



Физика

Вариант 4

Инструкция для учащихся

Тест содержит 30 заданий и состоит из части А (18 заданий) и части В (12 заданий). На его выполнение отводится 180 минут. Задания рекомендуется выполнять по порядку. Если задание не удастся выполнить сразу, то перейдите к следующему. После того как выполните все задания, вернитесь к пропущенным.

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:

$$\text{ускорение свободного падения } g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2};$$

$$\text{постоянная Авогадро } N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1};$$

$$\text{универсальная газовая постоянная } R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}};$$

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

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

$$\text{элементарный заряд } e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл};$$

$$\text{масса электрона } m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг};$$

$$\text{масса протона } m_p = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг};$$

$$\text{скорость света в вакууме } c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

$$\text{постоянная Планка } h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с};$$

$$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж};$$

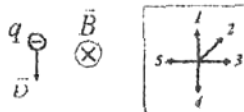
$$\sqrt{2,00} = 1,41;$$

$$\sqrt{3,00} = 1,73;$$

$$\pi = 3,14.$$



A4. Отрицательно заряженная частица движется в однородном магнитном поле (см. рис.). Направление силы Лоренца  $\vec{F}_L$ , действующей на эту частицу, обозначено цифрой

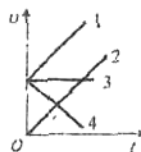


- 1) 1                      2) 2                      3) 3                       4) 4                      5) 5

A5. Кинематический закон движения гармонического осциллятора имеет вид  $x(t) = A \sin(Bt + C)$ . Буквой C обозначена

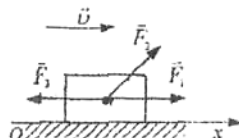
- 1) амплитуда колебаний  
 2) начальная фаза колебаний  
 3) циклическая частота колебаний  
 4) фаза колебаний

A6. Камень брошен вертикально вверх. Зависимость модуля скорости  $v$  камня от времени  $t$  при его подъеме обозначена цифрой



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

A7. К бруску, движущемуся по горизонтальной поверхности вдоль оси Ox, поочередно прикладывают одинаковые по модулю, но разные по направлению силы (см. рис.). Если перемещения бруска во всех случаях одинаковые, то наибольшей будет работа силы



- 1)  $\vec{F}_1$   
 2)  $\vec{F}_2$   
 3)  $\vec{F}_3$   
 4) работа во всех случаях одинаковая

A8. По параллельным прямолинейным участкам соседних железнодорожных путей равномерно движутся два поезда: пассажирский и товарный. Модуль скорости пассажирского поезда  $v_1 = 54,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ , а товарного –  $v_2 = 90,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ . Если товарный поезд, обгоняя пассажирский, проходит мимо машиниста пассажирского поезда в течение промежутка времени  $\Delta t = 60,0 \text{ с}$ , то длина  $l_1$  товарного поезда равна

- 1) 400 м                       2) 600 м                      3) 900 м                      4) 1,5 км                       5) 2,4 км

A9. Материальная точка, двигаясь равноускоренно в положительном направлении оси  $Ox$ , за промежуток времени  $\Delta t = 20$  с прошла путь  $s = 60$  м. Если за этот промежуток времени модуль скорости точки увеличился в два раза, то модуль ее начальной скорости  $u_0$  был равен

- 1)  $1,2 \frac{м}{с}$       ✓2)  $2,0 \frac{м}{с}$       3)  $6,0 \frac{м}{с}$       4)  $10 \frac{м}{с}$       5)  $12 \frac{м}{с}$

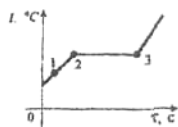
A10. Тело массой  $m = 3,0$  кг движется вдоль оси  $Oy$ . Кинематический закон его движения имеет вид  $y = A - Bt - Ct^2$ , где  $A = 6,0$  м,  $B = 4,0 \frac{м}{с}$ ,  $C = 3,0 \frac{м}{с^2}$ . Проекция на ось  $Oy$  равнодействующей всех сил  $F_{рy}$ , действующих на тело, равна

- 1)  $-42$  Н      2)  $-18$  Н      ✓3)  $-9$  Н      4)  $9$  Н      5)  $18$  Н

A11. Внутренняя энергия идеального одноатомного газа  $U = 10$  Дж. Если температура газа  $t = 47^\circ\text{C}$ , то число  $N$  его молекул равно

- 1)  $1,5 \cdot 10^{20}$       2)  $10 \cdot 10^{20}$       3)  $1,5 \cdot 10^{21}$       ✓4)  $3,0 \cdot 10^{21}$       5)  $10 \cdot 10^{21}$

A12. Чайник с водой поставили на газовую горелку в момент времени  $\tau = 0$  с. Зависимость температуры  $t$  вещества в чайнике от времени  $\tau$  изображена на рисунке. Средние значения кинетических энергий молекулы воды в чайнике в состояниях 1, 2 и 3 связаны соотношением



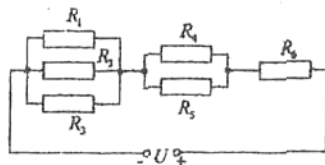
- 1)  $\langle E_{k1} \rangle < \langle E_{k2} \rangle < \langle E_{k3} \rangle$       ✓3)  $\langle E_{k1} \rangle > \langle E_{k2} \rangle = \langle E_{k3} \rangle$       5)  $\langle E_{k1} \rangle > \langle E_{k2} \rangle > \langle E_{k3} \rangle$   
 2)  $\langle E_{k1} \rangle < \langle E_{k2} \rangle = \langle E_{k3} \rangle$       4)  $\langle E_{k1} \rangle = \langle E_{k2} \rangle > \langle E_{k3} \rangle$

A13. В баллоне под давлением  $p_1 = 385$  кПа при температуре  $T_1 = 308$  К находится кислород. В баллон добавили  $\Delta m = 100$  г кислорода, и повысили температуру газа до  $T_2 = 310$  К. Если давление кислорода в баллоне увеличилось на  $\Delta p = 65$  кПа, то первоначальная масса  $m_1$  газа в нем была равна

- 1)  $0,62$  кг      2)  $1,1$  кг      ✓3)  $1,2$  кг      4)  $1,3$  кг      5)  $1,4$  кг

A14. В электрической цепи, схема которой приведена на рисунке, сопротивления резисторов

$R_1 = 60,0$  Ом,  $R_2 = 90,0$  Ом,  $R_3 = 180$  Ом,  
 $R_4 = 540$  Ом,  $R_5 = 60,0$  Ом,  $R_6 = 10,0$  Ом. Если напряжение на клеммах источника  $U = 10,0$  В, то сила тока  $I_3$  в резисторе  $R_3$  равна



- 1)  $18$  мА      ✓2)  $50$  мА      3)  $120$  мА      4)  $180$  мА      5)  $300$  мА

A15. Протон движется в однородном магнитном поле по окружности со скоростью, модуль которой  $v = 800 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ . Если модуль магнитной индукции  $B = 0,34$  Тл, то радиус  $R$  окружности равен

✓1) 0,63 см                      2) 0,80 см                      3) 1,3 см                      4) 1,8 см                      5) 2,5 см

A16. Солнечные лучи падают на горизонтальную поверхность Земли под углом  $\varphi = 22^\circ$  к ней. Если после отражения от плоского зеркала эти лучи идут вертикально вверх, то плоскость зеркала образует с горизонтом угол  $\alpha$ , равный

1)  $34^\circ$                       ✓2)  $46^\circ$                       3)  $56^\circ$                       4)  $64^\circ$                       5)  $68^\circ$

A17. Поверхность вольфрама освещается монохроматическим излучением, длина волны которого  $\lambda = 260$  нм. Если работа выхода электрона из вольфрама  $A_{\text{вых}} = 7,20 \cdot 10^{-19}$  Дж, то максимальная кинетическая энергия  $E_{\text{max}}$  фотоэлектронов равна

1)  $0,4 \cdot 10^{-19}$  Дж                      ✓3)  $1,48 \cdot 10^{-19}$  Дж                      5)  $14,8 \cdot 10^{-19}$  Дж  
 2)  $0,8 \cdot 10^{-19}$  Дж                      4)  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Дж

A18. В ядерной реакции  ${}^{19}_9\text{F} + {}^1_1\text{p} \rightarrow {}^{16}_8\text{O} + ?$  недостающей частицей является

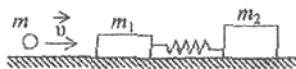
1)  ${}^1_0\text{n}$                       2)  ${}^1_1\text{p}$                       ✓3)  ${}^0_{-1}\text{e}$                       4)  ${}^0_1\text{e}$                       5)  ${}^4_2\text{He}$

## Часть В

В заданиях В1–В12 искомые величины обозначены многоточием, они должны быть вычислены в единицах, указанных в заданиях. Если в результате вычислений получается не целое число, округлите его до целого, пользуясь правилами приближенных вычислений, и в бланк ответов запишите округленное число, при этом каждую цифру и знак минуса (если число отрицательное) необходимо записывать в отдельной клеточке. Наименования величин (градусы, проценты, метры, тонны и т. д.) не пишете.

В1. Свинцовая ( $c = 126 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ ) пуля неупруго сталкивается с неподвижной стальной плитой. В результате столкновения температура пули увеличилась на  $\Delta T = 214 \text{ К}$ . Если при столкновении во внутреннюю энергию плиты и окружающей среды перешло  $\alpha = 40\%$  кинетической энергии пули, то модуль скорости  $v$  пули непосредственно перед столкновением равен ...  $\frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

В2. Два бруска массами  $m_1 = 300 \text{ г}$  и  $m_2 = 600 \text{ г}$ , скрепленные невесомой недеформированной пружиной ( $k = 500 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ ), лежат на гладкой горизонтальной поверхности (см. рис.). Шарик массой  $m = 200 \text{ г}$ , модуль скорости которого  $v = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , движущийся поступательно, испытывает абсолютно упругое столкновение с бруском массой  $m_1$ . Если непосредственно перед столкновением скорость шарика направлена горизонтально, то максимальное значение абсолютного удлинения  $\Delta l$  пружины в процессе дальнейшего движения брусков равно ... см.



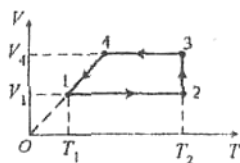
В3. Материальная точка равномерно вращается по окружности радиусом  $R$ . Как изменятся указанные в первом столбце физические величины, если модуль линейной скорости точки уменьшить

Физическая величина	Изменение
А Угловая скорость, $\omega$	1 увеличится
Б Модуль нормального ускорения, $a_n$	2 уменьшится
В Период вращения, $T$	

Ответ запишите в виде сочетания букв и цифр, соблюдая последовательность букв первого столбца, например: А1Б2В1. Каждую букву и цифру ответа пишете в отдельные клеточки.

**В4.** Деревянный ( $\rho_1 = 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ) шар объемом  $V = 0,01 \text{ м}^3$  удерживается под водой ( $\rho_2 = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ ) пружиной ( $k = 400 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ ), нижний конец которой прикреплен ко дну сосуда. Если масса и объем пружины малы по сравнению с массой и объемом шара, то абсолютное удлинение  $\Delta l$  пружины равно ... см.

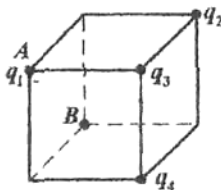
**В5.** С одноатомным идеальным газом, количество вещества которого  $\nu = 2,00$  моль, совершают замкнутый циклический процесс (см. рис.). На участке  $2 \rightarrow 3$  газу сообщили количество теплоты  $Q = 2,34 \text{ кДж}$ , а работа газа за цикл  $A = 680 \text{ Дж}$ . Если в точке 1 температура  $T_1 = 250 \text{ К}$ , то в точке 4 его температура  $T_4$  равна ... К.



**В6.** В помещении, объем которого  $V = 50,0 \text{ м}^3$ , при некоторой температуре относительная влажность воздуха  $\phi = 60 \%$ . Если плотность насыщенного водяного пара при этой температуре  $\rho_0 = 13,6 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$ , то масса  $m$  водяных паров в комнате составляет ... г.

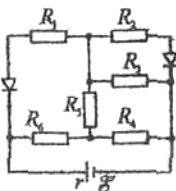
**В7.** Два маленьких одинаковых металлических шарика, заряды которых  $q_1 = -4,0 \text{ нКл}$  и  $q_2 = 10 \text{ нКл}$ , находятся в вакууме на расстоянии  $r_1$  друг от друга. Шарики привели в соприкосновение и раздвинули на расстояние  $r_2 = 5,0 \text{ см}$ . Если в результате модуль силы  $F$  электростатического взаимодействия между шариками увеличился в десять раз, то расстояние  $r_1$  равно ... см.

**В8.** Четыре точечных заряда  $q_1 = 1,0 \text{ нКл}$ ,  $q_2 = 1,0 \text{ нКл}$ ,  $q_3 = 2,0 \text{ нКл}$  и  $q_4 = 3,0 \text{ нКл}$  находятся в вакууме в вершинах куба (см. рис.). Если длина ребра куба  $a = 10 \text{ см}$ , то при перемещении заряда  $q_1$  из точки  $A$  в точку  $B$  электростатические силы совершили работу  $A$ , равную ... нДж.



**В9.** Если заряд конденсатора емкостью  $C = 12 \text{ нФ}$  составляет  $q = 6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ , то напряжение  $U$  на конденсаторе равно ... В.

**В10.** В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, оба диода идеальные, сопротивления резисторов  $R_1 = 10,0$  Ом,  $R_2 = 40,0$  Ом,  $R_3 = 60,0$  Ом,  $R_4 = 40,0$  Ом,  $R_5 = 16,0$  Ом и  $R_6 = 20,0$  Ом. Если ЭДС источника тока  $\mathcal{E} = 4,20$  В, а его внутреннее сопротивление  $r = 2,00$  Ом, то мощность  $P$ , потребляемая резистором  $R_4$ , равна ... мВт.



**В11.** Идеальный колебательный контур радиоприемника состоит из катушки индуктивностью  $L = 5$  мкГн и конденсатора емкостью  $C$ . Если этот контур настроен на радиостанцию, работающую на длине волны  $\lambda = 300$  м, то емкость  $C$  равна ... нФ.

**В12.** Параллельный пучок монохроматического света длиной волны  $\lambda = 500$  нм нормально падает на дифракционную решетку. Если угол дифракции для максимума третьего порядка  $\varphi = 30^\circ$ , то период  $d$  решетки равен ... мкм.