

**Часть 1**

**A1.** Тело падает из состояния покоя на поверхность Марса с высоты 400 м примерно 14 с. С какой скоростью тело коснется поверхности Марса?

- 1) 14,3 м/с    2) 28,6 м/с    3) 42,9 м/с    4) 57,1 м/с

**A2.** Точка движется по окружности радиусом  $R$  со скоростью  $v$ . Если скорость уменьшить в 2 раза, а радиус окружности в 2 раза увеличить, то центростремительное ускорение точки

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

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

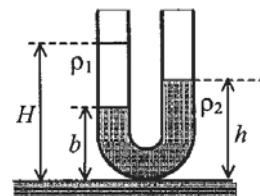
- 1) замедленно вниз    2) ускоренно вверх    3) равномерно вверх    4) ускоренно вниз

**A4.** Легкая пружина жесткостью 1 Н/м одним концом подвешена к потолку. Под действием силы 100 Н, приложенной к другому концу пружины, она растянется на

- 1) 1 м    2) 10 см    3) 1 см    4) 1 мм

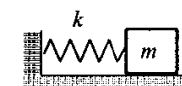
**A5.** В широкую U-образную трубку с вертикальными прямыми коленами налиты керосин плотностью  $\rho_1$  и вода плотностью  $\rho_2$  (см. рисунок). На рисунке  $b = 15$  см,  $H = 35$  см. Расстояние  $h$  равно:

- 1) 16 см    2) 25 см    3) 28 см    4) 31 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 кинетическая энергия груза:

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

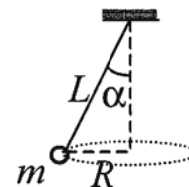


**A7.** Какова длина звуковой волны в воде, если частота колебаний равна 50 Гц, а скорость звука в воде равна 1450 м/с?

- 1) 29 м    2) 50 м    3) 72500 м    4) 1450 м

**A8.** Маленький шарик массой 120 г, подвешенный на легкой нити, равномерно вращается по горизонтальной окружности (см. рисунок). Сила натяжения нити равна 1,5 Н. Нить образует с вертикалью угол, равный

- 1)  $\arccos(4/5)$     2)  $45^\circ$     3)  $\arccos(3/5)$     4)  $60^\circ$



**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, догоняет тележку и запрыгивает в нее на ходу. Чему равна после этого скорость тележки с мальчиком?

- 1) 0,5 м/с    2) 1,5 м/с    3) 2 м/с    4) 3 м/с

**A10.** Разреженный газ имеет температуру  $T = 10^3$  К. Концентрация его частиц  $2 \cdot 10^{24}$  м<sup>-3</sup>. Давление газа равно

- 1)  $0,69 \cdot 10^5$  Па    2)  $1,38 \cdot 10^5$  Па    3)  $2,76 \cdot 10^4$  Па    4)  $1,38 \cdot 10^4$  Па

**A11.** Воздух в комнате состоит из смеси газов: водорода, кислорода, азота, водяных паров, углекислого газа и др. При тепловом равновесии у всех этих газов одинаковое (-ая)

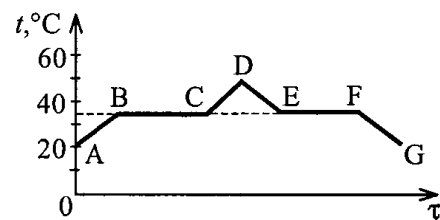
- 1) давление    2) температура    3) концентрация молекул    4) плотность

**A12.** Разреженный неон изобарно расширяется. Масса газа постоянна. Объем газа при повышении его абсолютной температуры в 3 раза

- 1) увеличится в 1,5 раза    2) увеличится в 3 раза    3) увеличится в 6 раз    4) увеличится в 9 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 кипению эфира?

- 1) CDE    2) AB    3) BC    4) CD

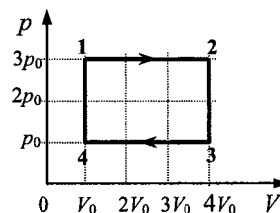


**A14.** Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж, и при этом внешние силы совершили работу 100 Дж. Как изменилась внутренняя энергия газа?

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

**A15.** В цикле, показанном на рисунке, газ на участке 1-2 совершает работу  $A_{12} = 1,8$  кДж. Масса газа постоянна. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты  $Q_{нар} = 5,1$  кДж. КПД цикла равен

- 1) 4/17    2) 6/17    3) 2/3    4) 11/12



**A16.** Два одинаковых легких шарика подвешены на шелковых нитях. Шарик зарядили одинаковыми отрицательными зарядами. На каком из рисунков изображены эти шарик?

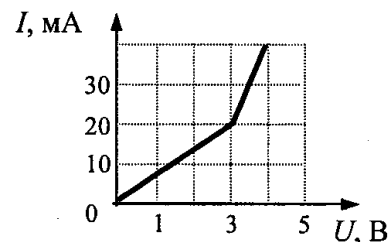
- 1)    2)    3)    4)

A17. Дана система точечных зарядов. Как изменится напряженность поля в точке  $A$ , находящейся на одинаковом расстоянии от зарядов, если убрать заряд  $q_1$ ?



- 1) увеличится в 2 раза, направление не изменится
- 2) уменьшится в 1,5 раза, направление не изменится
- 3) увеличится в 2 раза, направление изменится на противоположное
- 4) уменьшится в 1,5 раза, направление изменится на противоположное

A18. На рисунке показан график зависимости силы тока в реостате от напряжения на нем. Сопротивление реостата при увеличении напряжения



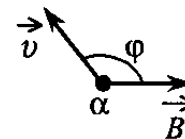
- 1) не изменялось
- 2) увеличивалось
- 3) уменьшалось
- 4) сначала не изменялось, затем уменьшалось

A19. На резисторе сопротивлением  $R = 150$  Ом выделяется мощность  $P = 6$  Вт.

Чему равна сила тока через резистор?

- 1) 40 мА
- 2) 90 мА
- 3) 200 мА
- 4) 240 мА

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

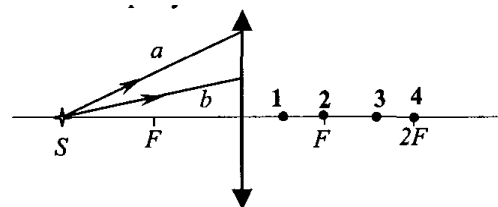


- 1) перпендикулярно вектору  $\vec{v}$  и лежит в плоскости чертежа
- 2) перпендикулярно вектору  $\vec{B}$  и лежит в плоскости чертежа
- 3) перпендикулярно плоскости чертежа, вверх  $\odot$
- 4) перпендикулярно плоскости чертежа, вниз  $\otimes$

A21. Плоская электромагнитная волна распространяется вдоль оси  $Ox$  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)  $\pi/2$
- 2)  $\pi$
- 3)  $3\pi/2$
- 4)  $2\pi$

A22. От точечного источника света  $S$ , находящегося на главной оптической оси тонкой собирающей 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 с одинаковыми по модулю импульсами в однородном магнитном поле перпендикулярно

вектору магнитной индукции  $\vec{B}$ . Чему равно отношение радиусов окружностей  $\frac{R_p}{R_\alpha}$ , по которым движутся эти частицы?

- 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  $q_m = 3,0 \cdot 10^{-8}$  Кл. В момент, когда заряд конденсатора  $q = 1,8 \cdot 10^{-8}$  Кл, величина силы тока в контуре равна

- 1) 4 мкА
- 2) 6 мкА
- 3) 10 мкА
- 4) 8 мкА

A25. Два протона А и В движутся со скоростями, малыми по сравнению со скоростью света в вакууме. При этом кинетическая энергия протона А в 9 раз превышает кинетическую энергию протона В. Определите отношение длины волны де Бройля протона А к соответствующей характеристике протона В.

- 1)  $1/9$
- 2)  $1/3$
- 3) 3
- 4) 9

A26. На металлическую пластинку падает свет, длина волны которого  $\lambda = 400$  нм. Красная граница фотоэффекта для металла пластинки  $\lambda_{кр} = 600$  нм. Чему равно отношение максимальной кинетической энергии фотоэлектронов к работе выхода для этого металла?

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

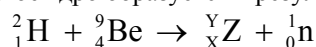
A27. Связанная система элементарных частиц содержит 49 электронов, 60 нейтронов и 50 протонов. Это ион

- 1) индия  $^{109}_{49}\text{In}$
- 2) индия  $^{110}_{49}\text{In}$
- 3) олова  $^{109}_{50}\text{Sn}$
- 4) олова  $^{110}_{50}\text{Sn}$

A28.  $\beta$ -излучение представляет собой поток

- 1) ядер гелия
- 2) электронов
- 3) протонов
- 4) нейтронов

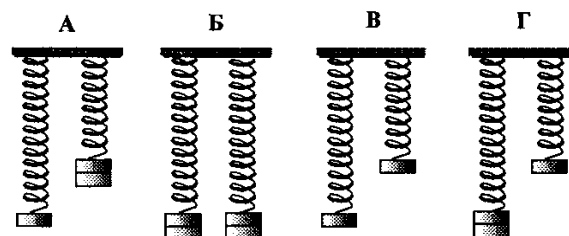
A29. Какое ядро образуется в результате реакции синтеза



- 1)  $^{10}_5\text{B}$
- 2)  $^{11}_5\text{B}$
- 3)  $^{10}_6\text{C}$
- 4)  $^{11}_6\text{C}$

A30. Необходимо экспериментально обнаружить зависимость периода колебаний пружинного маятника от жесткости пружины. Какую пару маятников можно использовать для этой цели?

- 1) А, В или Г
- 2) только Б
- 3) только В
- 4) только Г



## Часть 2

**В1.** На поверхности пресной воды плотностью  $\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$  плавает деревянный брусок. Как изменятся указанные ниже физические величины, если этот брусок будет плавать на поверхности морской воды плотностью  $\rho_2 = 1080 \text{ кг/м}^3$ ? 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

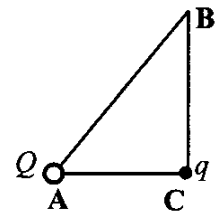
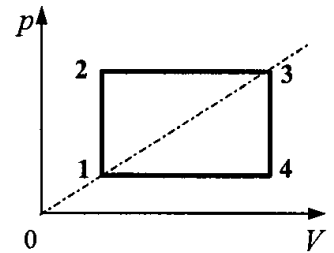
ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- 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 К в точке 1 и 675 К в точке 3. Диагональ цикла 1—3 лежит на прямой, проходящей через начало координат. Найдите температуру газа в точке 2.

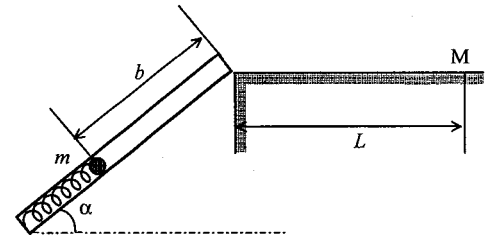


**В3.** В треугольнике ABC угол C — прямой,  $AC = 0,6 \text{ м}$ ,  $BC = 0,8 \text{ м}$ . В вершине A находится точечный заряд  $Q$ . Он действует с силой  $2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Н}$  на точечный заряд  $q$ , помещенный в вершину C. С какой силой будут взаимодействовать эти заряды, если заряд  $q$  перенести в вершину B? Ответ выразите в наноньютонах ( $10^{-9} \text{ Н}$ ) и округлите до целых.

**В4.** Предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы  $D = 5 \text{ дптр}$ . Изображение предмета действительное, увеличение (отношение высоты изображения предмета к высоте самого предмета)  $k = 2$ . Найдите расстояние между предметом и его изображением. Ответ выразите в сантиметрах и округлите до целых.

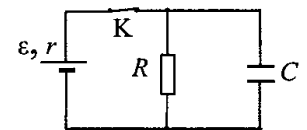
## Часть 3

**С1.** Пружинное ружье наклонено под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. Энергия сжатой пружины 0,41 Дж. При выстреле шарик массой  $m = 50 \text{ г}$  проходит по стволу ружья расстояние  $b = 0,5 \text{ м}$ , вылетает и падает на расстоянии  $L$  от дула ружья в точку M, находящуюся с ним на одной высоте (см. рисунок). Найдите расстояние  $L$ . Трением в стволе и сопротивлением воздуха пренебречь.

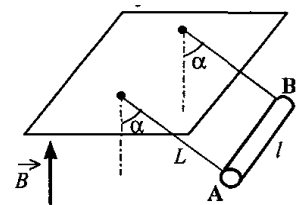


**С2.** Сферическая оболочка воздушного шара сделана из материала, квадратный метр которого имеет массу 1 кг. Шар наполнен гелием при атмосферном давлении  $10^5 \text{ Па}$ . При каком минимальном радиусе шар поднимает сам себя? Температура гелия и окружающего воздуха одинаковы и равны  $0^\circ\text{C}$ .

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



**С4.** Медный стержень АВ длиной  $l = 0,4 \text{ м}$  качается на одинаковых тонких шелковых нитях длиной  $b = 0,9 \text{ м}$  в вертикальном магнитном поле с индукцией  $B = 0,1 \text{ Тл}$  (см. рисунок). При этом стержень движется поступательно, а его скорость всегда перпендикулярна АВ. Найдите максимальную ЭДС индукции на концах стержня в процессе движения, если максимальный угол отклонения нитей от вертикали  $\alpha = 60^\circ$ .



**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 величина импульса каждого  $\gamma$ -кванта?