

Шифр \_\_\_\_\_

ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ «АБИТУРИЕНТ – 2017 »

ВАРИАНТ III

Инструкция для учащихся

Тест содержит 30 заданий и состоит из теста А (18 заданий) и теста В (12 заданий). На его выполнение отводится 180 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  $R = 8,31 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$ ;

Постоянная Больцмана  $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$ ;

Электрическая постоянная  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ ;  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Нм}^2 / \text{Кл}^2$ ;

Элементарный заряд  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ ; 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. Установите соответствие между понятием или физической величиной и их определением:

А. Путь	1) вектор, соединяющий начало системы отсчета и точку пространства, в которой находится тело в данный момент времени
Б. Перемещение	2) воображаемая линия, описываемая материальной точкой при ее движении, относительно выбранной системы отсчета
В. Траектория	3) длина траектории между начальным и конечным положениями тела в данной системе отсчета
Г. Радиус-вектор	4) скалярная величина, определяющая положение материальной точки в пространстве в данной системе отсчета
Д. Координата	5) вектор, соединяющий начальное и конечное положения тела в данной системе отсчета, направленный в сторону конечного положения

1) АЗБ5В2Г1Д4, 2) А1Б2В3Г4Д5, 3) А5Б4В3Д2Г1, 4) А4Б2В3Г1Д5, 5) А2Б5В4Г3Д1.

А2. Велосипедист двигался по прямолинейной дороге в течение времени  $\Delta t_1 = 15$  мин со скоростью  $v_1 = 10$  км/ч. Затем он выехал на перпендикулярное дороге шоссе и двигался по нему в течение  $\Delta t_2 = 10$  мин со скоростью  $v_2 = 20$  км/ч. Средняя путевая скорость  $\langle v \rangle$  велосипедиста за все время движения равна: 1) 12 км/ч; 2) 14 км/ч; 3) 15 км/ч; 4) 16 км/ч; 5) 17 км/ч.

А3. Кинематические уравнения прямолинейного движения двух тел имеют вид  $x_1 = 2t + 0,4t^2$  (м) и  $x_2 = -6t + 2t^2$  (м), где  $t$  – измеряется в секундах. От момента начала движения до момента встречи тел пройдет промежуток времени  $\Delta t$ , равный: 1) 1 с; 2) 2 с; 3) 3 с; 4) 5 с; 5) 8 с.

А4. Если за промежуток времени  $\Delta t = 5,3$  с на вал радиусом  $r = 10$  см, вращающийся с постоянной скоростью, намоталась нить длиной  $l = 40$  м, то частота  $\nu$  вращения вала равна:

1) 12 Гц; 2) 14 Гц; 3) 16 Гц; 4) 18 Гц; 5) 20 Гц.

А5. Если тело движется вдоль оси  $Ox$  под действием горизонтальной силы  $F = 12$  Н по закону  $x = 5 + 2t^2$  (м), то масса  $m$  тела равна: 1) 5 кг; 2) 4 кг; 3) 3 кг; 4) 2 кг; 5) 1 кг.

А6. Однородный брусок погружен в сосуд, в котором содержится слой ртути плотностью  $\rho_1 = 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$  и слой воды плотностью  $\rho_2 = 1,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Если брусок погружен в ртуть на 25 % своего объема, а в воду – на 50 %, то плотность  $\rho_3$  материала бруска больше плотности  $\rho_1$  воды в ...

1) 3,9 раза; 2) 4,7 раза; 3) 5,1 раза; 4) 6,0 раз; 5) 7,8 раза.

**A7.** Внутренняя энергия идеального одноатомного газа  $U=10$  Дж. Если температура газа  $t=47^{\circ}\text{C}$ , то число  $N$  его молекул в сосуде равно: 1)  $15 \cdot 10^{19}$ ; 2)  $10 \cdot 10^{20}$ ; 3)  $15 \cdot 10^{20}$ ; 4)  $30 \cdot 10^{20}$ ; 5)  $10 \cdot 10^{21}$ .

**A8.** Открытую стеклянную трубку длиной  $h=100$  см в вертикальном положении наполовину погружают в жидкость. Закрыв верхнее отверстие пробкой, трубку вынимают. При этом в трубке остается столбик жидкости длиной  $l=25$  см. Если атмосферное давление  $p_0=100$  кПа, то плотность жидкости  $\rho$  равна: 1)  $10 \text{ г/см}^3$ ; 2)  $13 \text{ г/см}^3$ ; 3)  $15 \text{ г/см}^3$ ; 4)  $18 \text{ г/см}^3$ ; 5)  $20 \text{ г/см}^3$ .

**A9.** Идеальный газ находился в баллоне под давлением  $p_1=385$  кПа и при температуре  $T_1=308$  К. В баллон добавили  $\Delta\nu=0,40$  моля газа и повысили температуру до  $T_2=310$  К. Если после этого в баллоне давление увеличилось на  $\Delta p=65$  кПа, то первоначальное количество  $\nu_1$  газа равно:

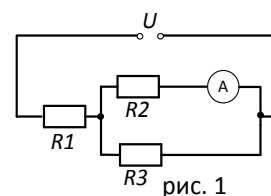
1) 0,62 моль; 2) 1,2 моль; 3) 2,0 моль; 4) 2,5 моль; 5) 3,0 моль.

**A10.** Двум маленьким одинаковым соприкасающимся шарикам в воздухе сообщили общий заряд  $q=6,0 \cdot 10^{-6}$  Кл, а затем шарики расположили на расстоянии  $r=1,0$  м друг от друга. Сила  $F$  взаимодействия шариков равна: 1) 22 мН; 2) 44 мН; 3) 63 мН; 4) 81 мН; 5) 94 мН.

**A11.** В вершинах квадрата, вписанного в окружность радиуса  $R=3,0$  см, расположены электрические точечные заряды  $q_1=5,0$  нКл,  $q_2=q_3=2,0$  нКл и  $q_4=-2,0$  нКл. Потенциал  $\phi$  электростатического поля в центре окружности равен: 1) 50 кВ; 2) 3,9 кВ; 3) 2,1 кВ; 4) 1,9 кВ; 5) 1,5 кВ.

**A12.** Электроемкость плоского конденсатора зависит от: А) плотности диэлектрика; Б) напряжения между его обкладками; В) диэлектрической проницаемости диэлектрика; Г) площади пластин; Д) расстояния между обкладками. 1) АБГ; 2) БГД; 3) БВГ; 4) АГД; 5) ВГД

**A13.** К участку электрической цепи, схема которой изображена на рис. 1, приложено напряжение  $U=40$  В. Сопротивление резисторов  $R_1=10$  Ом,  $R_2=15$  Ом,  $R_3=20$  Ом. Если сопротивление амперметра  $R_A=5$  Ом, то он показывает силу тока  $I$ , равную: 1) 1 А; 2) 2 А; 3) 3 А; 4) 4 А; 5) 5 А



**A14.** Одновалентные ионы  $^{24}\text{Na}$  и  $^1\text{H}$  влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно силовым линиям с одинаковыми скоростями.

Отношение радиусов окружностей  $R_{Na}/R_H$ , по которым движутся частицы равно:

1) 10; 2) 16; 3) 18; 4) 24; 5) 26.

**A15.** В течение промежутка времени  $\Delta t=50$  мс сила тока через катушку увеличивается от  $I_1=2,0$  А до  $I_2=10$  А. Если при этом в катушке возникла ЭДС самоиндукции  $|\mathcal{E}_{si}|=20$  В, то изменение энергии  $\Delta W$  магнитного поля катушки равно: 1) 6,0 Дж; 2) 7,5 Дж; 3) 8,0 Дж; 4) 9,0 Дж; 5) 9,5 Дж.

**A16.** Тело массой  $m=2,0$  кг гармонически колеблется по закону  $x=A \sin Bt$ , где  $A=0,23$  м,  $B=\frac{\pi}{3}$  рад/с.

Полная механическая энергия  $E$  тела равна: 1) 10 мДж; 2) 25 мДж; 3) 47 мДж; 4) 58 мДж; 5) 60 мДж.

**A17.** Расстояние, на котором читает близорукий человек  $d=10$  см. Оптическая сила  $D$  контактных линз, которые позволяют этому человеку читать на расстоянии наилучшего видения  $d_0=25$  см, равна: 1)  $-2,5$  дптр; 2)  $-3,0$  дптр; 3)  $-4,5$  дптр; 4)  $-5,0$  дптр; 5)  $-6,0$  дптр.

**A18.** Энергия кванта электромагнитного излучения  $W=3 \cdot 10^{-19}$  Дж. Импульс  $p$  этого кванта равен:

1)  $1 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ ; 2)  $2 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ ; 3)  $3 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ ; 4)  $4 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ ; 5)  $5 \cdot 10^{-27} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ .

### 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».**

№ задани я	Ответ	замена ответа	Балл	№ задани я	ответ	замена ответа	балл	№ задани я	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

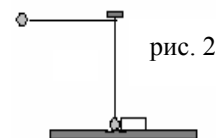
В заданиях В1-В12 искомые величины должны быть вычислены в единицах указанных в заданиях. Если в результате получается не целое число, округлите его до целого, пользуясь правилами приближенных вычислений, и запишите округленное число и знак минус (если число отрицательное) в таблице ответов теста В. В тесте В можно сделать только 3 исправления. Неверный ответ в таблице зачеркните, правильный ответ внесите в столбец «замена ответа».

**В1.** Если с башни в горизонтальном направлении бросить тело с некоторой начальной скоростью, то дальность его полета  $s = 50$  дм. Если при этом модуль перемещения тела в момент падения на землю превышает в  $n = 2$  раза высоту башни, то ее высота  $h$  равна... дм.

**В2.** К потолку лифта, движущегося вниз равноускорено с  $a = 0,50$  м/с<sup>2</sup>, на невесомой пружине жесткостью  $k = 190$  Н/м подвешен груз, покоящийся относительно кабины лифта. Если масса груза  $m = 0,40$  кг, то во время движения длина пружины больше ее длины в недеформированном состоянии на  $\Delta l$  ... мм.

**В3.** Под действием внешней силы, направленной вверх вдоль наклонной плоскости, которая образует угол  $\alpha = 45^\circ$  с горизонтом, движется равномерно брусок массой  $m = 2,0$  кг. Если коэффициент трения скольжения бруска по наклонной плоскости  $\mu = 0,20$ , то при подъеме тела на высоту  $h = 100$  см, внешняя сила совершила работу  $A$ , равную ... Дж.

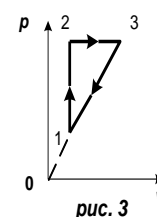
**В4.** На легкой нити длиной  $\ell$  висит шарик, касаясь бруска (рис. 2). Масса бруска в 7 раз больше массы шарика. Шарик отклоняют в сторону так, что нить занимает горизонтальное положение, и отпускают. После неупругого удара о брусок шарик останавливается, а брусок смещается на расстояние  $s$ . Коэффициент трения скольжения между бруском и столом  $\mu = 0,1$ . Отношение длины нити к расстоянию  $\ell/s$ , пройденному бруском, равно ... .



**В5.** Один моль идеального одноатомного газа сначала нагревали при постоянном давлении, а затем переводили в состояние с температурой равной первоначальной  $T_1 = 300$  К при постоянном объеме. Если работа совершенная газом в ходе этих процессов  $A = 12,45$  кДж, то его объем при расширении изменился в ... раз.

**В6.** К источнику постоянного тока с внутренним сопротивлением  $r = 1$  Ом в первом случае подключили резистор с сопротивлением  $R$ , а во втором случае – четыре таких же резистора, соединенных параллельно. Если мощность, выделяемая во внешней цепи, в первом и во втором случаях одна и та же, то сопротивление  $R$  равно...

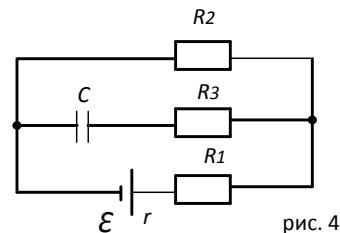
**В7.** На рис.3 показан циклический процесс с одноатомным идеальным газом. При изохорном нагревании давление газа возрастает на 40%, затем газ изобарно расширяется, и далее газ возвращается в исходное состояние с помощью процесса, при котором давление изменяется прямо пропорционально объему. Коэффициент полезного действия  $\eta$  цикла равен ...%.



**В8.** В вершинах равностороннего треугольника со стороной

$a=0,3$  м помещены одинаковые неподвижные точечные заряды  $q_1 = q_2 = q_3 = 30$  нКл. Модуль напряженности  $E$  электростатического поля, создаваемого этими зарядами в середине любой стороны треугольника равен ... кВ/м.

**В9.** В схеме на рис.4 сопротивления  $R_1=4$  Ом,  $R_2=7$  Ом,  $R_3=3$  Ом, ЭДС источника  $\varepsilon=3,6$  В, емкость конденсатора  $C=2$  мкФ. Если заряд конденсатора  $q=4,2$  мкКл, то внутреннее сопротивление  $r$  источника равно...Ом.



**В10.** В однородном магнитном поле находится замкнутая обмотка сопротивлением  $R = 40$  Ом, состоящая из  $N= 1000$  витков квадратной формы, при этом длина стороны витка  $a= 10$  см. Линии магнитной индукции перпендикулярны плоскости витков. Модуль индукции магнитного поля изменяется на  $\Delta B = 2,0 \cdot 10^{-2}$  Тл за промежуток времени  $\Delta t = 0, 10$  с. Количество теплоты  $Q$ , которое выделится в обмотке за этот промежуток времени равно... мДж.

**В11.** На дифракционную решётку, которая содержит  $N= 400$  шт/мм, падает монохроматическое излучение длиной волны  $\lambda = 5 \cdot 10^{-7}$  м. Наибольший порядок дифракционного максимума при нормальном падении излучения на решетку равен ....

**В 12.** В центре незакрепленного заряженного кольца потенциал электрического поля  $\varphi=360$  В. Вдоль прямой, проходящей через центр кольца перпендикулярно его плоскости с очень большого расстояния начинает двигаться с начальной скоростью  $v_0$  маленький шарик массой  $m=0,1$  кг и зарядом  $q=4$  мКл. Если масса кольца  $M=0,4$  кг, а шарик достиг центра кольца, то его начальная скорость  $v_0$  равна ... м/с.

### 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	№ задан ия	ответ	замена ответа	балл
В1				В5				В9			
В2				В6				В10			
В3				В7				В11			
В4				В8				В12			

Сумма баллов по тесту В \_\_\_\_\_

Общий балл \_\_\_\_\_