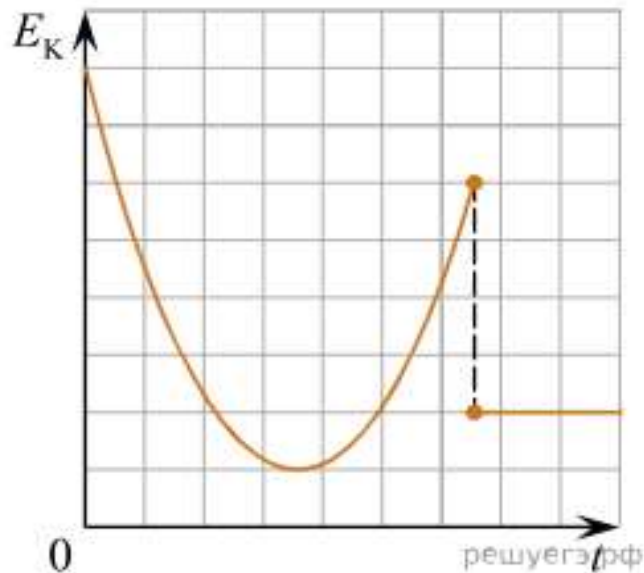


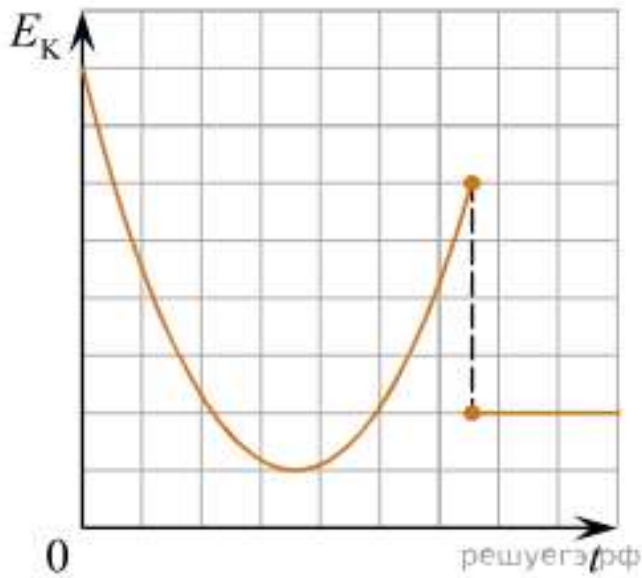
Задание №5

Анализ физических процессов

1. На рисунке представлен схематичный вид графика изменения кинетической энергии тела с течением времени. Выберите все верные утверждения, описывающих движение в соответствии с данным графиком.

- 1) В конце наблюдения кинетическая энергия тела отлична от нуля.
- 2) Кинетическая энергия тела в течение всего времени наблюдения уменьшается.
- 3) Тело брошено под углом к горизонту и упало на балкон.
- 4) Тело брошено вертикально вверх с балкона и упало на Землю.
- 5) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности Земли и упало в кузов проезжающего мимо грузовика, движущегося равномерно.





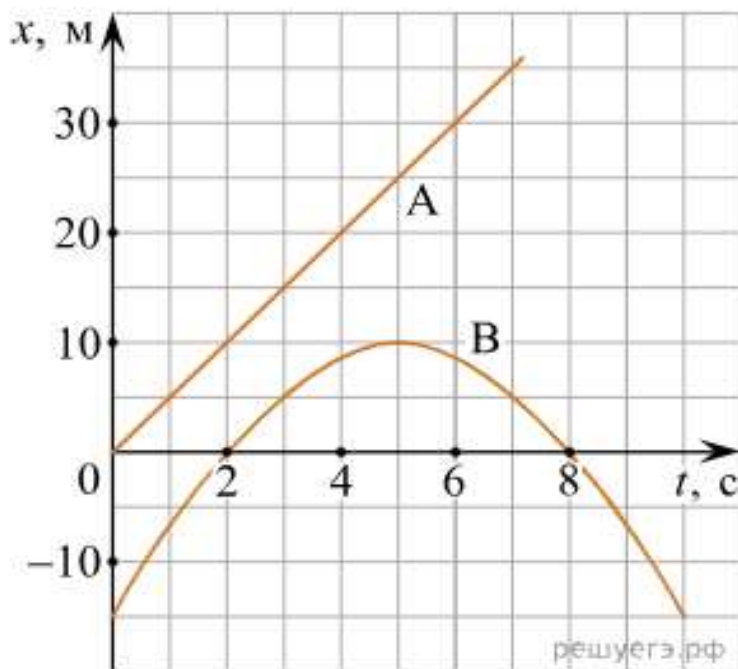
- 1) Из графика: в конце наблюдения кинетическая энергия тела больше нуля.
- 2) Кинетическая энергия тела в течение наблюдения сначала падает, затем возрастает, после вновь падает.
- 3) Если бы тело было брошено под углом к горизонту и затем упало на балкон, то конечная кинетическая энергия тела была бы равна нулю.

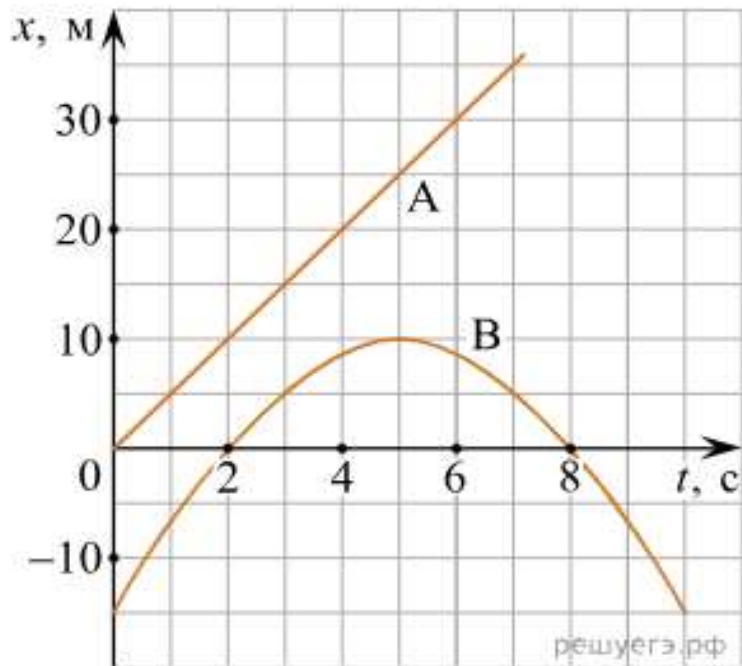
- 4) Если бы тело было брошено вертикально вверх с балкона и упало на Землю, то конечная кинетическая энергия тела была бы равна нулю.
- 5) Если бы тело было брошено под углом к горизонту с поверхности Земли и упало в кузов проезжающего мимо грузовика, то изменение кинетической энергии тела было бы таким, как представлено на графике.

Ответ: 15.

2. На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой направлена ось Ox . Выберите все верные утверждения о характере движения тел.

- 1) Тело А движется с постоянной скоростью, равной 5 м/с.
- 2) В момент времени $t = 5$ с скорость тела В была больше скорости тела А.
- 3) В течение первых пяти секунд тела двигались в одном направлении.
- 4) В момент времени $t = 2$ с тела находились на расстоянии 20 м друг от друга.
- 5) За первые 5 с движения тело В прошло путь 15 м.





1) Скорость тела:

$$\Delta x / \Delta t = (35 \text{ м} - 0 \text{ м}) / 7 \text{ с} = 5 \text{ м/с}.$$

2) В момент времени $t = 5$ с скорость тела В равна нулю, так как касательная к графику $x(t)$ параллельна оси t при $t = 5$ с.

3) От 0 до 5 с движутся в одном направлении.

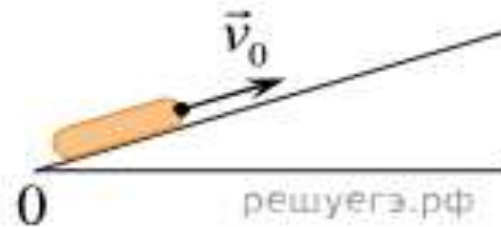
4) В момент времени $t = 2$ с тела находились на расстоянии 10 м друг от друга.

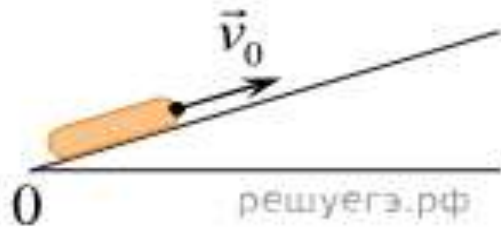
5) За первые 5 с движения тело В прошло путь $15 + 10 = 25$ м.

Ответ: 13.

3. После удара шайба начала скользить вверх по шероховатой наклонной плоскости с начальной скоростью \vec{v}_0 как показано на рисунке, и после остановки соскользнула обратно. Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.

- 1) Время движения шайбы вверх меньше, чем время ее движения вниз.
- 2) Модуль максимальной скорости шайбы при движении вниз равен v_0
- 3) При движении вверх и вниз модуль работы силы тяжести, действующей на шайбу, одинаков.
- 4) Изменение потенциальной энергии шайбы при движении от точки удара до верхней точки больше кинетической энергии шайбы сразу после удара.
- 5) Модуль ускорения шайбы при движении вверх равен модулю ускорения при движении вниз.



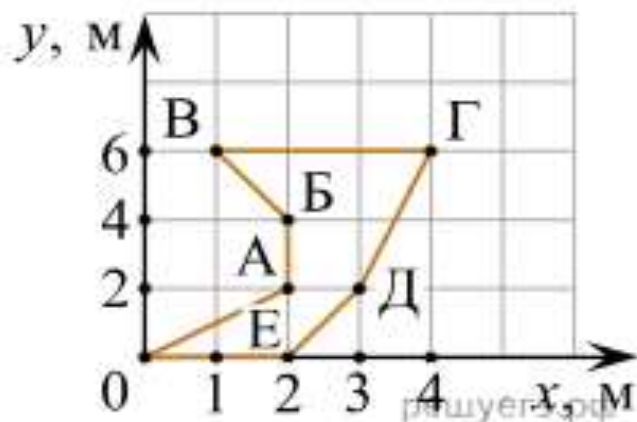


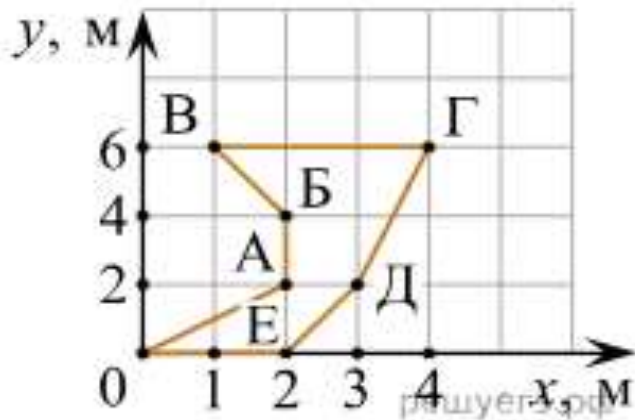
- 1) При движении шайбы вверх сила тяжести, лежащая в наклонной плоскости, и сила трения направлены в одну сторону, а при движении вниз — в разные. Значит время движения шайбы вверх меньше времени движения вниз.
- 2) Из-за наличия трения модуль максимальной скорости шайбы при движении вниз меньше v_0
- 3) Модуль работы силы тяжести равен модулю изменения потенциальной энергии шайбы в поле тяжести. При движении вверх и вниз модуль изменения высоты шайбы над горизонтом одинаков, значит, и модуль работы силы тяжести одинаков.
- 4) Из-за наличия трения изменение потенциальной энергии шайбы при движении до верхней точки меньше кинетической энергии шайбы сразу после удара.
- 5) При движении шайбы вверх сила тяжести, лежащая в наклонной плоскости, и сила трения направлены в одну сторону, а при движении вниз — в разные. Значит модуль ускорения шайбы при движении вверх больше, чем при движении вниз.

Ответ: 13

4. Точечное тело начинает движение в координатной плоскости XOY из точки с координатой $(0; 0)$. Точками А, Б, В, Г, Д, Е на рисунке отмечены положения тела через каждую секунду после начала его движения. На основании анализа представленного графика выберите из приведённого ниже списка все правильные утверждения и укажите их номера.

- 1) Модуль проекции скорости тела на ось OX на участке OA в 2 раза больше, чем на участке $ГД$.
- 2) На участке AB модуль скорости тела равен 2 м/с .
- 3) На участке $БВ$ проекция скорости тела на ось OX в 2 раза больше, чем проекция скорости этого тела на ось OY .
- 4) Тело двигалось равномерно только на участке $ВГ$.
- 5) При движении тела от точки А до точки Г путь, пройденный телом вдоль оси OX , больше пути, пройденного телом вдоль оси OY .



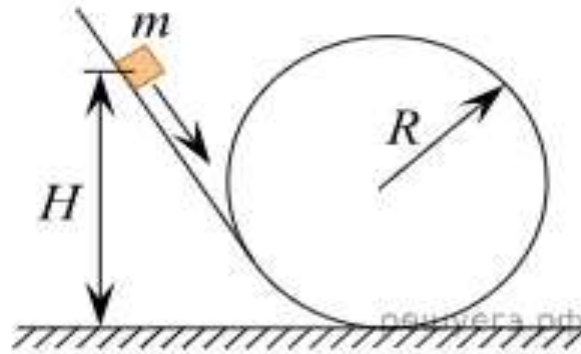


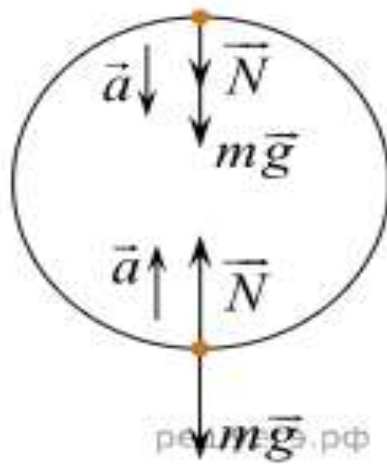
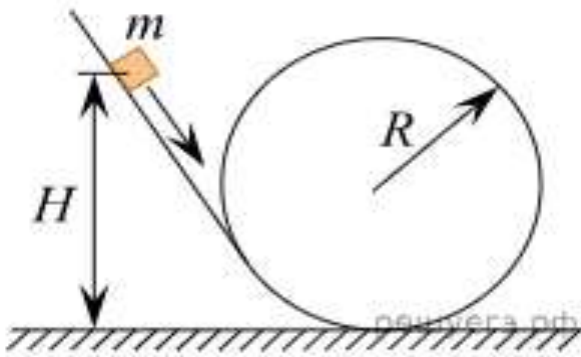
- 1) На участке OA модуль проекции скорости тела на ось Ox составляет 2 м/с , а на участке $ГД$ — 1 м/с .
- 2) На участке AB модуль скорости тела равен 2 м/с .
- 3) На участке BB проекция скорости тела на ось Ox равна -1 м/с , а проекция скорости на этом же участке на ось Oy равна 2 м/с .
- 4) В условии задачи ничего не сказано о характере движения тела.
- 5) При движении от точки A до точки $Г$, тело прошло 4 метра вдоль Ox и 4 метра вдоль Oy .

Ответ: 12

5. Небольшой брусок массой $m = 50$ г соскальзывает с высоты $H = 60$ см по наклонной плоскости, плавно переходящей в кольцевой жёлоб (см. рис.). Радиус кольца $R = 20$ см, его плоскость вертикальна. Начальная скорость бруска равна нулю, трение отсутствует. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, описывающие данное движение тела. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Кинетическая энергия бруска в нижней точке кольца равна 0,3 Дж.
- 2) Брусок оторвётся от поверхности жёлоба, не добравшись до самой верхней точки кольца.
- 3) Сила давления, действующая на брусок в самой верхней точке кольца, равна по модулю 0,5 Н.
- 4) Сила давления, действующая на брусок в самой нижней точке кольца, равна по модулю 3 Н.
- 5) Кинетическая энергия бруска в самой нижней точке кольца равна 0,1 Дж.





1) По закону сохранения энергии в нижней части кольца кинетическая энергия равна потенциальной: $E_k = mgH = 0,05 * 10 * 0,6 = 0,3$

2) Тело пройдет верхнюю точку, если сила реакции опоры в ней будет равна 0.

В начальной точке энергия тела равна 0,3 Дж. В верхней точке полная энергия: $E = 2mgR + \frac{mv^2}{2} = 0,25$ Дж. Она меньше начальной, значит, не оторвется от кольца ни в какой точке.

3) По второму закону Ньютона: $ma = mg + N$

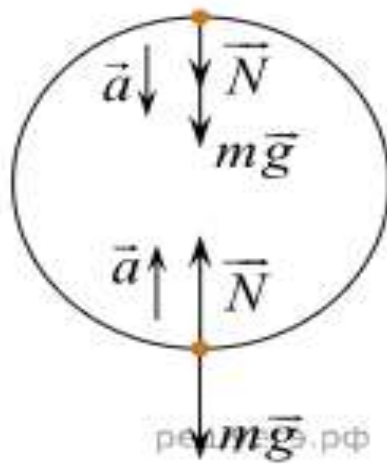
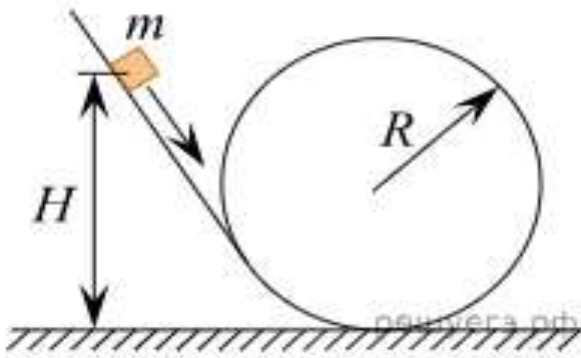
$$N = m(a - g) = m\left(\frac{v^2}{R} - g\right)$$

Закон сохранения механической энергии: $E_{п1} = E_{п2} + E_{к2}$

$$mgH = 2mgR + \frac{mv^2}{2}$$

Отсюда: $v^2 = 2g(H - 2R)$

$$N = \frac{mg(2H - 5R)}{R} = \frac{0,05 * 10 * (2 * 0,6 - 5 * 0,2)}{0,2} = 0,5 \text{ Н}$$



4) В нижней части кольца: сила реакции опоры - направлена вверх, сила тяжести – направлена вниз. По второму закону Ньютона: $ma = N - mg$

$$N = ma + mg = m \left(\frac{v^2}{R} + g \right)$$

Закон сохранения энергии: $E_{\text{п}} = E_{\text{к}}$

$$mgH = \frac{mv^2}{2}$$

Отсюда, $v^2 = 2gH$

$$N = mg \left(\frac{2H}{R} + 1 \right) = 0,05 * 10 \left(\frac{2 * 0,6}{0,2} + 1 \right) = 3,5 \text{ Н}$$

5) Кинетическая энергия бруска в нижней точке равна 0,3 Дж

Ответ: 13

6. На рисунке показана система, состоящая из лёгких тросов и четырёх идеальных блоков, с помощью которой можно удерживать в равновесии или поднимать груз массой M . Трение пренебрежимо мало. На основании анализа приведённого рисунка выберите все верные утверждения и укажите в ответе их номера.

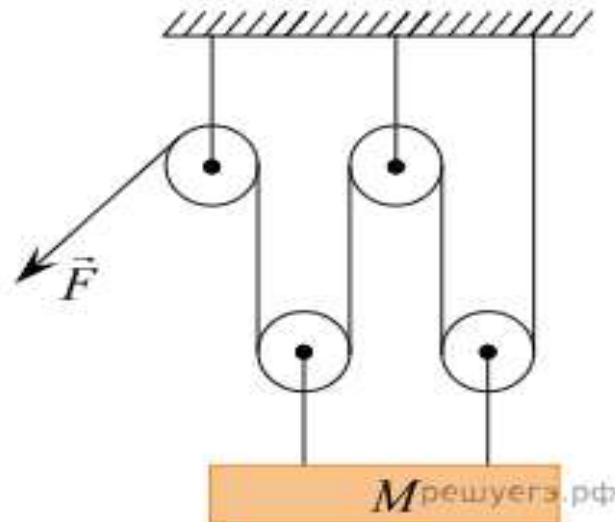
1) Для того чтобы удерживать груз в равновесии, нужно действовать на конец верёвки с силой $F = \frac{Mg}{2}$

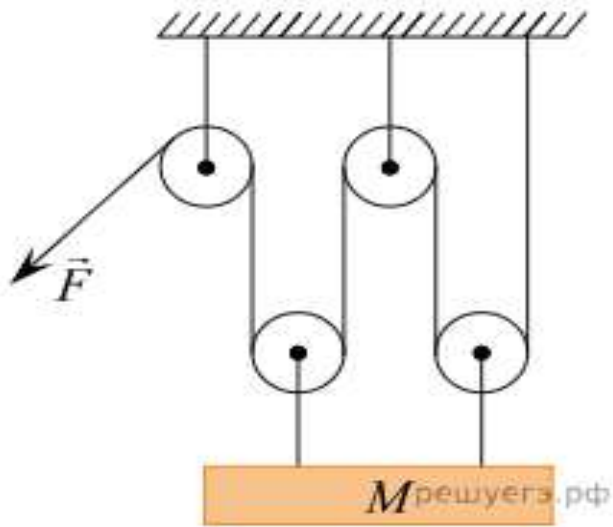
2) Для того чтобы удерживать груз в равновесии, нужно действовать на конец верёвки с силой $F = \frac{Mg}{4}$

3) Для того чтобы медленно поднять груз на высоту h , нужно вытянуть участок верёвки длиной $2h$.

4) Для того чтобы медленно поднять груз на высоту h , нужно вытянуть участок верёвки длиной $4h$.

5) Изображённая на рисунке система блоков не даёт выигрыша в силе.





Если на груз действует сила тяжести Mg , то для удержания системы в равновесии необходимо приложить силу $2 \cdot 2 = 4$ раза меньшую.

$$F = \frac{Mg}{4}$$

Отсюда, утверждения 1 и 5 неверны, 2 – верно

Для того, чтобы поднять груз на высоту h необходимо, чтобы 4 веревки, присоединенные к грузу через 2 подвижных блока, стали короче на h .

Значит, придется вытянуть веревку длиной $4h$.

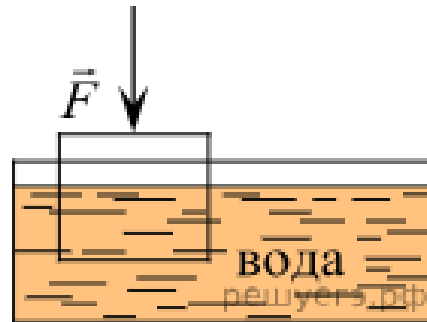
Отсюда, утверждения 3 неверно, 4 верно.

Ответ: 24

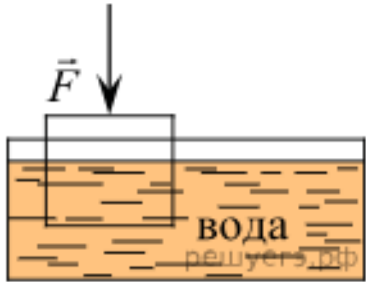
7. Деревянный кубик с ребром 10 см плавает частично погруженный в воду. Его начинают медленно погружать, действуя силой, направленной вертикально вниз. В таблице приведены значения модуля силы, под действием которой кубик находится в равновесии частично или полностью погруженный в воду. Выберите все верные утверждения на основании данных, приведенных в таблице.

- 1) В опыте № 6 сила Архимеда, действующая на кубик, меньше, чем в опыте № 2.
- 2) В опыте № 7 кубик погружен в воду полностью.
- 3) Масса кубика равна 0,5 кг.
- 4) В опыте № 4 кубик погружен в воду на половину своего объема.
- 5) Плотность кубика равна 400 кг/м^3 .

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
Модуль силы, F , Н	0,2	0,8	1,8	3,0	4,0	5,0	5,0	5,0



№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
Модуль силы, F, Н	0,2	0,8	1,8	3,0	4,0	5,0	5,0	5,0



- 1) В опыте №6 сила F больше, чем в опыте №2, значит, сила Архимеда тоже больше.
- 2) После опыта №6 сила F перестала меняться, сила Архимеда тоже, значит, кубик полностью погрузился в воду.
- 3) Масса кубика полностью погруженного в воду:

$$m = \frac{\rho g l^3 - F}{g} = \frac{1000 * 10 * 0,1^3 - 5}{10} = 0,5 \text{ кг}$$

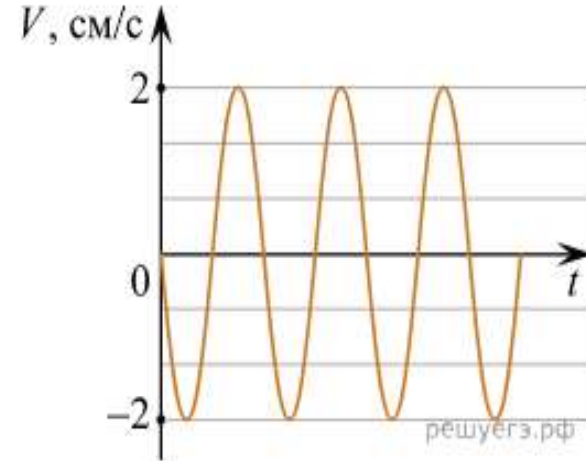
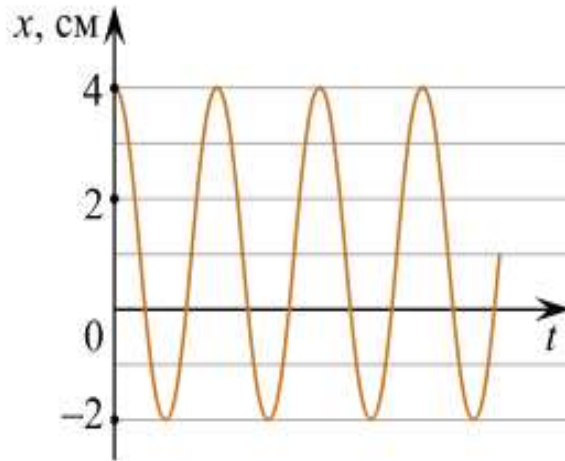
- 4) В опыте №4 глубина погружения:

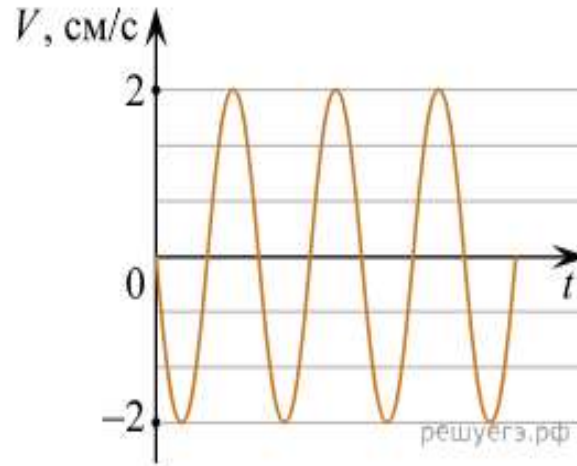
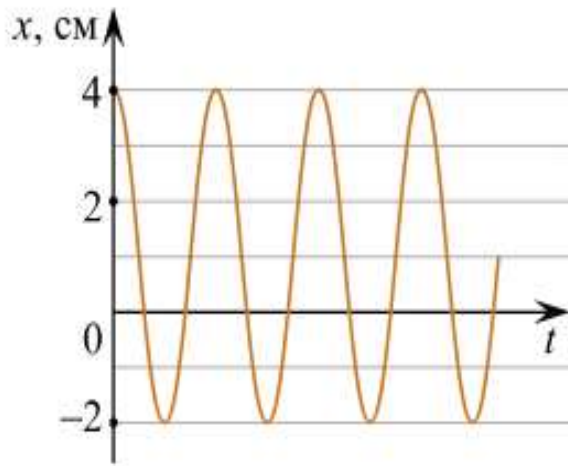
$$h = \frac{F + mg}{\rho g l^2} = \frac{3 + 0,5 * 10}{1000 * 10 * 0,1^2} = 0,08 \text{ м} = 8 \text{ см}$$

- 5) Плотность кубика: $\rho = \frac{m}{l^3} = \frac{0,5}{0,1^3} = 500 \text{ кг/м}^3$

8. Маленький шарик прикреплен к одному концу невесомой пружины. Другой конец пружины закреплен на потолке. Шарик совершает гармонические колебания вдоль вертикали. На рисунках изображены графики зависимостей от времени t координаты x шарика и проекции его скорости V на вертикаль. Ось x направлена вертикально вниз. Выберите все верные утверждения на основании анализа представленных графиков.

- 1) Период колебаний шарика равен 3π с.
- 2) Шарик будет находиться в точке с координатой 0 см в момент времени $t = 0,75\pi$ с.
- 3) Ускорение шарика равно нулю в момент времени $t = 3\pi$ с.
- 4) Кинетическая энергия шарика в момент времени $t = 1,5\pi$ с равна нулю.
- 5) Потенциальная энергия пружины в момент времени $t = 6\pi$ с достигает максимума.





1) Из графика амплитуда координаты: $x_m = 3$ см.

Амплитуда скорости: $V_m = 2 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

$$V_m = \omega x_m \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi x_m}{V_m} = 3\pi \text{ с}$$

2) $0,75\pi$ составляет четверть периода, значит, в этот момент шарик проходит положение равновесия с координатой 1 см.

3) В момент времени 3π , т. е. через период, отклонение шарика от положения равновесия максимально, значит, его ускорение по модулю тоже максимально и не равно нулю.

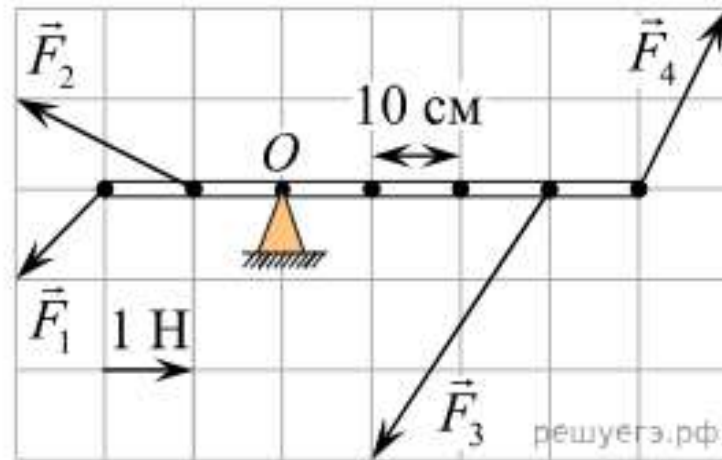
4) В момент времени $1,5\pi$, т. е. через половину периода, отклонение шарика от положения равновесия максимально, его скорость и кинетическая энергия равны нулю.

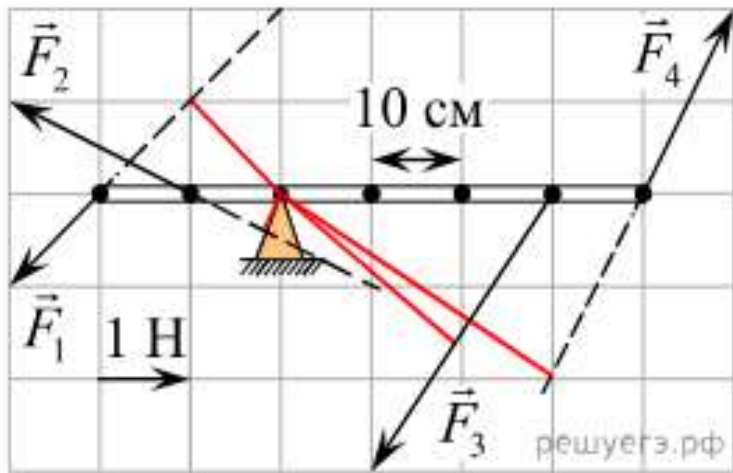
5) В момент времени 6π , т. е. через два периода, отклонение шарика от положения равновесия максимально, следовательно, деформация пружины максимальна, вследствие чего и потенциальная энергия пружины максимальна.

Ответ: 145

9. Очень лёгкая рейка закреплена на горизонтальной оси O , перпендикулярной плоскости рисунка, и может вращаться вокруг неё без трения. К рейке приложены четыре силы, изображённые на рисунке. Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения.

- 1) Относительно оси O минимальное плечо имеет сила F_1 .
- 2) Относительно оси O максимальное плечо имеет сила F_4 .
- 3) Относительно оси O минимальным будет момент, создаваемый силой F_1 .
- 4) Относительно оси O максимальным будет момент, создаваемый силой F_4 .
- 5) Под действием всех изображённых на рисунке сил рейка вращаться не будет.





1,2) Плечо силы – это кратчайшее расстояние от точки опоры до линии действия силы.

На рисунке красным цветом обозначены плечи приложенных сил.

$$\text{Плечи сил: } l_1 = 20 \sin \alpha_1 = \frac{20}{\sqrt{2}} \text{ см}$$

$$l_2 = 10 \sin \alpha_2 = \frac{10}{\sqrt{5}} \text{ см} \quad l_3 = 30 \sin \alpha_3 = \frac{30}{\sqrt{13}} \text{ см}$$

$$l_4 = 40 \sin \alpha_4 = \frac{40}{\sqrt{5}} \text{ см}$$

3,4) Момент силы – произведение силы на плечо.

Из рисунка: $F_1 = \sqrt{2}$; $F_2 = \sqrt{5}$; $F_3 = \sqrt{13}$; $F_4 = \sqrt{5}$

Моменты сил: $M_1 = \sqrt{2} \cdot \frac{20}{\sqrt{2}} = 20 \text{ Н} \cdot \text{см}$

$$M_2 = 10 \text{ Н} \cdot \text{см}; M_3 = 90 \text{ Н} \cdot \text{см}; M_4 = 80 \text{ Н} \cdot \text{см}$$

5) Правило моментов с учетом, что 2 и 3 сила будут вращать ело по часовой стрелке: $M = M_1 - M_2 - M_3 + M_4 = 20 - 10 - 90 + 80 = 0$

Значит, рейка вращаться не будет.

Ответ: 25

10. Тело, изготовленное из сосны, плавает в воде, погрузившись в неё на 20% от своего полного объёма. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Плотность воды больше средней плотности тела.
 - 2) Внутри тела есть полости, заполненные материалом, средняя плотность которого больше плотности сосны.
 - 3) Внутри тела есть полости, заполненные материалом, средняя плотность которого меньше плотности сосны (либо пустые).
 - 4) Внутри тела нет полостей.
 - 5) Средняя плотность тела равна 200 кг/м^3 .
- При плавании тела $mg = F_A$.

Если тело из сосны сплошное, то $m = \rho V$

$$F_a = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{пчт}}$$

Отсюда: $\rho V g = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{пчт}}$

$$\frac{V_{\text{пчт}}}{V} = \frac{\rho}{\rho_{\text{ж}}} = \frac{400}{1000} = 0,4 = 40\%$$

По условию тело погружено на 20% своего объём, значит, внутри бруска есть полость, заполненная веществом с плотностью меньшей, чем у сосны.

Утверждения 1,3 – верно.

Утверждения 2, 4 – неверно.

Средняя плотность бруска: $\rho_{\text{ср}} = 0,2 * \rho_{\text{ж}} = 0,2 * 1000 = 200 \text{ кг/м}^3$

Утверждение 5 – верно.