

**Часть 1**

**A1.** Тело падает из состояния покоя на поверхность Марса с высоты 900 м примерно 21 с. С какой скоростью тело коснется поверхности Марса?

- 1) 42,9 м/с    2) 57,1 м/с    3) 85,7 м/с    4) 114,3 м/с

**A2.** Материальная точка движется по окружности радиусом  $R$  с постоянной частотой обращения. Как нужно изменить радиус окружности, чтобы при увеличении частоты обращения вдвое центростремительное ускорение точки осталось неизменным?

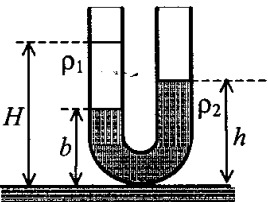
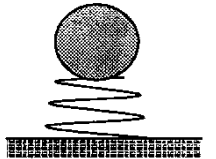
- 1) увеличить в 2 раза    2) уменьшить в 2 раза    3) увеличить в 4 раза    4) уменьшить в 4 раза

**A3.** Система отсчета связана с лифтом. Эту систему можно считать инерциальной в случае, когда лифт движется

- 1) замедленно вниз    2) ускоренно вверх    3) равномерно вверх    4) ускоренно вниз

**A4.** На вертикально стоящую упругую пружину жесткостью  $k$  осторожно кладут шарик массой  $m$ . При этом пружина сжимается на величину

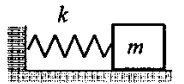
- 1)  $mg/k$     2)  $mgk$     3)  $k/mg$     4)  $g/k$



**A5.** В широкую U-образную трубку с вертикальными прямыми коленами налиты керосин плотностью  $\rho_1$  и вода плотностью  $\rho_2$  (см. рисунок). На рисунке  $b = 10$  см,  $H = 30$  см. Расстояние  $h$  равно

1) 16 см    2) 20 см    3) 24 см    4) 26 см

**A6.** Один конец легкой пружины жесткостью  $k$  закреплен неподвижно, а к другому ее концу прикреплен груз массой  $m$  (см. рисунок). Груз перемещают с постоянной скоростью по горизонтали из положения, в котором пружина сжата на величину  $x_1 = a$ , в положение, в котором пружина растянута на величину  $x_2 = b$ . При этом потенциальная энергия пружины



пружины

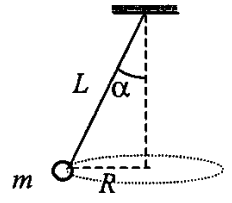
- 1) Изменяется на  $\frac{kb^2}{2} - \frac{ka^2}{2}$     2) увеличивается на  $\frac{k(b+a)^2}{2}$     3) увеличивается на  $\frac{kb^2}{2} + \frac{ka^2}{2}$     4) сохраняется

**A7.** Расстояние от источника звука до его приемника равно 996 м. Звук от источника к приемнику доходит в некоторой среде за 3 с. Какова скорость звука в этой среде?

- 1) 996 м/с    2) 332 м/с    3) 2988 м/с    4) 999 м/с

**A8.** Маленький шарик массой 120 г, подвешенный на легкой нити, равномерно вращается по горизонтальной окружности (см. рисунок). Сила натяжения нити равна 1,5 Н. Ускорение шарика равно

- 1) 0    2) 2,5 м/с<sup>2</sup>    3) 5,0 м/с<sup>2</sup>    4) 7,5 м/с<sup>2</sup>



**A9.** Тележка массой 50 кг движется по гладкой горизонтальной дороге со скоростью 1 м/с. Мальчик массой 50 кг бежит по дороге со скоростью 2 м/с навстречу тележке и запрыгивает в нее на ходу. В каком направлении и с какой скоростью движется после этого тележка с мальчиком?

- 1) 0 м/с    2) 0,5 м/с, в прежнем направлении    3) 0,5 м/с, в обратном направлении    4) 1 м/с, в прежнем направлении

**A10.** Концентрацию молекул разреженного газа увеличили в 2 раза, а его температуру оставили прежней. При этом давление газа

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

**A11.** В одном сосуде находится кислород, в другом — азот. Если эти газы находятся в тепловом равновесии друг с другом, то какая из величин у них является одинаковой?

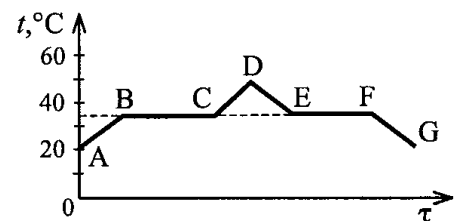
- 1) давление    2) объем    3) температура    4) концентрация молекул

**A12.** Разреженный гелий в закрытом сосуде изохорно охлаждается. При понижении температуры в 4 раза давление газа на стенки сосуда

- 1) не изменится    2) увеличится в 4 раза    3) уменьшится в 4 раза    4) уменьшится в 16 раз

**A13.** Цилиндр заполнен жидким эфиром, который отделен от атмосферы легким подвижным поршнем. Цилиндр нагревают от комнатной температуры. Эфир нагревается, затем кипит, превращается в пар. После того, как весь эфир превратился в пар, нагреватель отключили, и эфир начал остывать. Какой участок графика соответствует конденсации паров эфира?

- 1) EF    2) DE    3) CDE    4) FG

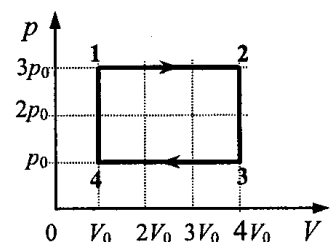


**A14.** Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж, и при этом внешние силы совершили работу 100 Дж. Как изменилась внутренняя энергия газа?

- 1) увеличилась на 400 Дж    2) увеличилась на 200 Дж    3) увеличилась на 300 Дж    4) уменьшилась на 200 Дж

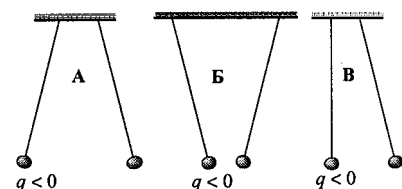
**A15.** За цикл, показанный на рисунке, газ получает от нагревателя количество теплоты  $Q_{\text{нагр}} = 5,1$  кДж. КПД цикла равен  $4/17$ . Масса газа постоянна. На участке 1-2 газ совершает работу

- 1) 1,2 кДж    2) 1,8 кДж    3) 2,6 кДж    4) 3,9 кДж



**A16.** Два одинаковых легких шарика, заряды которых равны по модулю, подвешены на шелковых нитях. Знак заряда одного из шариков указан на рисунке. В каком случае заряд 2-го шарика отрицателен?

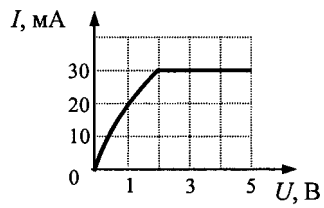
- 1) только А    2) только Б    3) только В    4) АиВ



**A17.** Дана система точечных зарядов. Как изменится напряженность поля в точке А, находящейся на одинаковом расстоянии от зарядов, если убрать заряд  $q_2$ ?



- 1) по модулю и направлению не изменится
- 2) уменьшится в 3 раза, направление не изменится
- 3) по модулю не изменится, направление изменится на противоположное
- 4) уменьшится в 3 раза, направление изменится на противоположное



**A18.** На рисунке показан график зависимости силы тока, проходящего через реостат, от напряжения на нем. Сопротивление реостата при увеличении напряжения

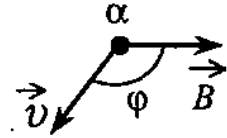
- 1) увеличивалось
- 2) не изменялось
- 3) уменьшалось
- 4) сначала увеличивалось, затем уменьшалось

**A19.** На резисторе сопротивлением  $R = 150$  Ом выделяется мощность  $P = 6$  Вт. Чему равно падение напряжения на резисторе?

- 1) 0,2 В
- 2) 30 В
- 3) 90 В
- 4) 900 В

**A20.** Вектор  $\vec{B}$  индукции магнитного поля и вектор  $\vec{v}$  скорости  $\alpha$ -частицы лежат в плоскости чертежа и образуют угол  $\varphi = 135^\circ$  (см. рисунок). Сила Лоренца, действующая на  $\alpha$ -частицу, направлена

- 1) перпендикулярно вектору  $\vec{v}$  и лежит в плоскости чертежа
- 2) перпендикулярно вектору  $\vec{B}$  и лежит в плоскости чертежа
- 3) перпендикулярно плоскости чертежа, вверх  $\odot$
- 4) перпендикулярно плоскости чертежа, вниз  $\otimes$



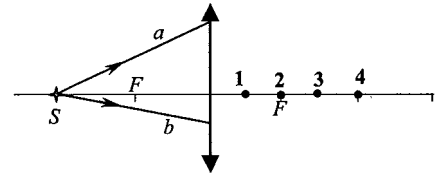
**A21.** Плоская электромагнитная волна распространяется вдоль оси  $Oy$  в положительном направлении. Чему равна разность фаз колебаний напряженности электрического поля в начале координат и в точке  $M$  с координатами

$x = 1$  м,  $y = 2$  м,  $z = 3$  м, если длина волны равна 4 м?

- 1)  $\pi$
- 2)  $\pi/2$
- 3)  $3\pi/2$
- 4)  $2\pi$

**A22.** От точечного источника света  $S$ , находящегося на главной оптической оси собирающей тонкой линзы на расстоянии  $2F$  от нее, распространяются два луча  $a$  и  $b$ , как показано на рисунке. После преломления линзой эти лучи пересекутся в точке

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



**A23.** Протон и  $\alpha$ -частица движутся в однородном магнитном поле  $\vec{B}$  по

окружностям одинакового радиуса. Чему равно отношение  $P_p/P_\alpha$  модулей импульсов этих частиц?

- 1)  $1/2$
- 2) 2
- 3)  $1/4$
- 4) 4

**A24.** В процессе колебаний в контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, амплитуда силы тока  $I_m = 10$  мкА, максимальное значение заряда конденсатора  $q_m = 3 \cdot 10^{-8}$  Кл. В момент, когда величина силы тока в контуре равна  $I = 8$  мкА, заряд конденсатора равен

- 1)  $1,2 \cdot 10^{-8}$  Кл
- 2)  $1,8 \cdot 10^{-8}$  Кл
- 3)  $2,4 \cdot 10^{-8}$  Кл
- 4)  $3,0 \cdot 10^{-8}$  Кл

**A25.** Протон и  $\alpha$ -частица движутся с такими скоростями, что их длины волн де Бройля оказываются равными. Определите отношение кинетической энергии протона к кинетической энергии  $\alpha$ -частицы.

- 1)  $1/4$
- 2)  $1/2$
- 3) 2
- 4) 4

**A26.** На металлическую пластинку падает свет, длина волны которого  $\lambda = 400$  нм. Красная граница фотоэффекта для металла этой пластинки  $\lambda_{кр} = 600$  нм. Во сколько раз энергия падающего фотона превосходит максимальную кинетическую энергию фотоэлектрона, выбитого из пластинки?

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

**A27.** Связанная система элементарных частиц состоит из 9 электронов, 13 нейтронов и 8 протонов. Эта система является

- 1) нейтральным атомом хлора  ${}_{17}^{30}\text{Cl}$
- 2) ионом фтора  ${}_{9}^{22}\text{F}$
- 3) нейтральным атомом кислорода  ${}_{8}^{13}\text{O}$
- 4) ионом кислорода  ${}_{8}^{21}\text{O}$

**A28.**  $\beta$ -излучение вызвано тем, что в атомных ядрах

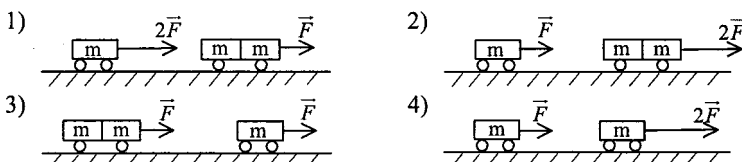
- 1) электрон и протон соединяются, образуя нейтрон
- 2) содержатся электроны, которые могут вылететь из ядра
- 3) нейтрон распадается на протон, электрон и антинейтрино
- 4) протон распадается на нейтрон и электрон

**A29.** В результате реакции ядра элемента  ${}^Y_Z\text{X}$  с ядром бериллия образуется ядро бора и нейтрон:  ${}^Y_Z\text{X} + {}^9_4\text{Be} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n}$

Неизвестный элемент — это

- 1)  ${}^1_1\text{H}$
- 2)  ${}^2_1\text{H}$
- 3)  ${}^4_2\text{He}$
- 4)  ${}^6_3\text{Li}$

**A30.** Тележки могут двигаться по горизонтальной плоскости практически без трения. Чтобы экспериментально обнаружить зависимость ускорения поступательно движущегося тела от его массы, нужно сравнить ускорения тележек, показанных на рисунке



## Часть 2

**В1.** На поверхности морской воды плотностью  $\rho_1 = 1080 \text{ кг/м}^3$  плавает деревянный брусок. Как изменятся указанные ниже физические величины, если этот брусок будет плавать на поверхности пресной воды плотностью  $\rho_2 = 1000 \text{ кг/м}^3$ ? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) глубина погружения  
 Б) масса вытесненной воды  
 В) сила Архимеда

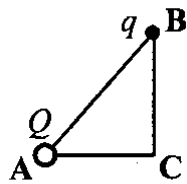
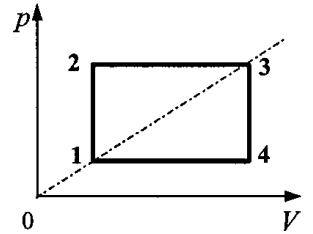
### ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- 1) не изменится  
 2) увеличится  
 3) уменьшится

А	Б	В

Получившуюся последовательность цифр перенесите в бланк ответов (без пробелов и каких-либо символов).

**В2.** В цикле, состоящем из двух изохор и двух изобар (см. рисунок), температура идеального газа равна  $300 \text{ К}$  в точке 1 и  $675 \text{ К}$  в точке 3. Диагональ цикла 1-3 лежит на прямой, проходящей через начало координат. Найти температуру газа в точке 4.

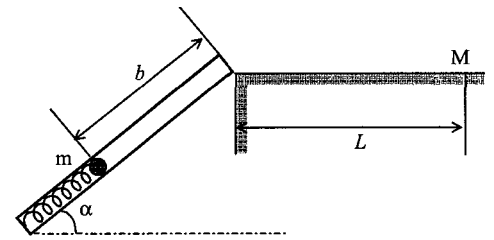


**В3.** В треугольнике ABC угол C — прямой,  $AC = 0,6 \text{ м}$ ,  $BC = 0,8 \text{ м}$ . В вершине A находится точечный заряд  $Q$ . Он действует с силой  $9,0 \cdot 10^{-9} \text{ Н}$  на точечный заряд  $q$ , помещенный в вершину B. С какой силой будут взаимодействовать эти заряды, если заряд  $q$  перенести в вершину C? Ответ выразите в наноニュтонах ( $10^{-9} \text{ Н}$ ) и округлите до целых.

**В4.** Предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Расстояние между предметом и его действительным изображением равно  $45 \text{ см}$ . Увеличение (отношение высоты изображения предмета к высоте самого предмета)  $k = 2$ . Найдите фокусное расстояние линзы. Ответ выразите в сантиметрах и округлите до целых.

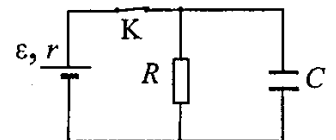
## Часть 3

**С1.** Пружинное ружье наклонено под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. Энергия сжатой пружины равна  $0,41 \text{ Дж}$ . При выстреле шарик массой  $m$  проходит по стволу ружья расстояние  $b = 0,5 \text{ м}$ , вылетает и падает на расстоянии  $L = 1 \text{ м}$  от дула ружья в точку M, находящуюся с ним на одной высоте (см. рисунок). Найдите массу шарика. Трением в стволе и сопротивлением воздуха пренебречь.

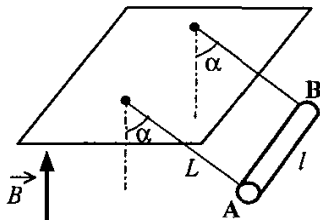


**С2.** Шар наполнен гелием при атмосферном давлении  $10^5 \text{ Па}$ . Определите массу одного квадратного метра его оболочки, если шар поднимает сам себя при радиусе  $2,7 \text{ м}$ . Температура гелия и окружающего воздуха одинаковы и равны  $0^\circ \text{ С}$ .

**С3.** В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ  $K$  замкнут. ЭДС батарейки  $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$ , емкость конденсатора  $C = 0,2 \text{ мкФ}$ . После размыкания ключа  $K$  в результате разряда конденсатора на резисторе выделяется количество теплоты  $Q = 10 \text{ мкДж}$ . Найдите отношение внутреннего сопротивления батарейки к сопротивлению резистора  $r/R$ .



**С4.** Медный стержень AB длиной  $l = 0,4 \text{ м}$  качается на одинаковых тонких шелковых нитях длиной  $L = 0,9 \text{ м}$  в вертикальном магнитном поле индукцией  $B$  (см. рисунок). При этом стержень движется поступательно; а его скорость все время перпендикулярна AB. Максимальный угол отклонения нитей от вертикали  $\alpha = 60^\circ$ . Максимальная ЭДС индукции на концах стержня в процессе движения  $\mathcal{E} = 0,12 \text{ В}$ . Найдите величину индукции магнитного поля  $B$ .



**С5.** В ускорителе на встречных пучках сталкиваются и аннигилируют электрон  $e^-$  и позитрон  $e^+$ . Энергия каждой частицы  $E = 100 \text{ МэВ}$ , суммарный импульс частиц равен нулю. В результате аннигиляции образуются два  $\gamma$ -кванта. Чему равна длина волны  $\lambda$  каждого  $\gamma$ -кванта?