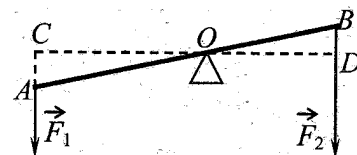


## Часть 1

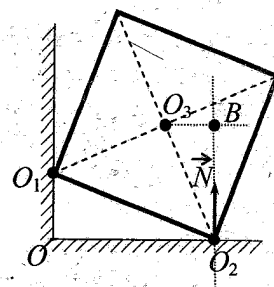
**A1** На рисунке изображен рычаг. Длина какого отрезка является плечом силы  $\vec{F}_2$ ?

- 1)  $OB$                       3)  $OD$   
2)  $BD$                       4)  $AB$



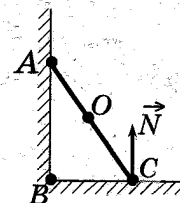
**A2** Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы упругости  $\vec{N}$  относительно оси, проходящей через точку  $O_3$  перпендикулярно плоскости рисунка, равно

- 1) 0  
2)  $O_2O_3$   
3)  $O_2B$   
4)  $O_3B$



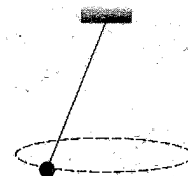
**A3** На рисунке схематически изображена лестница  $AC$ , прислоненная к стене. Каков момент силы реакции опоры  $\vec{N}$ , действующей на лестницу, относительно точки  $C$ ?

- 1)  $N \cdot OC$                       3)  $N \cdot AC$   
2) 0                                  4)  $N \cdot BC$



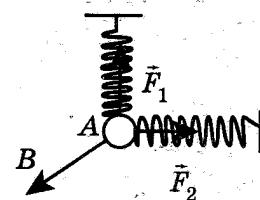
**A4** Грузик массой 0,1 кг привязан к нити длиной 1 м и вращается в горизонтальной плоскости по окружности радиусом 0,2 м. Момент силы тяжести грузика относительно точки подвеса равен

- 1) 0,2 Н·м                      3) 0,8 Н·м  
2) 0,4 Н·м                      4) 1,0 Н·м



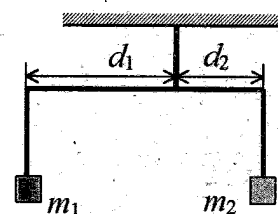
**A5** Тело  $A$  (см. рисунок) под действием трех сил находится в равновесии. Чему равен модуль силы упругости нити  $AB$ , если силы  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$  ( $F_1 = 3$  Н,  $F_2 = 4$  Н) со стороны пружин перпендикулярны друг другу?

- 1) 3 Н                              3) 5 Н  
2) 4 Н                              4) 7 Н

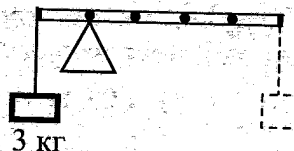


**A6** Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить массу первого тела, чтобы после увеличения плеча  $d_1$  в 3 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)

- 1) увеличить в 3 раза                      3) уменьшить в 3 раза  
2) увеличить в 6 раз                      4) уменьшить в 6 раз

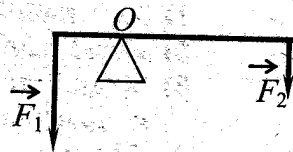


**A7** К левому концу невесомого стержня прикреплен груз массой 3 кг (см. рисунок). Стержень расположили на опоре, отстоящей на 0,2 его длины от точки подвеса груза. Груз какой массы надо подвесить к правому концу стержня, чтобы стержень находился в равновесии?



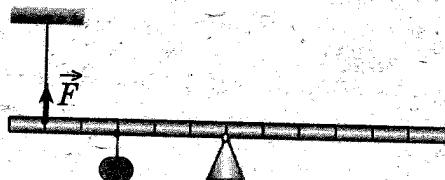
- 1) 0,6 кг      2) 0,75 кг      3) 6 кг      4) 7,5 кг

**A8** На рычаг, находящийся в равновесии, действуют силы  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$  (см. рисунок). Модули сил:  $F_1 = 10$  Н,  $F_2 = 4$  Н. С какой силой рычаг давит на опору? Массой рычага пренебречь.



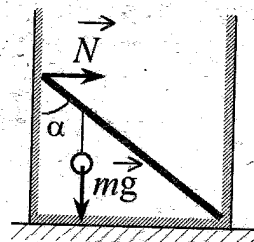
- 1) 14 Н      2) 10 Н      3) 6 Н      4) 4 Н

**A9** С помощью нити ученик зафиксировал невесомый рычаг (см. рисунок). Масса подвешенного к рычагу груза равна 0,1 кг. Модуль силы натяжения нити  $F$  равен



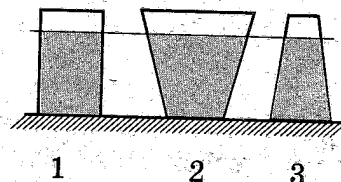
- 1)  $\frac{1}{5}$  Н      2)  $\frac{2}{5}$  Н      3)  $\frac{3}{5}$  Н      4)  $\frac{4}{5}$  Н

**A10** Невесомый стержень длиной 1 м, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол  $\alpha = 45^\circ$  с вертикалью (см. рисунок). К стержню на расстоянии 25 см от его левого конца подвешен на нити шар массой 2 кг (см. рисунок). Каков модуль силы  $\vec{N}$ , действующей на стержень со стороны левой стенки ящика?



- 1)  $20\sqrt{2}$  Н      3) 5 Н  
2) 20 Н      4) 15 Н

**A11** На рисунке изображены три сосуда с водой. В первом сосуде находится вода, во втором — керосин, в третьем — спирт ( $\rho = 0,8$  г/см<sup>3</sup>). Сравните давления  $p_1$ ,  $p_2$  и  $p_3$  жидкостей на дно сосудов.



- 1)  $p_1 = p_2 = p_3$       3)  $p_2 = p_3 > p_1$   
2)  $p_2 > p_1 > p_3$       4)  $p_1 > p_2 = p_3$

**A12** Чему примерно равно давление воды на глубине 2 м?

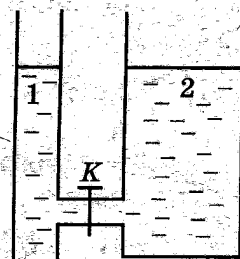
- 1) 200 Па      2) 2000 Па      3) 5000 Па      4) 20 000 Па

**A13** На какую максимальную высоту может поднимать воду насос, если создаваемый им перепад давления равен 200 кПа?

- 1) 0,02 м                      2) 20 м                      3)  $2 \cdot 10^5$  м                      4) 200 м

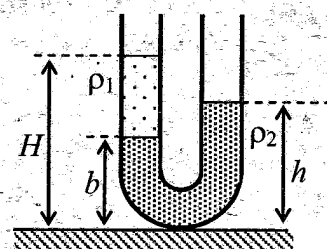
**A14** В открытых сосудах 1 и 2 находятся соответственно вода и подсолнечное масло. Если открыть кран К, то

- 1) вода начнет перетекать из сосуда 1 в сосуд 2  
 2) масло начнет перетекать из сосуда 2 в сосуд 1  
 3) жидкости останутся в равновесии  
 4) направление движения жидкостей будет зависеть от атмосферного давления



**A15** В широкую U-образную трубку, расположенную вертикально, налиты жидкости плотностью  $\rho_1$  и  $\rho_2$  (см. рисунок). На рисунке  $b = 5$  см,  $h = 19$  см,  $H = 25$  см. Отношение плотностей  $\frac{\rho_1}{\rho_2}$  равно

- 1) 0,70                      3) 0,95  
 2) 0,76                      4) 1,43



**A16** Бутылку с подсолнечным маслом, закрытую пробкой, перевернули. Определите среднюю силу, с которой действует масло на пробку площадью  $6 \text{ см}^2$ , если расстояние от уровня масла в сосуде до пробки равно 20 см.

- 1) 1,1 Н                      3)  $10 \cdot 800$  Н  
 2) 1800 Н                      4)  $3 \cdot 10^6$  Н

**A17** Шесть одинаковых брусков толщиной  $h$  каждый, связанные в стопку, плавают в воде так, что уровень воды приходится на границу между двумя средними брусками. Если из стопки убрать два бруска, то глубина ее погружения уменьшится на

- 1)  $h$                       2)  $\frac{1}{2}h$                       3)  $\frac{1}{3}h$                       4)  $\frac{1}{4}h$



**A18** В сосуде находятся три жидкости, не смешивающиеся между собой. Кусочек льда, брошенный в сосуд, будет плавать на уровне

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



**A19** Во время опыта по исследованию выталкивающей силы, действующей на полностью погруженное в воду тело, ученик в 3 раза уменьшил глубину его положения под водой. При этом выталкивающая сила

- 1) не изменилась
- 2) увеличилась в 3 раза
- 3) уменьшилась в 3 раза
- 4) увеличилась в 9 раз

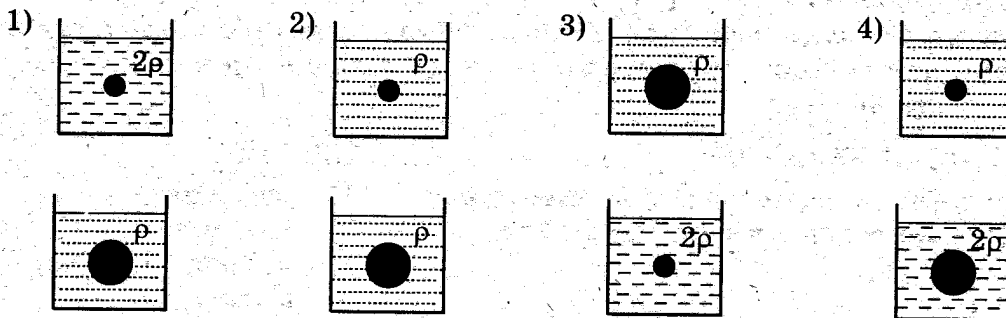
**A20** Пластиковый пакет с водой объемом 1 л полностью погрузили в воду. На него действует выталкивающая сила, равная

- 1) 0
- 2) 1 Н
- 3) 9 Н
- 4) 10 Н

**A21** Аэростат объемом  $1000 \text{ м}^3$  заполнен гелием. Плотность гелия —  $0,18 \text{ кг/м}^3$ . Плотность воздуха  $1,29 \text{ кг/м}^3$ . На аэростат действует выталкивающая сила

- 1) 1,29 кН
- 2) 12,9 кН
- 3) 11,1 кН
- 4) 1,8 кН

**A22** Ученик изучает закон Архимеда, изменяя в опытах объем погруженного в жидкость тела и плотность жидкости. Какую пару опытов он должен выбрать, чтобы обнаружить зависимость архимедовой силы от объема погруженного тела? (На рисунках указана плотность жидкости.)



**A23** С некоторой высоты в глубокий сосуд с водой упал пластмассовый шарик. Результаты измерений глубины  $h$  погружения шарика в воду в последовательные моменты времени приведены в таблице.

|                 |   |   |    |    |    |    |
|-----------------|---|---|----|----|----|----|
| $t, \text{ с}$  | 0 | 1 | 2  | 3  | 4  | 5  |
| $h, \text{ см}$ | 0 | 8 | 14 | 18 | 15 | 11 |

На основании этих данных можно утверждать, что

- 1) шарик плавно опускается ко дну в течение всего времени наблюдения
- 2) скорость шарика первые три секунды возрастает, а затем уменьшается
- 3) скорость шарика в течение всего времени наблюдения постоянно уменьшается
- 4) шарик погружается не менее чем на 18 см, а затем всплывает

## Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В2) является последовательность цифр.

В1

Корабль вышел из устья реки в море. Как при этом изменились следующие величины: объем погруженной в воду части корабля, сила тяжести и архимедова сила, действующие на корабль?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Объем погруженной в воду части корабля | Сила тяжести | Архимедова сила |
|--|--------------|-----------------|
|  |              |                 |

В2

Установите соответствие между физическими величинами и приборами, при помощи которых их можно измерить. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) Атмосферное давление у подножия горы  
 Б) Давление воздуха в шине автомобиля

ПРИБОР

- 1) психрометр
- 2) барометр
- 3) гигрометр
- 4) манометр

| А | Б |
|---|---|
|   |   |

Полное правильное решение задачи С1 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

С1

Определите массу груза, который нужно сбросить с аэростата массой 1100 кг, движущегося равномерно вниз, чтобы аэростат стал двигаться с такой же по модулю скоростью вверх. Архимедова сила, действующая на аэростат, равна  $10^4$  Н. Силу сопротивления воздуха при подъеме и спуске считайте одинаковой.

## Часть 1

A1

Скорость тела, совершающего гармонические колебания, меняется с течением времени по закону  $v(t) = 3 \cdot 10^{-2} \sin 2\pi t$ , где все величины выражены в СИ. Амплитуда колебаний скорости равна

- 1)  $3 \cdot 10^{-2}$  м/с      2)  $6 \cdot 10^{-2}$  м/с      3) 2 м/с      4)  $2\pi$  м/с

A2

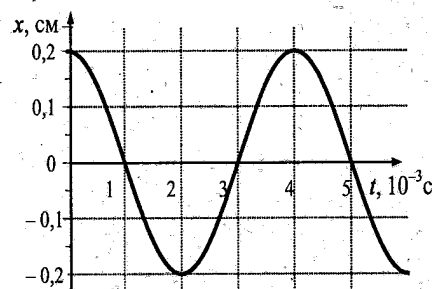
Какая из величин ( $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  или  $x_4$ ) совершает гармонические колебания?

- 1)  $x_1(t) = 0,01 \sin(3\sqrt{t})$       3)  $x_3(t) = 10^{-2} \sin\left(2t + \frac{\pi}{3}\right)$   
 2)  $x_2(t) = 0,1 \sin(2t^2)$       4)  $x_4(t) = 0,05t \sin\left(2t + \frac{\pi}{3}\right)$

A3

На рисунке показан график колебаний одной из точек струны. Согласно графику период этих колебаний равен

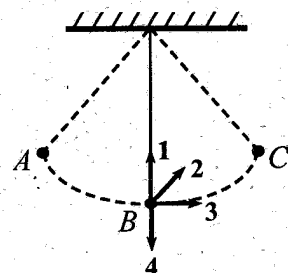
- 1)  $1 \cdot 10^{-3}$  с  
 2)  $2 \cdot 10^{-3}$  с  
 3)  $3 \cdot 10^{-3}$  с  
 4)  $4 \cdot 10^{-3}$  с



A4

Грузик, подвешенный на нити, совершает свободные колебания между точками A и C (см. рисунок). По какой из стрелок (1, 2, 3 или 4) направлен вектор ускорения грузика в точке B?

- 1) 1      3) 3  
 2) 2      4) 4



A5

Как изменится период малых колебаний математического маятника, если его длину увеличить в 4 раза?

- 1) увеличится в 4 раза      3) уменьшится в 4 раза  
 2) увеличится в 2 раза      4) уменьшится в 2 раза

A6

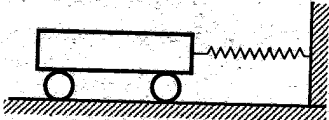
При свободных колебаниях за одно и то же время первый математический маятник совершает одно колебание, а второй — три. Нить первого маятника в

- 1) 9 раз длиннее      3)  $\sqrt{3}$  раз длиннее  
 2) 3 раза длиннее      4)  $\sqrt{3}$  раз короче

A7

Маятниковые часы отстают. Чтобы часы шли точно, необходимо изменить период колебаний маятника. Для этого надо

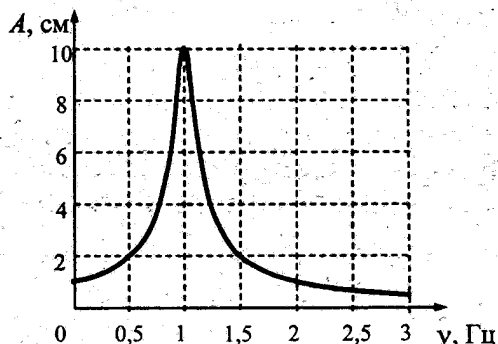
- 1) увеличить массу маятника      3) увеличить длину маятника  
 2) уменьшить массу маятника      4) уменьшить длину маятника

- A8** Массивный шарик, подвешенный на легкой пружине, совершает гармонические колебания вдоль вертикальной прямой. Чтобы увеличить период колебаний в 2 раза, достаточно жесткость пружины
- 1) увеличить в 2 раза                      3) увеличить в 4 раза  
2) уменьшить в 2 раза                      4) уменьшить в 4 раза
- A9** Груз массой 0,16 кг, подвешенный на легкой пружине, совершает свободные гармонические колебания. Какой массы груз надо подвесить к той же пружине, чтобы частота колебаний увеличилась в 2 раза?
- 1) 0,04 кг              2) 0,08 кг              3) 0,32 кг              4) 0,64 кг
- A10** Математический маятник совершает незатухающие колебания с периодом 4 с. В момент времени  $t = 0$  отклонение груза маятника от положения равновесия максимально. Сколько раз кинетическая энергия маятника достигнет своего максимального значения к моменту времени 2 с?
- 1) 1                      2) 2                      3) 8                      4) 4
- A11** Полная механическая энергия пружинного маятника увеличилась в 2 раза. Во сколько раз изменилась амплитуда колебаний?
- 1) уменьшилась в  $\sqrt{2}$  раза              3) увеличилась в 2 раза  
2) увеличилась в  $\sqrt{2}$  раза              4) уменьшилась в 2 раза
- A12** Скорость колеблющейся тележки массой 1 кг изменяется со временем в соответствии с формулой  $v_x(t) = 4\cos 10t$  (все величины выражены в СИ). Какая формула описывает изменение кинетической энергии тележки?
- 1)  $4\sin 10t$               3)  $20\cos^2 10t$   
2)  $8\cos^2 10t$               4)  $80\sin^2 10t$
- 
- A13** Если на некоторой планете период свободных колебаний секундного земного математического маятника окажется равным 2 с, то ускорение свободного падения на этой планете равно
- 1)  $2,5 \text{ м/с}^2$               2)  $5 \text{ м/с}^2$               3)  $20 \text{ м/с}^2$               4)  $40 \text{ м/с}^2$
- A14** Подвешенный на нити грузик совершает гармонические колебания. В таблице представлены координаты грузика через одинаковые промежутки времени. Какова примерно максимальная скорость грузика?
- |                 |   |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $t, \text{ с}$  | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 |
| $x, \text{ см}$ | 6 | 3   | 0   | 3   | 6   | 3   | 0   | 3   |
- 1) 1,24 м/с              2) 0,47 м/с              3) 0,62 м/с              4) 0,16 м/с

- A15** Смещение груза пружинного маятника меняется с течением времени по закону  $x = A \sin \frac{2\pi}{T} t$ , где период  $T = 1$  с. Через какое минимальное время начиная с момента  $t = 0$  потенциальная энергия маятника достигнет половины своего максимума?
- 1) 1 с                      2) 0,5 с                      3) 0,25 с                      4) 0,125 с

- A16** На рисунке изображена зависимость амплитуды установившихся колебаний маятника от частоты вынуждающей силы (резонансная кривая). Отношение амплитуды установившихся колебаний маятника на резонансной частоте к амплитуде колебаний на частоте 0,5 Гц равно

- 1) 10  
2) 2  
3) 5  
4) 4



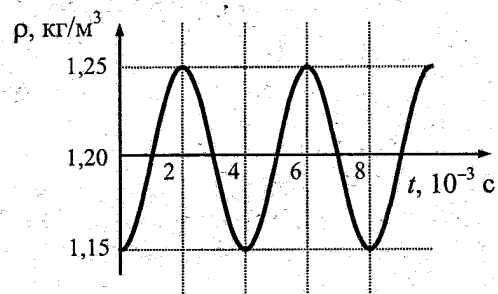
- A17** Обязательными условиями возбуждения звуковой волны являются:
- А) наличие источника колебаний  
Б) наличие упругой среды  
В) наличие газовой среды

Правильным является выбор условий

- 1) А и Б                      2) Б и В                      3) А и В                      4) А, Б, В

- A18** На рисунке показан график зависимости плотности воздуха в звуковой волне от времени. Согласно графику амплитуда колебаний плотности воздуха равна

- 1) 1,25 кг/м<sup>3</sup>  
2) 1,2 кг/м<sup>3</sup>  
3) 0,1 кг/м<sup>3</sup>  
4) 0,05 кг/м<sup>3</sup>



- A19** Баритон, мужской голос, занимает частотный интервал от  $\nu_1 = 100$  Гц до  $\nu_2 = 400$  Гц. Отношение длин звуковых волн  $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ , соответствующих границам этого интервала, равно

- 1) 0,5                      2)  $\sqrt{2}$                       3) 0,25                      4) 4

- A20** Какова частота колебаний звуковых волн в среде, если скорость звука в этой среде  $v = 500$  м/с, а длина волны  $\lambda = 2$  м?

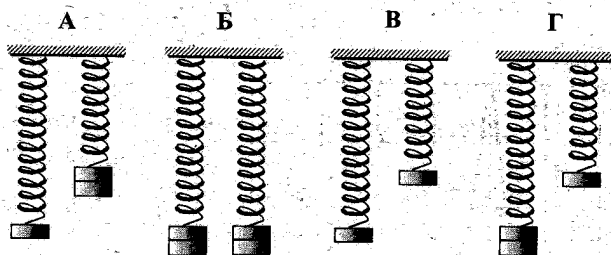
- 1) 1000 Гц                      2) 100 Гц                      3) 250 Гц                      4) 25 Гц



**A21** Для экспериментального определения скорости звука ученик встал на расстоянии 30 м от стены и хлопнул в ладоши. В момент хлопка включился электронный секундомер, который выключился отраженным звуком. Время, отмеченное секундомером, равно 0,18 с. Какова скорость звука, определенная учеником?

- 1) 167 м/с      2) 333 м/с      3) 380 м/с      4) 540 м/с

**A22** Необходимо экспериментально обнаружить зависимость периода колебаний пружинного маятника от жесткости пружины. Жесткость пружины обратно пропорциональна ее длине. Какую пару маятников можно использовать для этой цели?



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

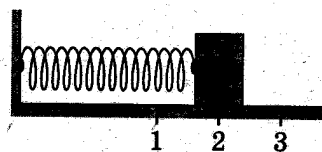
**A23** Ученик изучал в школьной лаборатории колебания пружинного маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать период колебаний маятника?

- 1) массы маятника  $m$  и знание табличного значения ускорения свободного падения  $g$
- 2) амплитуды колебаний маятника  $A$  и его массы  $m$
- 3) коэффициента упругости пружины  $k$  и массы маятника  $m$
- 4) амплитуды колебаний маятника  $A$  и коэффициента упругости пружины  $k$

## Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В2) является последовательность цифр.

**В1** Груз изображенного на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняется кинетическая энергия груза маятника, скорость груза и жесткость пружины при движении груза маятника от точки 3 к точке 2?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается      2) уменьшается      3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Кинетическая энергия груза маятника | Скорость груза | Жесткость пружины |
|-------------------------------------|----------------|-------------------|
|                                     |                |                   |

B2

Математический маятник совершает вынужденные гармонические колебания под действием силы, меняющейся с частотой  $\nu$ . Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и частотой их изменения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблице выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВЕЛИЧИНЫ

- А) кинетическая энергия груза  
Б) скорость груза

ЧАСТОТА ИЗМЕНЕНИЯ

- 1)  $\frac{1}{2}\nu$   
2)  $\nu$   
3)  $2\nu$   
4)  $4\nu$

| А | Б |
|---|---|
|   |   |

*Полное правильное решение задачи C1 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

C1

Однородный цилиндр с площадью поперечного сечения  $10^{-2} \text{ м}^2$  плавает на границе несмешивающихся жидкостей с плотностью  $800 \text{ кг/м}^3$  и  $1000 \text{ кг/м}^3$  (см. рисунок). Пренебрегая сопротивлением жидкостей, определите массу цилиндра, если период его малых вертикальных колебаний  $\frac{\pi}{5} \text{ с}$ .

