2 = 87$  °С, то его плотность  $\rho_2$  будет равна:

- 1) 1,7 кг/м<sup>3</sup>; 2) 2,1 кг/м<sup>3</sup>; 3) 3,0 кг/м<sup>3</sup>; 4) 3,7 кг/м<sup>3</sup>; 5) 4,2 кг/м<sup>3</sup>.

**A11.** Два маленьких металлических шарика с зарядами  $q_1 = q$  и  $q_2 = -q$  привели в соприкосновение и расположили на некотором расстоянии друг от друга (рис.3). Для вектора напряённости результирующего электростатического поля в точке  $A$ , расположенной посередине между зарядами справедливо выражение:

- 1)  $\vec{E}_A \uparrow \vec{r}$ ; 2)  $\vec{E}_A \updownarrow \vec{r}$ ; 3)  $\vec{E}_A = \vec{0}$ ; 4)  $\vec{E}_A \perp \vec{r}$ , направлен вверх; 5)  $\vec{E}_A \perp \vec{r}$ , направлен вниз.

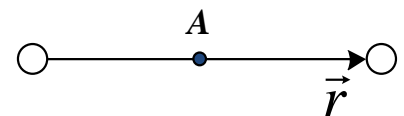


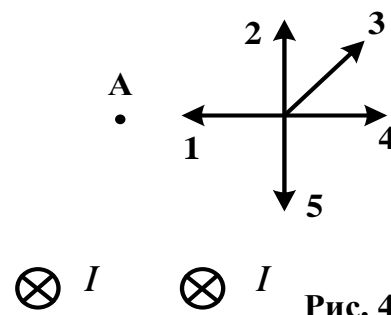
Рис. 3

**A12.** В поле отрицательного электрического неподвижного заряда  $q_1 = -2q$  внесли второй заряд  $q_2 = q$ . Потенциал электростатического поля в точке  $A$ , расположенной на прежнем расстоянии от первого заряда и посередине между зарядами изменился в число раз  $\frac{\varphi_2}{\varphi_1}$ , равное: **1) 1/2; 2) 1; 3) 3/2; 4) 2; 5) 5/2**

**A13.** Резистор подключили к источнику постоянного напряжения с помощью нихромовой ( $\rho = 1,1 \cdot 10^{-6}$  Ом·м) проволоки общей длиной  $l_1 = 200$  м и площадью поперечного сечения  $S = 2,2$  мм<sup>2</sup>. Если при уменьшении длины соединительной проволоки до  $l_2 = 50$  м, сила тока на участке цепи увеличивается в 2,0 раза, то сопротивление  $R$  резистора равно:  
**1) 15 Ом; 2) 25 Ом; 3) 30 Ом; 4) 45 Ом; 5) 50 Ом.**

**A14.** Нагреватель электрического чайника содержит две секции. При включении только первой секции вода закипает через  $\tau_1 = 12$  мин, а при включении только второй – через  $\tau_2 = 24$  мин. При включении последовательно одновременно обеих секций вода в чайнике закипит через:  
**1) 13 мин; 2) 18 мин; 3) 36 мин; 4) 42 мин; 5) 50 мин.**

**A15.** На *рисунке 4* точка  $A$  расположена в магнитном поле двух очень длинных прямолинейных проводников. Если сила тока в проводниках одинакова и точка  $A$  расположена симметрично относительно проводников, то направление вектора магнитной индукции  $B$  в точке  $A$  обозначено цифрой:  
**1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5.**



**Рис. 4**

**A16.** Если в катушке индуктивности при протекании постоянного тока силой  $I = 4$  А энергия магнитного поля составляет  $W = 2$  Дж, то магнитный поток  $\Phi$  вектора магнитной индукции, пронизывающего витки катушки, равен:  
**1) 1 Вб; 2) 2 Вб; 3) 7 Вб; 4) 8 Вб; 5) 9 Вб.**

**A17.** Предмет расположен на расстоянии  $d = 0,5$  м от тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 0,4$  м перпендикулярно ее главной оптической оси. Величина изображения предмета равна  $H = 0,8$  м. Высота  $h$  предмета равна:  
**1) 0,1 м; 2) 0,2 м; 3) 0,3 м; 4) 0,4 м; 5) 0,5 м.**

**A18.** Тело на пружине совершает свободные гармонические колебания. За промежуток времени  $\Delta t = 1,60$  с тело проходит расстояние  $s = 10,0$  см от крайнего верхнего положения до крайнего нижнего положения. Максимальная скорость  $v_{\max}$  тела в процессе колебаний равна:  
**1) 3,12 см/с; 2) 6,25 см/с; 3) 9,81 см/с; 4) 19,6 см/с; 5) 39,3 см/с.**

## Таблица ответов к тесту А

*В тесте А можно сделать только 4 исправления. Неверный ответ в таблице зачеркните, правильный ответ внесите в столбец «замена ответа».*

№ задания	ответ	замена ответа	Балл	№ задания	ответ	замена ответа	балл	№ задания	ответ	замена ответа	балл
A1				A7				A13			
A2				A8				A14			
A3				A9				A15			
A4				A10				A16			
A5				A11				A17			
A6				A12				A18			

Сумма баллов по тесту А \_\_\_\_\_

### Тест В

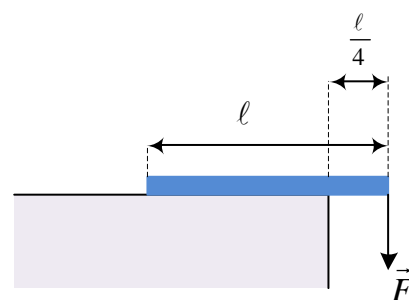
*В заданиях В1-В14 искомые величины должны быть вычислены в единицах указанных в заданиях. Если в результате получается не целое число, округлите его до целого, пользуясь правилами приближенных вычислений, и запишите округленное число и знак минус (если число отрицательное) в таблице ответов теста В. В тесте В можно сделать только 3 исправления. Неверный ответ в таблице зачеркните, правильный ответ внесите в столбец «замена ответа».*

**В1.** Материальная точка движется равномерно вдоль оси  $Ox$ . В момент времени  $t_1=1$ с после начала отсчета времени координата точки  $x_1= 5$  м, в момент времени  $t_2=3$ с координата точки  $x_2= 11$  м. Проекция скорости  $v_x$  материальной точки равна ... м/с.

**В2.** Тело массой  $m = 160$  г, подвешенное на легком резиновом шнуре, равномерно вращают по окружности в горизонтальной плоскости. Шнур во время движения груза образует угол  $\alpha=60^\circ$  с вертикалью. Если потенциальная энергия растянутого шнура  $E_{\text{пот}} = 80$  мДж, то коэффициент жесткости  $k$  шнура равен ... Н/м.

**В3.** На горизонтальной поверхности сложено в вертикальный столбик пять одинаковых кубиков каждый массой  $m = 4,0$  кг и длиной ребра  $h = 10$  см. Если все кубики упадут и останутся на горизонтальной поверхности, то сила тяжести совершит минимальную работу  $A$ , равную ... Дж.

**В4.** Однородный стержень лежит на горизонтальной опоре, выступая за ее край так, как показано на рисунке 5. Если к одному концу стержня приложить силу, направленную вертикально вниз, то другой конец стержня начинает приподниматься. Модуль силы тяжести больше модуля силы  $F$  в ... раз.



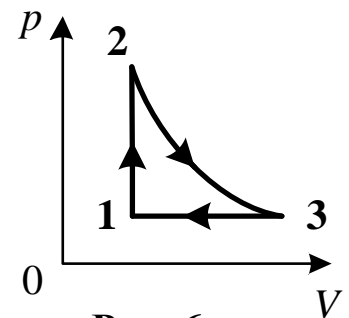
**Рис. 5**

**В5.** Груз массой  $m = 44$  кг равномерно поднимают вверх по наклонной плоскости, образующей угол  $\alpha = 30^\circ$  с горизонтом, с помощью упругой веревки параллельной наклонной плоскости. Коэффициент трения скольжения между грузом и плоскостью  $\mu = 0,12$ . Если при этом удлинение веревки  $\Delta l = 2,0$  см, то коэффициент ее жесткости  $k$  равен ... кН/м.

**В6.** Вертикальный цилиндр объемом  $V = 2,00$  л заполнен одноатомным идеальным газом, закрыт легкоподвижным поршнем массой  $m = 1,20$  кг, площадью поперечного сечения  $S = 96,0$  см<sup>2</sup>, при движении которого трением о стенки цилиндра можно пренебречь. Цилиндр находится в воздухе с атмосферным давлением  $p_0 = 100$  кПа. Если при охлаждении газа температура газа уменьшилась в 2,50 раза, то количество теплоты  $|Q|$ , отданное газом, равно ... Дж.

**В7.** Шайба, модуль начальной скорости которой  $v_0 = 5$  м/с, прошла до удара о борт хоккейной площадки путь  $s_1 = 5,5$  м. Коэффициент трения скольжения между шайбой и горизонтальной поверхностью льда  $\mu = 0,1$ . Если скорость шайбы перед ударом была направлена перпендикулярно борту, то после абсолютно упругого удара о борт шайба пройдет до остановки путь  $s_2$ , равный ... м.

**В8.** С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс (рис.6). Коэффициент полезного действия цикла  $\eta = 20$  %. Если при изотермическом расширении газ совершил работу  $A = 1,3$  кДж, при этом объем газа увеличился на  $\Delta V = 10$  л, то начальное давление газа равно ... кПа.



**Рис. 6**

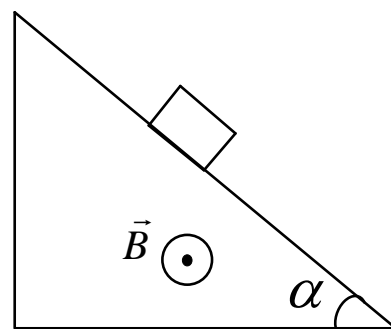
**В9.** На горизонтальном дне водоема глубиной  $h = 2,5$  м лежит плоское зеркало. Угол падения светового луча на поверхность воды  $\alpha = 45^\circ$ . Показатель преломления воды равен  $n = 1,33$ . Расстояние  $L$  от точки падения на воду до точки, из которой световой луч выйдет из воды после отражения от плоского зеркала, равно ... дм.

**В10.** Дифракционная решетка содержит  $N = 500$  штрихов на один миллиметр. Поочередно на дифракционную решетку нормально падают две волны, соответственно с длинами волн  $\lambda_1 = 500$  нм и  $\lambda_2 = 400$  нм. Наибольшие порядки дифракционных максимумов для этих длин волн отличаются на число  $(m_{\max 2} - m_{\max 1})$  равное ... .

**В11.** Заряженная частица массой  $m = 1$  мг с начальной скоростью, модуль которой  $v_0 = 8$  м/с разгоняется в электростатическом поле, пройдя ускоряющую разность потенциалов  $(\phi_1 - \phi_2) = 3$  кВ. Затем частица ударяется о неподвижную закрепленную преграду абсолютно не упруго. Если изменение импульса частицы во время удара  $\Delta p = 1,0 \cdot 10^{-5}$  кг·м/с, то ее заряд  $q$  равен ... нКл.

**В12.** Источник тока с ЭДС  $\varepsilon = 12$  В и внутренним сопротивлением  $r = 2$  Ом подключен к резистору. Максимальная мощность  $P_{\max}$ , выделяемая на резисторе, равна ... Вт.

**В13.** По наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha = 45^\circ$  к горизонту с постоянной скоростью соскальзывает тело массой  $m = 120$  г и с избыточным зарядом  $q = \sqrt{2}$  мКл. Линии индукции магнитного поля направлены горизонтально и параллельно наклонной плоскости (рис.7). Модуль индукции  $B = 1,0$  Тл. Если коэффициент трения скольжения  $\mu = 0,80$ , то модуль скорости  $v$  тела равен ... см/с.



**Рис. 7**

**В14.** Однослойная катушка диаметром  $D = 10$  см помещена в однородное магнитное поле, силовые линии которого параллельны ее оси. Катушка содержит  $N = 100$  витков медной проволоки с удельным сопротивлением  $\rho = 1,6 \cdot 10^{-8}$  Ом·м и площадью поперечного сечения  $S = 0,10$  мм<sup>2</sup>. Модуль магнитной индукции поля равномерно изменяется со скоростью  $\Delta B / \Delta t = -2,0 \cdot 10^{-2}$  Тл/с. Если концы катушки соединить, то тепловая мощность  $P$ , которая выделится в ней равна ... мкВт.

### Таблица ответов к тесту В

*В тесте В можно сделать только 3 исправления. Неверный ответ в таблице зачеркните, правильный ответ внесите в столбец «замена ответа».*

№ задания	ответ	замена ответа	балл	№ задания	ответ	замена ответа	балл	№ задания	ответ	замена ответа	балл
<b>В1</b>				<b>В6</b>				<b>В11</b>			
<b>В2</b>				<b>В7</b>				<b>В12</b>			
<b>В3</b>				<b>В8</b>				<b>В13</b>			
<b>В4</b>				<b>В9</b>				<b>В14</b>			
<b>В5</b>				<b>В10</b>							

Сумма баллов по тесту В \_\_\_\_\_

Общий балл \_\_\_\_\_

Шифр \_\_\_\_\_

ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ «АБИТУРИЕНТ – 2022 »  
ВАРИАНТ II

Инструкция для учащихся

Тест содержит 32 задания и состоит из теста А (18 заданий) и теста В (14 заданий). На его выполнение отводится 210 минут. При выполнении теста разрешается пользоваться микрокалькулятором. Во всех тестовых заданиях, если специально не оговорено в условии, сопротивлением воздуха при движении тел следует пренебречь.

При расчетах принять:

ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ ; постоянная Авогадро  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ ,

универсальная газовая постоянная  $R=8,31 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$ ; элементарный заряд  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ ; электрическая постоянная  $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ ;  $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2 / \text{Кл}^2$ ; масса

электрона  $m_e=9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ ; скорость света в вакууме  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ ; постоянная Планка  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$ ;

$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ ;  $1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ ;  $\sqrt{2,00} = 1,41$ ;  $\sqrt{3,00} = 1,73$ ;  $\pi = 3,14$ .

Тест А

К каждому заданию теста А даны 5 ответов, из которых только один верный. Выполните задание, выберите ответ и укажите его номер в таблице ответов к тесту А.

**А1.** Явление сохранения модуля и направления скорости тела при отсутствии внешних воздействий на него или при их взаимной компенсации называется:

- 1) первым законом Ньютона; 2) механическим движением;  
3) поступательным движением; 4) инерцией; 5) покоем.

**А2.** Выражению единицы измерения индуктивности  $L$  через основные единицы в СИ соответствует:

- 1)  $1 \frac{\text{кг}\cdot\text{м}}{\text{А}^2\cdot\text{с}^2}$ ; 2)  $1 \frac{\text{кг}\cdot\text{м}^2}{\text{А}^2\cdot\text{с}}$ ; 3)  $1 \frac{\text{кг}\cdot\text{м}^2}{\text{А}^2\cdot\text{с}^2}$  4)  $1 \frac{\text{кг}\cdot\text{м}^2}{\text{А}^3\cdot\text{с}^2}$ ; 5)  $1 \frac{\text{кг}\cdot\text{м}^2}{\text{А}^2\cdot\text{с}^3}$

**А3.** Шарик, брошенный вертикально вверх с высоты  $H_1=1 \text{ м}$  над землей, поднялся до высоты  $H_2 = 3 \text{ м}$ , а затем упал на землю. Путь  $s$  и модуль перемещения шарика  $|\Delta\vec{r}|$  равны:

- 1) 2м, 1м; 2) 3м, 1м; 3) 5м, 1м; 4) 7м, 1м; 5) 2м, 3м.

**А4.** Координата точки зависит от времени по закону  $x=2-4t+t^2$  (м) Точка остановится через промежуток времени  $\Delta t$  после начала движения, равный:

- 1) 1с; 2) 2с; 3) 3с; 4) 4с; 5) 5с.

**A5.** Мяч, брошенный вертикально вверх с поверхности земли, поднялся на высоту  $H = 0,8$  м. Если сопротивлением движению мяча можно пренебречь, то мяч упадет на землю со скоростью  $v$ , равной по модулю:

- 1) 1м/с; 2) 2м/с; 3) 3м/с; 4) 4м/с; 5) 5м/с.

**A6.** Если брусок движется равномерно по горизонтальной поверхности под действием силы тяги  $F = 22$  Н, направленной под углом  $\alpha = 60^\circ$  к поверхности, то модуль силы трения  $F_{\text{тр}}$ , действующей на брусок, равен:

- 1) 10 Н; 2) 11 Н; 3) 12 Н; 4) 13 Н; 5) 14 Н.

**A7.** Если Землю считать однородным шаром с радиусом  $R$  и массой  $M$ , то скорость  $v$  искусственного спутника Земли, равномерно вращающегося по круговой орбите вблизи поверхности Земли, равна:

- 1)  $\sqrt{\frac{GM}{R^2}}$ ; 2)  $\sqrt{\frac{GM}{R^3}}$ ; 3)  $\sqrt{\frac{GM}{R}}$ ; 4)  $\sqrt{\frac{2GM}{R^2}}$ ; 5)  $\sqrt{\frac{GM}{2R^2}}$ .

**A8.** Если материальная точка массой  $m = 50$  г движется с постоянной угловой скоростью  $\omega = 2,0$  рад/с по окружности радиусом  $R = 10$  см, то модуль результирующей всех сил  $F$ , действующих на точку, равен:

- 1) 10 мН; 2) 20 мН; 3) 30 мН; 4) 40 мН; 5) 50 мН.

**A9.** Если при изохорном процессе давление газа уменьшилось в 2 раза, то температура газа в этом процессе изменилась в число раз  $T_2/T_1$ , равное:

- 1) 0,1; 2) 0,2; 3) 0,3; 4) 0,4; 5) 0,5.

**A10.** Гелий ( $M = 4,0 \cdot 10^{-3}$  кг/моль) находится в сосуде с объемом  $V = 2,0$  л при давлении  $p_1 = 100$  кПа и температуре  $T_1 = 300$  К. Если давление газа уменьшилось в 2,0 раза, а температура уменьшилась до  $T_2 = 280$  К, то из сосуда выпущена масса газа  $\Delta m$ , равная:

- 1) 0,12 г; 2) 0,15 г; 3) 0,19г; 4) 0,21г; 5) 0,24 г

**A11.** Два одинаковых по модулю и противоположных по знаку точечных заряда расположены в вершинах равностороннего треугольника. Если один из зарядов заменить на такой же по модулю, но противоположный по знаку, то модуль напряженности поля в третьей вершине треугольника изменится в число раз, равное:

- 1) 1,9; 2) 1,7; 3) 1,5; 4) 1,3; 5) 1,1.

**A12.** Если при движении в электрическом поле скорость электрона увеличилась от  $v_1 = 400$  км/с до  $v_2 = 500$  км/с, то движение электрона проходило между точками с разностью потенциалов ( $\varphi_1 - \varphi_2$ ), равной ...

- 1)  $-0,26$  В; 2)  $-0,21$  В; 3)  $0,21$  В; 4)  $0,32$  В; 5)  $0,38$  В.

**A13.** Три проводника изготовлены из одного металла и имеют одинаковую длину, но диаметры проводников отличаются  $d_1 : d_2 : d_3 = 1 : 2 : 3$ . При параллельном соединении этих проводников, соотношение между силами тока в проводниках  $I_3 : I_2 : I_1$ , равно:

- 1) 1:2:3; 2) 1:3:4; 3) 3:2:1; 4) 4:3:1; 5) 9:4:1.



**A14.** На участке цепи резисторы с сопротивлениями  $R_1 = 300 \text{ Ом}$  и  $R_2 = 100 \text{ Ом}$  включены последовательно. Если при протекании тока в первом резисторе за некоторое время выделилось количество тепла  $Q_1 = 30 \text{ кДж}$ , то во втором резисторе за то же время выделится количество тепла  $Q_2$ , равное:  
 1) 10 кДж; 2) 12 кДж; 3) 15 кДж; 4) 20 кДж; 5) 30 кДж.

**A15.** Три параллельных проводника с одинаковыми токами расположены так, что центры поперечных сечений проводников находятся в вершинах правильного треугольника (рис.1). Индукция магнитного поля, создаваемого в точке  $A$  каждым проводником  $B = 20 \text{ мТл}$ . Индукция результирующего поля равна:  
 1) 10 мТл 2) 20 мТл 3) 40 мТл 4) 50 мТл 5) 60 мТл.

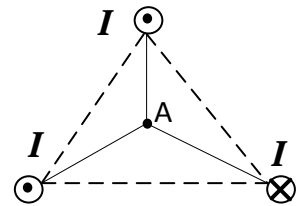


Рис. 1

**A16.** Сила тока в катушке индуктивности  $I = 4 \text{ А}$ . При уменьшении силы тока в катушке в 2 раза за промежуток времени  $\Delta t = 0,5 \text{ с}$  возникла ЭДС самоиндукции  $\varepsilon = 0,4 \text{ В}$ . Энергия магнитного поля в катушке уменьшилась на  $\Delta W$ , равное:  
 1) 0,2 Дж; 2) 0,3 Дж; 3) 0,4 Дж; 4) 0,5 Дж; 5) 0,6 Дж.

**A17.** Расстояние наилучшего зрения дальновзорного человека  $d_1 = 50 \text{ см}$ . Оптическая сила контактных линз, позволяющих ему читать книгу на расстоянии наилучшего зрения «нормального глаза» ( $d_0 = 25 \text{ см}$ ) равна:  
 1) 0,5 дптр; 2) 1,0 дптр; 3) 1,5 дптр; 4) 2,0 дптр; 5) 2,5 дптр.

**A18.** Тело на пружине совершает гармонические колебания по закону косинуса. Если через промежуток времени  $\Delta t = 0,1 \text{ с}$  потенциальная упругая энергия пружины в 2 раза меньше ее максимальной энергии, то период  $T$  колебаний тела равен:  
 1) 0,9 с; 2) 0,8 с; 3) 0,7 с; 4) 0,6 с; 5) 0,5 с.

### Таблица ответов к тесту А

*В тесте А можно сделать только 4 исправления. Неверный ответ в таблице зачеркните, правильный ответ внесите в столбец «замена ответа».*

№ задания	ответ	замена ответа	балл	№ задания	ответ	замена ответа	балл	№ задания	ответ	замена ответа	балл
A1				A7				A13			
A2				A8				A14			
A3				A9				A15			
A4				A10				A16			
A5				A11				A17			
A6				A12				A18			

Сумма баллов по тесту А \_\_\_\_\_

## Тест В

В заданиях В1-В14 искомые величины должны быть вычислены в единицах указанных в заданиях. Если в результате получается не целое число, округлите его до целого, пользуясь правилами приближенных вычислений, и запишите округленное число и знак минус (если число отрицательное) в таблице ответов теста В. В тесте В можно сделать только 3 исправления. Неверный ответ в таблице зачеркните, правильный ответ внесите в столбец «замена ответа».

**В1.** Скорость движения лодки относительно воды в 2 раза больше скорости течения. Время  $t_1$  движения лодки между двумя пунктами против течения больше времени  $t_2$  движения между этими пунктами по течению в число раз  $t_1/t_2$ , равное ... .

**В2.** Если при растяжении недеформированной пружины на  $x_1=1$  см энергия упругой деформации пружины равна  $W = 30$  мДж, то для сжатия этой же недеформированной пружины на  $x_2 = 10$  см необходимо совершить работу  $A$ , равную ... Дж.

**В3.** Брусок массой  $m = 0,5$  кг движется по горизонтальной поверхности со скоростью  $v=1$  м/с под действием постоянной горизонтальной силы. Если коэффициент трения бруска о поверхность  $\mu = 0,1$ , то за промежуток времени  $\Delta t = 10$  с сила совершит работу  $A$ , равную ... Дж.

**В4.** Однородный стержень лежит на горизонтальной опоре, выступая за ее край так, как показано на рисунке 2. Если к одному концу стержня приложить силу направленную вертикально вверх, то другой конец стержня начинает приподниматься. Модуль силы тяжести больше модуля силы  $F$  в ... раз.

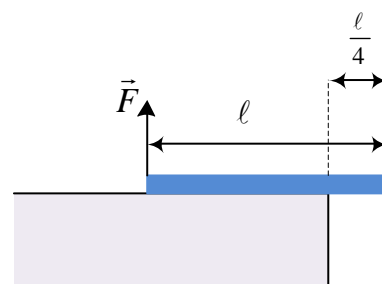


Рис. 2

**В5.** С вершины наклонной плоскости высотой  $H = 3$  м и длиной основания  $L = 4$  м начинает скользить тело и после спуска по наклонной плоскости останавливается на некотором расстоянии от нее. Если коэффициент трения на всем пути движения тела равен  $\mu = 0,25$ , то тело остановится на расстоянии  $s$  от наклонной плоскости, равном ... м.

**В6.** В процессе увеличения абсолютной температуры идеального одноатомного газа в 2 раза его давление и объем изменялись по закону  $pV^2 = \text{const}$ . Если конечный объем газа  $V_2 = 2,00$  л, а его давление в начальном состоянии  $p_1 = 100$  кПа, то изменение внутренней энергии газа в этом процессе  $\Delta U$  равно ... Дж.

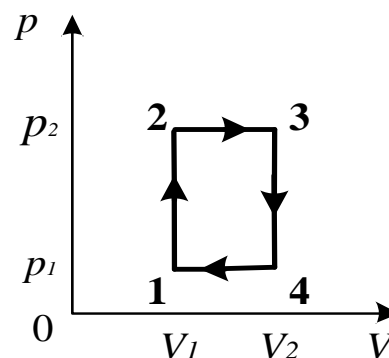


Рис. 3

**В7.** Летящая горизонтально со скоростью  $v = 0,4$  км/с пуля попадает в брусок, лежащий на горизонтальной поверхности и застревает в нем. Если коэффициент трения бруска о поверхность  $\mu = 0,2$ , а его масса в  $k = 99$  раз больше массы пули,

то брусок пройдет до остановки расстояние  $L$ , равное ... м.

**В8.** Одноатомный идеальный газ совершает циклический процесс, состоящий из двух изохор и двух изобар (рис.3). Если  $p_1 = 100$  кПа,  $V_1 = 1,0$  м<sup>3</sup>,  $p_2 = 350$  кПа,  $V_2 = 2,0$  м<sup>3</sup>, то КПД цикла  $\eta$  равен ... %.

**В9.** Луч света падает под углом  $\alpha = 45^\circ$  на грань равнобедренной треугольной призмы (рис.4), преломляется, падает на грань  $BC$  и скользит вдоль нее вниз к основанию призмы. Если показатель преломления вещества призмы  $n = \sqrt{2}$ , то преломляющий угол  $\theta$  призмы равен ... °.

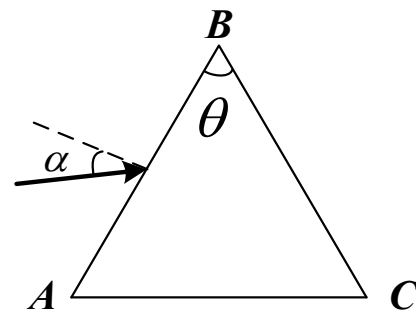


Рис. 4

**В10.** На дифракционную решетку нормально падает монохроматическая волна, для которой максимум шестого порядка соответствует углу дифракции  $\alpha = 30^\circ$ . Наибольший порядок дифракционного максимума для этой волны  $m_{\max}$  равен ... .

**В11.** Электрон влетает в плоский конденсатор параллельно пластинам. Длина пластин конденсатора  $L = 30,0$  мм, расстояние между ними  $d = 20,0$  мм. Если напряжение на конденсаторе  $U = 10,0$  мВ и за время полета в конденсаторе электрон отклонился от первоначального направления на расстояние  $h = 1,50$  мм, то модуль скорости  $v$  электрона, с которой он влетел в конденсатор, равен ... км/с.

**В12.** ЭДС источника  $\varepsilon = 16$  В, его внутреннее сопротивление  $r = 1,0$  Ом. При силе тока  $I = 2,0$  А коэффициент полезного действия источника  $\eta$  равен ... .

**В13.** Электрон из состояния покоя разгоняется в однородном электростатическом поле с напряженностью  $E = 100$  кВ/м. Пролетев при разгоне в электростатическом поле расстояние  $d = 14$  см, электрон влетает в область однородного магнитного поля с модулем вектора индукции  $B = 0,1$  Тл перпендикулярно границе области и линиям магнитной индукции. Электрон вылетит из области магнитного поля на расстоянии  $x$  от точки попадания в поле, равном ... мм.

**В14.** Катушка имеет  $N = 50$  витков площадью  $S = 10$  см<sup>2</sup>. Индукция внешнего магнитного поля  $B = 100$  мТл и направлена вдоль оси катушки. Магнитное поле выключают. Средняя ЭДС индукции, возникшая в катушке во время выключения поля,  $\varepsilon = 100$  мВ. Промежуток времени  $\Delta t$ , за который индукция магнитного поля равномерно уменьшалась до нуля, равен ... мс.

### Таблица ответов к тесту В

*В тесте В можно сделать только 3 исправления. Неверный ответ в таблице зачеркните, правильный ответ внесите в столбец «замена ответа».*

№ задания	ответ	замена ответа	балл	№ задания	ответ	замена ответа	балл	№ задания	ответ	замена ответа	балл
<b>В1</b>				<b>В6</b>				<b>В11</b>			
<b>В2</b>				<b>В7</b>				<b>В12</b>			
<b>В3</b>				<b>В8</b>				<b>В13</b>			
<b>В4</b>				<b>В9</b>				<b>В14</b>			
<b>В5</b>				<b>В10</b>							

Сумма баллов по тесту В \_\_\_\_\_

Общий балл \_\_\_\_\_

Шифр \_\_\_\_\_

ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ «АБИТУРИЕНТ – 2022»  
ВАРИАНТ III

Инструкция для учащихся

Тест содержит 32 задания и состоит из теста А (18 заданий) и теста В (14 заданий). На его выполнение отводится 210 минут. При выполнении теста разрешается пользоваться микрокалькулятором. Во всех тестовых заданиях, если специально не оговорено в условии, сопротивлением воздуха при движении тел следует пренебречь.

При расчетах принять:

ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ ; постоянная Авогадро  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ ,

универсальная газовая постоянная  $R=8,31 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$ ; элементарный заряд  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ ; электрическая постоянная  $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ ;  $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2 / \text{Кл}^2$ ; масса

электрона  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ ; скорость света в вакууме  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ ; постоянная Планка  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$ ;

$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ ;  $1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ ;  $\sqrt{2,00} = 1,41$ ;  $\sqrt{3,00} = 1,73$ ;  $\pi = 3,14$ .

Тест А

К каждому заданию теста А даны 5 ответов, из которых только один верный. Выполните задание, выберите ответ и укажите его номер в таблице ответов к тесту А.

А1. Среди представленных ниже графиков (рис. 1) зависимости проекции скорости  $v_x$  от времени  $t$  при равноускоренном движении тела вдоль положительного направления оси  $Ox$  соответствует график обозначенный цифрой:

1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5

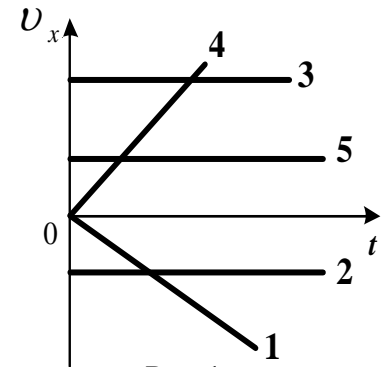


Рис. 1

А2. Установите соответствие между перечисленными ниже единицами измерений физических величин и их представлениями через другие единицы системы СИ:

А. 1 Кл	1) $1 \text{ Н}\cdot\text{А}^{-1}\cdot\text{м}^{-1}$
Б. 1 Н	2) $1 \text{ Н}\cdot\text{м}^{-2}$
В. 1 Па	3) $1 \text{ кг}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$
Г. 1 Вт	4) $1 \text{ Дж}\cdot\text{с}^{-1}$
Д. 1 Тл	5) $1 \text{ А}\cdot\text{с}$

1) АЗБ1В5Г4Д2; 2) А5Б3В2Г4Д1; 3) А4Б3В1Г2Д5; 4) А1Б2В4Г3Д5;  
5) А4Б5В1Г2Д3.

А3. Средний радиус земного шара  $R$ . Точка на полюсе за промежуток времени  $\Delta t = 1$  земной год относительно оси Земли проходит путь, равный:

1) 0 км; 2)  $R$ ; 3)  $2R$ ; 4)  $2\pi R$ ; 5)  $4R$ .

**A4.** Параметры движения материальной точки вдоль оси  $Ox$ : начальная координата  $x_0 = 10$  м, проекция начальной скорости  $v_{0x} = 10$  м/с, проекция ускорения  $a_x = -10$  м/с<sup>2</sup>. Координата тела  $x$  в момент времени  $t = 2,0$  с равна:  
 1)  $-10$  м; 2)  $0$  м; 3)  $10$  м; 4)  $20$  м; 5)  $70$  м.

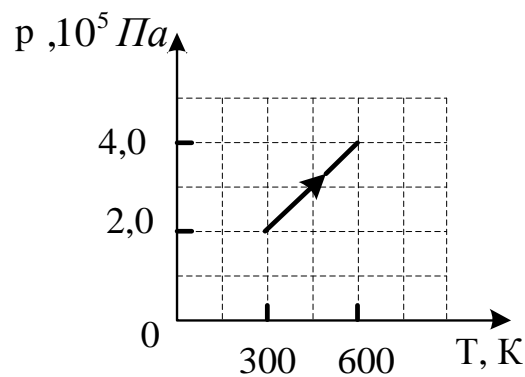
**A5.** Тело, брошенное вертикально вверх, дважды проходит через точку, которая находится на высоте  $h = 15$  м. Промежуток времени между этими моментами составляет  $\Delta t = 2,0$  с. Максимальная высота  $H$ , на которой побывало тело, равна:  
 1)  $20$  м; 2)  $25$  м; 3)  $30$  м; 4)  $35$  м; 5)  $40$  м.

**A6.** Тело массой  $m = 1,5$  кг начинает движение из состояния покоя в плоскости  $xOy$  и через промежуток времени  $\Delta t = 2,0$  с совершает перемещение, проекции которого на оси  $Ox$  и  $Oy$  соответственно  $\Delta r_x = 6,0$  м и  $\Delta r_y = 8,0$  м. Если движение тела равноускоренное, то модуль результирующей силы  $F$ , действующей на тело во время движения, равен:  
 1)  $1,5$  Н; 2)  $3,0$  Н; 3)  $5,5$  Н; 4)  $6,0$  Н; 5)  $7,5$  Н.

**A7.** Период обращения искусственного спутника Земли по круговой орбите вблизи ее поверхности равен  $T_0 = 105$  мин. Радиус Земли  $R$ . Если спутник движется вокруг Земли на расстоянии  $h = R/2$  от ее поверхности, то период  $T$  его обращения равен:  
 1)  $70$  мин; 2)  $105$  мин; 3)  $128$  мин; 4)  $193$  мин; 5)  $236$  мин.

**A8.** Стоящий человек массой  $m = 60$  кг поднимается на эскалаторе на высоту  $h = 20$  м. Работа  $A$  силы тяжести равна:  
 1)  $-24$  кДж; 2)  $-12$  кДж; 3)  $12$  кДж; 4)  $24$  кДж; 5)  $60$  кДж.

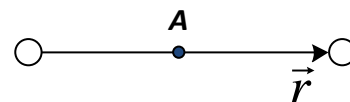
**A9.** На рисунке 2 изображен график зависимости давления идеального газа от его абсолютной температуры в сосуде объемом  $V = 0,30$  м<sup>3</sup>. Количество газа в сосуде равно:  
 1)  $10$  моль; 2)  $15$  моль; 3)  $18$  моль; 4)  $20$  моль;  
 5)  $24$  моль



**Рис. 2**

**A10.** Закрытый сосуд объемом  $V = 69$  см<sup>3</sup>, имеет небольшую трещину, через которую в него в течение каждых суток поступает  $\Delta N = 5,0 \cdot 10^{18}$  молекул идеального газа. Температура газа в сосуде поддерживается постоянной и равной  $T = 300$  К. Если начальное давление газа в сосуде практически равно нулю, то сосуд заполнится газом до давления  $p = 6,0 \cdot 10^3$  Па за промежуток времени  $\Delta t$ , равный:  
 1)  $10$  суток; 2)  $15$  суток; 3)  $20$  суток; 4)  $25$  суток; 5)  $30$  суток.

**A11.** Два маленьких одинаковых металлических шарика с зарядами  $q_1 = 3q$  и  $q_2 = -q$  привели в соприкосновение и расположили на некотором расстоянии друг от друга (рис.3) Для вектора напряженности результирующего



**Рис. 3**

электростатического поля в точке  $A$ , расположенной посередине между зарядами, справедливо выражение:

- 1)  $\vec{E}_A \uparrow \uparrow \vec{r}$ ; 2)  $\vec{E}_A \uparrow \downarrow \vec{r}$ ; 3)  $\vec{E}_A = \vec{0}$ ; 4)  $\vec{E}_A \perp \vec{r}$ , направлен вверх; 5)  $\vec{E}_A \perp \vec{r}$ , направлен вниз.

**A12.** Если в поле положительного электрического неподвижного заряда  $q$  внести второй такой же по модулю, но противоположный по знаку электрический заряд, то потенциал результирующего поля в точке  $A$ , расположенной на прежнем расстоянии от первого заряда и посередине между зарядами, станет:

- 1) меньше в 2 раза; 2) равен нулю; 3) не изменится; 4) больше в 2 раза; 5) больше в 4 раза.

**A13.** Пять одинаковых резисторов сопротивлением  $R$  подключены к источнику тока с внутренним сопротивлением  $r = R/5$  один раз все последовательно, второй раз – все параллельно. Сила тока в источнике при этом изменится в число раз  $\frac{I_2}{I_1}$ , равное:

- 1) 2; 2) 5; 3) 13; 4) 25; 5) 27.

**A14.** При работе электронагревателя, сопротивление спирали которого  $R = 20$  Ом за время  $\Delta\tau = 5$  мин выкипает  $\Delta m = 10$  г воды. Удельная теплота парообразования воды

$L = 2,3 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$ . Если в этом режиме работы электронагревателя сила тока в спирали

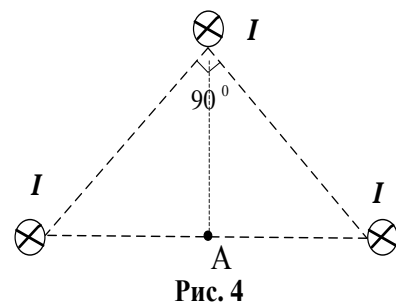
нагревателя  $I = 8$  А, то количество тепла,

потраченное на парообразование составляет от количества теплоты, выделившегося в нагревателе  $\eta$ , равно

- 1) 9%; 2) 8%; 3) 7%; 4) 6%; 5) 5%.

**A15.** Три тонких очень длинных прямолинейных проводника с током расположены в воздухе параллельно друг другу так, что центры поперечных сечений проводников образуют равнобедренный прямоугольный треугольник (рис.4). Токи в проводниках одинаковы и направлены в плоскость рисунка. Если модули индукции магнитного поля, создаваемого в точке  $A$  каждым из токов, одинаковы,  $B_1 = B_2 = B_3 = B$ , то модуль индукции результирующего магнитного поля в этой точке равен:

- 1) 1 В; 2)  $\sqrt{2}$  В; 3) 2 В; 4)  $\sqrt{5}$  В; 5) 5 В.



**A16.** Через поверхность проводящего контура за промежуток времени  $\Delta t = 0,8$  с магнитный поток уменьшился от значения  $\Phi_0$  до нуля. Если в контуре при этом возникла ЭДС индукции  $\varepsilon = 5$  В, то начальное значение магнитного потока  $\Phi_0$  равно:

- 1) 1 Вб; 2) 2 Вб; 3) 3 Вб; 4) 4 Вб; 5) 5 Вб.

**A17.** При фотографировании с расстояния  $L = 200$  м дерева на негативе высота его изображения оказалась равной  $H = 5,0$  мм. Если фокусное расстояние объектива  $F = 50$  мм, то действительная высота  $h$  дерева равна:

- 1) 2,0 м; 2) 5,0 м; 3) 10 м; 4) 15 м; 5) 20 м.

**A18.** Движение тела массой  $m = 0,2$  кг, совершающего гармонические колебания, описывается уравнением  $x = 40 \sin 5\pi t$  (см). Максимальная кинетическая энергия  $E_k$  тела в процессе колебаний равна: **1)** 1 Дж; **2)** 2 Дж; **3)** 3 Дж; **4)** 4 Дж; **5)** 5 Дж.

### Таблица ответов к тесту А

*В тесте А можно сделать только 4 исправления. Неверный ответ в таблице зачеркните, правильный ответ внесите в столбец «замена ответа».*

№ задания	ответ	замена ответа	балл	№ задания	ответ	замена ответа	балл	№ задания	ответ	замена ответа	балл
A1				A7				A13			
A2				A8				A14			
A3				A9				A15			
A4				A10				A16			
A5				A11				A17			
A6				A12				A18			

Сумма баллов по тесту А \_\_\_\_\_

### Тест В

*В заданиях В1-В14 искомые величины должны быть вычислены в единицах указанных в заданиях. Если в результате получается не целое число, округлите его до целого, пользуясь правилами приближенных вычислений, и запишите округленное число и знак минус (если число отрицательное) в таблице ответов теста В. В тесте В можно сделать только 3 исправления. Неверный ответ в таблице зачеркните, правильный ответ внесите в столбец «замена ответа».*

**В1.** Материальная точка движется равномерно вдоль оси  $Ox$ . В момент времени  $t_1 = 1$  с после начала отсчета времени координата точки  $x_1 = 8$  м, в момент времени  $t_2 = 2$  с координата точки  $x_2 = 6$  м. Материальная точка переместится в координату  $x_3 = 2$  м в момент времени  $t_3$ , равный ... с.

**В2.** Под действием силы  $F = 80$  Н недеформированная пружина удлиняется и ее потенциальная энергия равна  $W_1 = 3,2$  Дж. Чтобы сжать эту же недеформированную пружину на  $\Delta l = 30$  см необходимо совершить работу  $A$ , равную ... Дж.

**В3.** На горизонтальной поверхности стоит столбик из четырех одинаковых тел, поставленных друг на друга, каждое из которых имеет массу  $m = 2,0$  кг и форму кубика со стороной  $a = 20$  см. Если пирамида развалится и все эти тела будут лежать на горизонтальной плоскости отдельно, то сила тяжести совершит минимальную работу  $A_{min}$ , равную ... Дж.

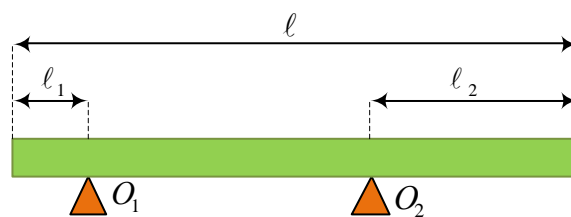


Рис. 5



**В4.** Балка длиной  $\ell=16$  м лежит в равновесии на двух опорах  $O_1$  и  $O_2$ , расположенных на расстояниях  $\ell_1=2,0$  м и  $\ell_2=5,0$  м от концов балки соответственно (рис. 5). Модуль силы тяжести больше модуля силы реакции опоры в точке  $O_1$  в ... раз.

**В5.** Груз массой  $m = 24$  кг равномерно спускают вниз по наклонной плоскости, образующей угол  $\alpha = 30^\circ$  с горизонтом с помощью упругой веревки параллельной наклонной плоскости. Коэффициент трения скольжения между грузом и плоскостью  $\mu=0,24$ . Если при этом удлинение веревки  $\Delta l = 7$  см, то коэффициент  $k$  ее жесткости равен ... кН/м.

**В6.** Вертикальный цилиндр заполнен одноатомным идеальным газом и закрыт легкоподвижным поршнем массой  $m = 15$  кг площадью поперечного сечения  $S = 1,5$  дм<sup>2</sup>, при движении которого трением о стенки цилиндра можно пренебречь. Атмосферное давление равно  $p_0 = 100$  кПа. Если при медленном сообщении газу некоторого количества теплоты, его внутренняя энергия увеличилась на  $\Delta U = 0,48$  кДж, то смещение поршня от первоначального положения  $\Delta h$  равно ... см.

**В7.** Пуля массой  $m_1=9,0$  г, летящая горизонтально со скоростью, модуль которой  $v = 400$  м/с, попадает в лежащий на гладкой горизонтальной поверхности деревянный брус массой  $m_2 = 1,0$  кг. Если средняя сила сопротивления дерева движению пули  $\langle F \rangle = 6,0$  кН, то пуля углубится в брус на расстояние  $s$ , равное ... см.

**В8.** С идеальным одноатомным газом в количестве  $\nu = 2,00$  моля совершают циклический процесс на рисунке 6. Температура газа в начальном и конечном состояниях соответственно  $T_1 = 300$  К и  $T_3 = 500$  К. Если за цикл газ совершил работу  $A = 640$  кДж, то в процессе  $2 \rightarrow 3$  газу сообщили количество теплоты  $Q$ , равное ... кДж.

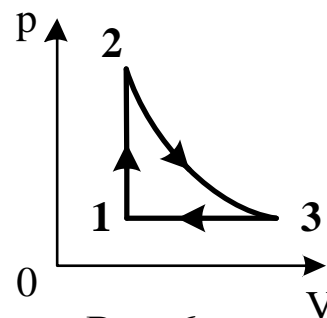


Рис. 6

**В9.** Угол преломления светового луча на границе первой и второй сред  $\beta = 45^\circ$ . При переходе светового луча при том же угле падения из первой среды в третью среду угол преломления  $\gamma = 30^\circ$ . Предельный угол отражения луча на границе третьей и второй сред равен ...<sup>0</sup>.

**В10.** При нормальном падении на дифракционную решетку монохроматического излучения с длиной волны  $\lambda_1=450$  нм максимум второго порядка наблюдается под углом  $\alpha=30^\circ$ . При нормальном падении на эту решетку монохроматического излучения с длиной волны  $\lambda_2=600$  нм наибольший порядок дифракционного максимума будет  $m_{\max 2}$  равен ... .

**В11.** Подвешенный на нерастяжимой нити длиной  $l = 0,9$  м шарик массой  $m = 10$  г и с электрическим зарядом  $q = 15$  мкКл вращается в горизонтальной плоскости по окружности с постоянной по модулю скоростью так, что нить составляет угол  $\alpha = 45^\circ$  с вертикалью. Если в области движения шарика существует однородное

электростатическое поле с модулем напряженности  $E = 10$  кВ/м, силовые линии которого направлены вертикально вниз, то период  $T$  вращения шарика равен ... с.

**В12.** К источнику постоянного тока с внутренним сопротивлением  $r = 4,5$  Ом подключена лампочка с сопротивлением  $R = 4r$ . Если на лампочке выделяется мощность  $P = 75$  Вт, то сила тока  $I_{кз}$  короткого замыкания источника равна ... А.

**В13.** В однородном магнитном поле, модуль индукции которого  $B = 0,20$  Тл, на двух одинаковых пружинах жесткостью  $k = 100$  Н/м подвесили в горизонтальном положении прямолинейный проводник длиной  $L = 1,0$  м. Линии индукции магнитного поля направлены горизонтально и перпендикулярно проводнику. При отсутствии тока в проводнике длина каждой пружины  $l_1 = 21$  см. Если подключение тока силой  $I = 40$  А вызывает упругую деформацию удлинения пружин, то длина каждой пружины  $l_2$  в равновесии станет равной ... см.

**В14.** При изменении силы тока от значения  $I_1 = 5,0$  А до значения  $I_2 = 2,5$  А за  $\Delta t = 0,10$  с в соленоиде возникает ЭДС самоиндукции  $\varepsilon = 60$  В. Энергия  $W$  магнитного поля внутри соленоида в начальный момент равна ... Дж.

### Таблица ответов к тесту В

*В тесте В можно сделать только 3 исправления. Неверный ответ в таблице зачеркните, правильный ответ внесите в столбец «замена ответа».*

№ задания	ответ	замена ответа	балл	№ задания	ответ	замена ответа	балл	№ задания	ответ	замена ответа	балл
<b>В1</b>				<b>В6</b>				<b>В11</b>			
<b>В2</b>				<b>В7</b>				<b>В12</b>			
<b>В3</b>				<b>В8</b>				<b>В13</b>			
<b>В4</b>				<b>В9</b>				<b>В14</b>			
<b>В5</b>				<b>В10</b>							

Сумма баллов по тесту В \_\_\_\_\_

Общий балл \_\_\_\_\_

Шифр \_\_\_\_\_

ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ «АБИТУРИЕНТ – 2022 »  
ВАРИАНТ IV

Инструкция для учащихся

Тест содержит 32 задания и состоит из теста А (18 заданий) и теста В (14 заданий). На его выполнение отводится 210 минут. При выполнении теста разрешается пользоваться микрокалькулятором. Во всех тестовых заданиях, если специально не оговорено в условии, сопротивлением воздуха при движении тел следует пренебречь.

**При расчетах принять:**

ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ ; постоянная Авогадро  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ ,

универсальная газовая постоянная  $R=8,31 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$ ; элементарный заряд  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ ; электрическая постоянная  $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ ;  $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2 / \text{Кл}^2$ ; масса

электрона  $m_e=9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ ; скорость света в вакууме  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ ; постоянная Планка  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$ ;

$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ ;  $1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ ;  $\sqrt{2,00} = 1,41$ ;  $\sqrt{3,00} = 1,73$ ;  $\pi = 3,14$ .

**Тест А**

К каждому заданию теста А даны 5 ответов, из которых только один верный. Выполните задание, выберите ответ и укажите его номер в таблице ответов к тесту А.

**А1.** Физическая величина, определяемая отношением  $\frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$ , называется:

- 1) путь; 2) средняя скорость; 3) перемещение; 4) координата; 5) ускорение.

**А2.** Выражению единицы измерения емкости  $C$  через основные единицы в СИ соответствует:

- 1)  $1 \frac{\text{А}\cdot\text{с}^4}{\text{кг}\cdot\text{м}^2}$ ; 2)  $1 \frac{\text{А}\cdot\text{с}^3}{\text{кг}\cdot\text{м}^2}$ ; 3)  $1 \frac{\text{А}\cdot\text{с}^2}{\text{кг}\cdot\text{м}^2}$ ; 4)  $1 \frac{\text{А}^2\cdot\text{с}^4}{\text{кг}\cdot\text{м}^2}$ ; 5)  $1 \frac{\text{А}^2\cdot\text{с}^2}{\text{кг}\cdot\text{м}^2}$

**А3.** Для получения метеорологических данных используют шар-зонд, поднимающийся на высоту  $H = 0,60 \text{ км}$  от поверхности земли. За время подъема шар снесло ветром вдоль поверхности земли на расстояние  $L = 0,80 \text{ км}$ . Модуль перемещения  $|\Delta \vec{r}|$  шара относительно точки запуска равен:

- 1) 1,0 км; 2) 1,2 км; 3) 1,4 км; 4) 1,6 км; 5) 1,8 км.

**А4.** При торможении скорость автомобиля уменьшилась от скорости  $v_1 = 72 \text{ км/ч}$  до скорости  $v_2 = 54 \text{ км/ч}$  за промежуток времени  $\Delta t = 4,0 \text{ с}$ . За этот промежуток времени путь  $s$  автомобиля равен:

- 1) 30 м; 2) 40 м; 3) 50 м; 4) 60 м; 5) 70 м.

**A5.** Не раскрывая парашюта, спортсмен в свободном падении пролетел вниз расстояние  $H = 20$  м, а затем, раскрыл парашют. Если, после раскрытия парашюта, скорость спортсмена уменьшилась в 4 раза и оставалась постоянной до приземления, то спортсмен приземлился со скоростью  $v$ , модуль которой, равен:  
1) 4 м/с; 2) 5 м/с; 3) 6 м/с; 4) 7 м/с; 5) 8 м/с

**A6.** Санки движутся равномерно и прямолинейно по горизонтальной поверхности под действием силы  $F = 30$  Н, направленной под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. Модуль силы сопротивления  $F_c$  движению равен:  
1) 11 Н; 2) 13 Н; 3) 15 Н; 4) 17 Н; 5) 20 Н.

**A7.** Радиус Луны  $R = 1738$  км, ускорение свободного падения на ее поверхности  $g = 1,62$  м/с<sup>2</sup>. Модуль первой космической скорости  $v_1$  для Луны равен:  
1) 1,91 км/с; 2) 1,85 км/с; 3) 1,68 км/с; 4) 1,61 км/с; 5) 1,52 км/с.

**A8.** Катаясь на карусели, мальчик массой  $m = 40$  кг движется по окружности радиусом  $R = 4,0$  м в горизонтальной плоскости со скоростью  $v = 5,0$  м/с. Модуль результирующей всех сил  $F$ , действующих на него, равен:  
1) 0,15 кН; 2) 0,18 кН; 3) 0,20 кН; 4) 0,25 кН; 5) 0,35 кН.

**A9.** Если при изотермическом процессе объем газа увеличился в 2 раза, то давление газа в этом процессе изменилось в число раз  $p_2/p_1$ , равное:  
1) 0,2; 2) 0,3; 3) 0,5; 4) 0,7; 5) 1,0.

**A10.** Если идеальный газ массой  $m = 6,10$  кг занимает объем  $V = 5,00$  м<sup>3</sup> при давлении  $p = 200$  кПа, то среднеквадратичная скорость  $\langle v \rangle_{\text{кв}}$  движения молекул газа равна:  
1) 410 м/с; 2) 505 м/с; 3) 620 м/с; 4) 701 м/с; 5) 800 м/с.

**A11.** Величины двух точечных зарядов равны соответственно  $q_1 = 0,25$  нКл и  $q_2 = 0,05$  нКл. В точке, расположенной на прямой, посередине между зарядами на расстоянии  $r = 1,0$  м от каждого из них, потенциал  $\varphi$  и модуль напряженности  $E$  результирующего электрического поля равны:  
1) 2,7 В, 2,7 В/м; 2) 1,3 В, 2,7 В/м; 3) 1,3 В, 1,8 В/м; 4) 1,8 В, 1,3 В/м; 5) 2,7 В, 1,8 В/м.

**A12.** Электрон вылетает из точки с потенциалом  $\varphi_1 = 6,0$  В со скоростью  $v = 1,3 \cdot 10^6$  м/с. Потенциал  $\varphi_2$  точки, в которой электрон остановится, равен:  
1) 1,2 В; 2) 2,4 В; 3) 3,8 В; 4) 4,2 В; 5) 4,9 В.

**A13.** Два проводника из одного и того же металла имеют одинаковую массу и различный диаметр сечения  $d_2 = 2,0 d_1$ . Отношение сопротивлений проводников  $\frac{R_1}{R_2}$  равно:  
1) 12; 2) 14; 3) 16; 4) 18; 5) 20.

**A14.** Два резистора с одинаковым сопротивлением  $R_1 = R_2 = R$  подключены к постоянному напряжению один раз последовательно, а второй раз параллельно. Мощности, потребляемые резисторами в этих случаях, отличаются в число раз  $P_2/P_1$ , равное:  
 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5.

**A15.** Четыре параллельных проводника с одинаковыми токами расположены так, что центры поперечных сечений проводников находятся в вершинах квадрата (рис. 1). Индукция магнитного поля, создаваемого в центре квадрата в точке  $A$  каждым проводником  $B = 10$  мТл. Индукция результирующего поля в точке  $A$  равна:  
 1) 10 мТл 2) 20 мТл 3) 40 мТл 4) 50 мТл 5) 60 мТл.

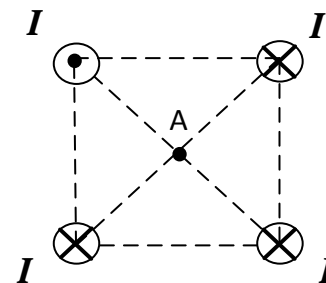


Рис. 1

**A16.** Сила тока, протекающего в катушке индуктивности, равна  $I = 4$  А. При уменьшении силы тока в катушке в 2 раза за промежуток времени  $\Delta t = 0,25$  с энергия магнитного поля в катушке уменьшилась на  $\Delta W = 0,3$  Дж. ЭДС индукции  $\varepsilon$ , возникшая в катушке, равна:  
 1) 0,4 В; 2) 0,5 В; 3) 0,6 В; 4) 0,7 В; 5) 0,8 В.

**A17.** Расстояние наилучшего зрения для близорукого человека  $d_1 = 20$  см. Оптическая сила контактных линз, позволяющих ему читать книгу на расстоянии наилучшего зрения «нормального глаза» ( $d_0 = 25$  см) равна:  
 1) – 1,0 дптр; 2) – 2,0 дптр; 3) 1,0 дптр; 4) 2,0 дптр; 5) 2,5 дптр.

**A18.** Тело массой  $m = 0,135$  кг колеблется на пружине с амплитудой  $A = 10$  см. Если максимальная кинетическая энергия тела равна  $W_k = 1,5$  Дж, то период  $T$  колебаний тела равен:  
 1) 0,11 с; 2) 0,13 с; 3) 0,15 с; 4) 0,17 с; 5) 0,19 с.

### Таблица ответов к тесту А

*В тесте А можно сделать только 4 исправления. Неверный ответ в таблице зачеркните, правильный ответ внесите в столбец «замена ответа».*

№ задания	ответ	замена ответа	балл	№ задания	ответ	замена ответа	балл	№ задания	ответ	замена ответа	балл
A1				A7				A13			
A2				A8				A14			
A3				A9				A15			
A4				A10				A16			
A5				A11				A17			
A6				A12				A18			

Сумма баллов по тесту А \_\_\_\_\_

## Тест В

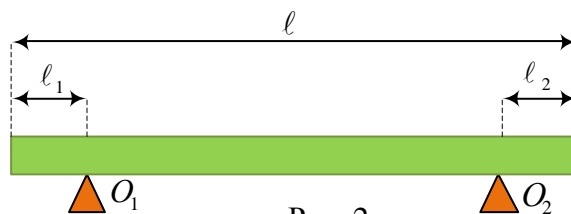
В заданиях В1-В14 искомые величины должны быть вычислены в единицах указанных в заданиях. Если в результате получается не целое число, округлите его до целого, пользуясь правилами приближенных вычислений, и запишите округленное число и знак минус (если число отрицательное) в таблице ответов теста В. В тесте В можно сделать только 3 исправления. Неверный ответ в таблице зачеркните, правильный ответ внесите в столбец «замена ответа».

**В1.** На боковом вертикальном стекле автобуса, движущегося со скоростью  $v_1 = 10$  м/с, капля дождя, в безветренную погоду, оставила след в виде прямой линии, составляющей угол  $\alpha = 30^\circ$  с вертикалью. Скорость  $v$  капли относительно поверхности земли равна ... м/с.

**В2.** Груз массой  $m = 10$  кг подвешенный на пружине поднимают вертикально вверх с ускорением  $a = 2$  м/с<sup>2</sup>. Если при этом подъеме растяжение пружины равно  $x = 10$  см, то энергия  $E$  упруго деформированной пружины равна ... Дж.

**В3.** Строитель выкопал колодец глубиной  $H = 14$  м. Если грунт считать однородным по всей глубине, то половину всей работы строитель выполнил, удалив грунт до глубины  $h$ , равной ... м.

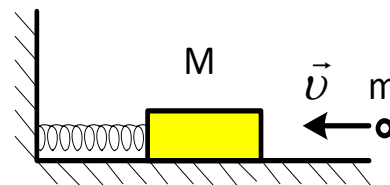
**В4.** Балка длиной  $\ell = 12$  м лежит в равновесии на двух опорах  $O_1$  и  $O_2$ , расположенных на расстояниях  $\ell_1 = 2,0$  м и  $\ell_2 = 2,0$  м от концов балки соответственно (рис. 2). Модуль силы тяжести больше модуля силы реакции опоры в точке  $O_2$  в ... раз.



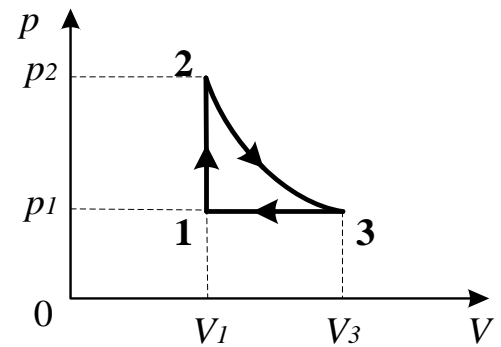
**В5.** С горки высотой  $H = 2,0$  м и длиной основания  $L = 6,0$  м съезжают санки. Если коэффициент трения санок о снег на всем пути  $\mu = 0,05$ , то санки пройдут по горизонтали до места остановки путь  $s$ , равный ... м.

**В6.** В процессе уменьшения абсолютной температуры идеального одноатомного газа в 2,0 раза его давление и объем изменялись по закону  $pV^2 = const$ . Внутренняя энергия газа в этом процессе уменьшилась на  $\Delta U = 4,8$  Дж. Если конечное давление газа  $p_2 = 20,0$  кПа, то его начальный объем  $V_1$  равен ... см<sup>3</sup>.

**В7.** Брусочек массой  $M = 0,99$  кг расположен на гладкой горизонтальной поверхности (рис. 3) и прикреплен к пружине с жесткостью  $k = 400$  Н/м. Если горизонтально летящая со скоростью  $v = 60$  м/с пуля массой  $m = 10$  г попадает в брусок и застревает в нем, то максимальная деформация  $\Delta l$  пружины равна ... мм.



**В8.** На *рисунке 4* идеальный газ совершает циклический процесс, состоящий из изобары, изотермы и изохоры, причем  $p_1 = 0,40$  МПа,  $V_3 - V_1 = 1,0$  л. Если газ получил от нагревателя количество теплоты  $Q_1 = 4,0$  кДж и при изотермическом расширении совершил работу  $A = 1,0$  кДж, то коэффициент полезного действия  $\eta$  цикла равен ... %.



**Рис. 4**

**В9.** Луч света падает из воздуха ( $n_1 = 1,0$ ) под углом  $\alpha = 60^\circ$  на плоскопараллельную стеклянную ( $n_2 = \sqrt{3}$ ) пластинку. Если при выходе из пластинки луч сместился от первоначального направления на величину  $\Delta x = 26$  мм, то толщина  $d$  пластинки равна ... мм.

**В10.** При нормальном падении на дифракционную решетку монохроматической волны наибольший порядок дифракционного максимума равен  $m_{\max} = 8$ . Максимум четвертого порядка соответствует углу дифракции  $\varphi$ , который равен ...  $^\circ$ .

**В11.** Два электрона начинают двигаться под действием кулоновских сил. Если в начальный момент электроны находились на расстоянии  $r = 7$  мкм друг от друга и имели скорость, равную нулю, то на бесконечно большом расстоянии друг от друга скорость  $v$  электронов в вакууме будет равна ... км/с.

**В12.** Батарея, подключенная к сопротивлению  $R_1 = 2,0$  Ом, дает ток  $I_1 = 1,6$  А. Та же батарея, включенная на сопротивление  $R_2 = 1,0$  Ом, дает ток  $I_2 = 2,0$  А. Мощность  $P$ , выделяющаяся внутри батареи во втором случае, равна ... Вт.

**В13.** Однородное магнитное поле создано в полосе некоторой ширины. Перпендикулярно границе полосы и линиям поля в него влетают протон с массой  $m_1$  и зарядом  $q_1$  и  $\alpha$ -частица с зарядом  $q_2 = 2q_1$  и массой  $m_2 = 4m_1$ . При вылете из поля  $\alpha$ -частица отклонилась на угол  $\beta = 30^\circ$  от начального направления движения. Если до влета в магнитное поле обе частицы прошли одинаковую ускоряющую разность потенциалов, то протон отклонится от первоначального направления движения на угол  $\beta_1$ , равный ...  $^\circ$ .

**В14.** Виток радиусом  $r = 0,3$  м расположен в однородном магнитном поле так, что линии магнитной индукции направлены под углом  $\alpha = 30^\circ$  к плоскости витка. При скорости изменения индукции магнитного поля  $\frac{\Delta B}{\Delta t} = 1$  Тл/с в витке протекает ток  $I = 28$  мА. Сопротивление витка равно ... Ом.

## Таблица ответов к тесту В

*В тесте В можно сделать только 3 исправления. Неверный ответ в таблице зачеркните, правильный ответ внесите в столбец «замена ответа».*

№ задания	ответ	замена ответа	балл	№ задания	ответ	замена ответа	балл	№ задания	ответ	замена ответа	балл
<b>В1</b>				<b>В6</b>				<b>В11</b>			
<b>В2</b>				<b>В7</b>				<b>В12</b>			
<b>В3</b>				<b>В8</b>				<b>В13</b>			
<b>В4</b>				<b>В9</b>				<b>В14</b>			
<b>В5</b>				<b>В10</b>							

Сумма баллов по тесту В \_\_\_\_\_

Общий балл \_\_\_\_\_