Задания с развернутым ответом по механике

1.

Образец возможного решения
Кинетическая энергия брусков после столкновения $E=\frac{(m_1+m_2)v^2}{2}$, где v – скорость системы после удара, определяемая из закона сохранения импульса на горизонтальном участке: $m_1v_1=(m_1+m_2)v$. Исключая из системы уравнений скорость v, получим: $$E=\frac{(m_1+m_2)v^2}{2}=\frac{m_1}{m_1+m_2}\cdot\frac{m_1v_1^2}{2}.$$ Кинетическая энергия первого бруска перед столкновением определяется из закона сохранения полной энергии при скольжении по наклонной плоскости: $\frac{m_1v_1^2}{2}=m_1gh$, что дает выражение $$E=\frac{m_1}{m_1+m_2}\cdot\frac{m_1v_1^2}{2}=\frac{m_1}{m_1+m_2}\cdot m_1gh.$$ Подставляя значения масс и высоты из условия, получим численное значение $E_к$ = 2,5 Дж.

2.

Образец возможного решения
Скорость первого бруска на горизонтальной поверхности до столкновения определяется с помощью закона сохранения полной механической энергии: $\frac{m_1v_1^2}{2}=m_1gh$. Импульс системы из двух брусков на горизонтальной поверхности сохраняется: $m_1v_1=(m_1+m_2)v$, v — скорость брусков после столкновения. Следовательно, изменение кинетической энергии первого бруска: $\Delta E_1=\frac{m_1}{2}\left(v^2-v_1^2\right)=-\frac{m_2(2m_1+m_2)m_1v_1^2}{(m_1+m_2)^2}$. Подставляя значение энергии первого бруска, получаем $\Delta E_1=-\frac{m_1m_2}{(m_1+m_2)^2}(2m_1+m_2)gh$ и числовой ответ: $\Delta E\approx-2{,}44$ Дж.

3.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Из закона сохранения механической энергии находится скорость шара в нижней точке до попадания пули: $u=\sqrt{2gl(1-\cos\alpha)}$.   Из закона сохранения импульса определяется скорость шара в нижней точке после попадания и вылета пули: $$Mu-mv_1=Mu'-mv_2 \Rightarrow u'=u+\frac{m}{M}(v_2-v_1).$$ Закон сохранения механической энергии для шара после попадания и вылета пули: $\frac{Mu'^2}{2}=Mgl(1-\cos\beta)$.   Следовательно, угол отклонения определяется равенством: $$\cos\beta=1-\frac{u'^2}{2gl}=1-\frac{1}{2gl}\left\{\sqrt{2gl(1-\cos\alpha)}+\frac{m}{M}(v_2-v_1)\right\}^2=\frac{7}{9},$$ или $\beta=\arccos(7/9)\approx 39°$.

4.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Из закона сохранения механической энергии можно найти скорость шара после попадания и вылета из него пули: $$u'=\sqrt{2gl(1-\cos\beta)}.$$ Из закона сохранения импульса определяется скорость шара в нижней точке до попадания пули: $$Mu-mv_1=Mu'-mv_2 \Rightarrow u=u'+\frac{m}{M}(v_1-v_2).$$ Закон сохранения механической энергии для шара до попадания пули: $\frac{Mu^2}{2}=Mgl(1-\cos\alpha)$.   Из этих уравнений определяется угол отклонения: $$\cos\alpha=1-\frac{u^2}{2gl}=1-\frac{1}{2gl}\left\{\sqrt{2gl(1-\cos\beta)}+\frac{m}{M}(v_1-v_2)\right\}^2=0{,}5,$$ или $\alpha=\arccos(0{,}5)=60°$.

5.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Из закона сохранения импульса $Mu-mv_1=Mu'-mv_2$ можно определить изменение скорости пули: $\Delta v=v_2-v_1=\frac{M}{m}(u'-u)$.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Из закона сохранения энергии находится скорость шара в нижней точке до попадания пули: $u = \sqrt{2gl(1-\cos\alpha)}$. Из закона сохранения энергии находится скорость шара в нижней точке после попадания и вылета из него пули: $u' = \sqrt{2gl(1-\cos\beta)}$. Следовательно, модуль изменения скорости пули $$\lvert\Delta v\rvert = \left\lvert \frac{M}{m}\left\{\sqrt{2gl(1-\cos\beta)} - \sqrt{2gl(1-\cos\alpha)}\right\}\right\rvert = 100 \text{ м/с}.$$

6.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Период гармонических колебаний равен $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ (1). На ареометр, смещенный от положения равновесия на расстояние x, действует возвращающая сила $F_X = -\rho s S x$, где $\rho g S = k = \text{const}$ (2) — коэффициент возвращающей силы. Из уравнений (1) и (2) получаем: $T = \frac{2}{r}\sqrt{\frac{\pi m}{\rho g}} \approx 4$ с.

7.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Частота гармонических колебаний равна $\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$ (1). На ареометр, смещенный от положения равновесия на расстояние x, действует возвращающая сила $F_X = -\rho g S x$, где $\rho g S = k = \text{const}$ (2) — коэффициент возвращающей силы. Из уравнений (1) и (2) получаем: $\rho = \frac{4\pi^2 m\nu^2}{gS} \approx 790$ кг/м^3.

8.

Образец возможного решения
При выведении цилиндра из положения равновесия возникает возвращающая сила $F_X = -(\rho_2 - \rho_1)gSx$.

Образец возможного решения
Поскольку эта сила пропорциональна смещению x, период малых собственных колебаний можно найти по формуле: $$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}, \text{ где } k = (\rho_2 - \rho_1)gS.$$ Тогда $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{(\rho_2 - \rho_1)gS}} \Rightarrow m = \dfrac{T^2(\rho_2 - \rho_1)gS}{4\pi^2} = 0{,}2$ кг.

9.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Закон сохранения импульса для системы «аппарат + газ, выброшенный за интервал времени Δt»: $0 = M \cdot \Delta v - \dfrac{\Delta m}{\Delta t} \cdot v \cdot \Delta t$; формула для ускорения $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t}$; формула для скорости движения аппарата: $v_1 = at$. Выполнив математические преобразования, получим ответ в общем виде: $v_1 = \dfrac{\Delta m}{\Delta t} \cdot \dfrac{vt}{M}$. Ответ: 12 м/с.

10.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Закон сохранения импульса для системы «аппарат + газ, выброшенный за интервал времени Δt»: $0 = M \cdot \Delta V - \dfrac{\Delta m}{\Delta t} \cdot v \cdot \Delta t$; формула для ускорения аппарата: $a = \dfrac{\Delta V}{\Delta t}$; формула для скорости движения аппарата: $V = \sqrt{2as}$. Выполнив математические преобразования, получим ответ в общем виде: $V = \sqrt{\dfrac{2Sv \cdot \frac{\Delta m}{\Delta t}}{M}}$. Ответ: $V = 12$ м/с.

11.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
По закону сохранения импульса для системы «аппарат + газ, выброшенный за интервал времени Δt»: $0 = M \cdot \Delta v_1 - \dfrac{\Delta m}{\Delta t} \cdot v \cdot \Delta t$, где v_1 — скорость аппарата через время t;

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
формулы для ускорения аппарата: $a=\dfrac{\Delta v_1}{\Delta t}$ и $a=\dfrac{2S}{t^2}$. Выполнив математические преобразования, получим ответ в общем виде: $M=\dfrac{\Delta m}{\Delta t}\cdot\dfrac{vt^2}{2S}$. Ответ: M = 500 кг.

12.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Согласно закону сохранения энергии высоту подъема снаряда и второго осколка можно рассчитать по формулам: $$mgh=\frac{mv_0^2}{2}\Rightarrow h=\frac{v_0^2}{2g},\ m_2gh_{max}=m_2gh+\frac{m_2v_2^2}{2}.$$ Из закона сохранения энергии определяем начальную скорость первого осколка: $$\frac{m_1(2v_0)^2}{2}=m_1gh+\frac{m_1v_1^2}{2}\Rightarrow v_1=\sqrt{4v_0^2-2gh}=\sqrt{4v_0^2-v_0^2}=\sqrt{3}v_0.$$ Согласно закону сохранения импульса $m_1v_1=m_2v_2\Rightarrow v_2=\dfrac{m_1v_1}{m_2}=v_0\sqrt{3}$, где v_2 — начальная скорость второго осколка после разрыва снаряда. Окончательно имеем: $$h_{max}=\frac{2v_0^2}{g}=8000\text{ м. Ответ: } h_{max}=8000\text{ м.}$$

13.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Согласно условию задачи снаряд и оба осколка двигались вдоль одной вертикали. Согласно закону сохранения механической энергии, если оба осколка имели одинаковую скорость при падении на землю, то их скорость была одинакова и в любой точке их общего участка траекторий, в том числе и в точке взрыва снаряда; второй осколок, возвратившись в точку взрыва, имел такую же по модулю скорость, какая была у него в момент взрыва. Следовательно, при взрыве неподвижно зависшего снаряда оба осколка приобрели одинаковые по модулю, но противоположные по направлению скорости. Согласно закону сохранения импульса, это означает, что массы осколков равны. Ответ: $\dfrac{m_2}{m_1}=1$.

14.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)
Элементы ответа: 1) Из закона сохранения энергии определена высота подъема снаряда: $mgh = \frac{mv_0^2}{2}$, $h = \frac{v_0^2}{2g}$. 2) Из закона сохранения энергии определена начальная скорость первого осколка: $\frac{m_1(2v_0)^2}{2} = m_1gh + \frac{m_1v_1^2}{2}$, $v_1 = \sqrt{4v_0^2 - 2gh} = \sqrt{4v_0^2 - v_0^2} = \sqrt{3}v_0$. 3) Найдена начальная скорость второго осколка после разрыва снаряда из закона сохранения импульса: $m_1v_1 = m_2v_2$, $v_2 = \frac{v_1}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0$. 4) Найдена скорость второго осколка при падении на Землю из закона сохранения энергии: $\frac{m_2v^2}{2} = m_2gh + \frac{m_2v_2^2}{2}$, $v = \frac{\sqrt{7}}{2}v_0 = 13{,}2$ м/с.

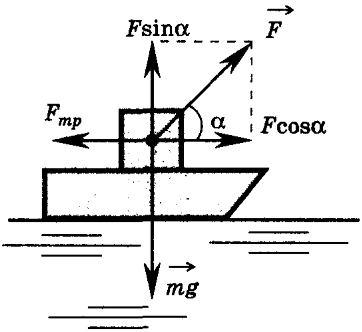
15.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)
Элементы ответа: 1) Из закона сохранения энергии определена высота подъема снаряда: $mgh = \frac{mv_0^2}{2}$, $h = \frac{v_0^2}{2g}$. 2) Из закона сохранения энергии определена начальная скорость первого осколка: $\frac{m_1(2v_0)^2}{2} = m_1gh + \frac{m_1v_1^2}{2}$, $v_1 = \sqrt{4v_0^2 - 2gh} = \sqrt{4v_0^2 - v_0^2} = v_0\sqrt{3}$. 3) Найдена начальная скорость второго осколка после разрыва снаряда из закона сохранения импульса: $m_1v_1 = m_2v_2$, $v_2 = 2v_1 = 2v_0\sqrt{3}$. 4) Найдена высота подъема большего осколка из закона сохранения энергии: $m_2gh_{max} = m_2gh + \frac{m_2v_2^2}{2}$, $h_{max} = \frac{13v_0^2}{2g}$, $h_{max} = 65$ м.

16.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)
Элементы ответа: 1) Отмечено, что ускорение спутника, движущегося со скоростью v по окружности радиуса R, равно g: $$g=\frac{v^2}{R}=\frac{GM}{R^2}.$$ 2) Записано уравнение для периода: $T=\frac{2\pi R}{v}=2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$. 3) Записано уравнение для отношения периодов, и получен ответ: $$\frac{T_М}{T_З}=\frac{\sqrt{\left(\frac{R_М}{R_З}\right)^3}}{\sqrt{\frac{M_М}{M_З}}}=\sqrt{1{,}25}\approx 1{,}1.$$

17.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)
Элементы ответа: 1) Правильно представлены на рисунке векторы сил, действующих на сани, и записано уравнение для нахождения ускорения: $$a=\frac{F\cos\alpha-F_{тр}}{m}.$$  2) Записаны уравнения для нахождения силы трения: $$F_{тр}=\mu N,\ N=mg-F\sin\alpha,\ F_{тр}=\mu(mg-F\sin\alpha).$$ 3) Вычислены значения ускорения и пройденного пути: $$a=\frac{100Н\cdot\left(\frac{1}{2}+0{,}12\frac{\sqrt{3}}{2}\right)-0{,}12\cdot 30кг\cdot 10м/с^2}{30кг}=0{,}8\,м/с^2,$$ $$S=\frac{at^2}{2}=\frac{0{,}8\cdot 25}{2}м=10\,м.$$

18.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)
Элементы ответа: 1) В инерциальной системе отсчета ускорение грузика m_1 определяется вторым законом Ньютона: $m_1 a_1 = T - m_1 g$. 2) Этот грузик движется по окружности радиуса l со скоростью $v_1 = 2v_2$, и его центростремительное ускорение $$a_1 = \frac{v_1^2}{l} = \frac{(2v)^2}{l} = \frac{4v^2}{l}.$$ 3) Получен ответ в общем виде: $T = m\left(g + \frac{4v^2}{l}\right)$ и числовое значение: $T = 6{,}5$ Н.

19.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)
Элементы ответа: 1) Сделано утверждение, что максимальная сила, действующая на систему из двух автомобилей в направлении их движения, составляет $\mu Mg\cos\alpha$, где $\cos\alpha = \sqrt{0{,}99} \approx 1$. 2) Записано уравнение для равнодействующей сил, действующих на систему из двух автомобилей, в проекции на направление их движения: $F = \mu Mg\cos\alpha - Mg\sin\alpha - mg\sin\alpha$. 3) Записан второй закон Ньютона $$a = \frac{F}{M+m} = g\left(\frac{M}{M+m}\cdot\mu\cos\alpha - \sin\alpha\right).$$ 4) Получено численное значение для ускорения: $a = 0{,}6$ м/с^2.

20.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)
Элементы ответа: 1) Для момента начала движения ($t_1 = 2$ с) записано соотношение между приложенной силой и максимальной силой трения покоя: $$b \cdot t_1 = \mu mg.$$ 2) Для момента времени $t > t_1$, соответствующего движению, записано уравнение II-го закона Ньютона: $ma = bt - \mu mg$.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)
3) При совместном решении этих двух уравнений получено выражение для коэффициента трения: $\mu = \dfrac{at_1}{g(t-t_1)}$.
4) С использованием данных графика (t, a) получен числовой ответ: $\mu = 0{,}2$.

21.

Содержание верного решения задачи (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысл)
Элементы ответа: 1) Записаны условия равновесия сил для случаев равномерного движения аэростата: $\vec{F}_A + m\vec{g} + \vec{F} = 0$. $$F_A - mg + F = 0;\ F_A - (m - \Delta m)g - F = 0.$$
2) Приведены рисунки с правильным указанием направлений векторов сил.
3) Решена система уравнений и вычислено значение массы сброшенного груза: $2F_A = 2mg - \Delta mg$, $\Delta m = 2\left(m - \dfrac{F_A}{g}\right)$, $\Delta m = 200$ кг.

22.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Записаны законы сохранения импульса: $m_1\vec{v}_1 = m_1\vec{v}_1' + m_2\vec{v}_2'$ или $m_1v_1 = m_1v_1' + m_2v_2'$ механической энергии системы двух тел: $$\frac{m_1v_1^2}{2} + \frac{m_2v_2^2}{2} = \frac{m_1v_1'^2}{2} + \frac{m_2v_2'^2}{2}.$$ 2) Выполнены математические преобразования, получен ответ в общем виде: $v_1' = \dfrac{(m_1 - m_2)v_1}{m_1 + m_2}$, и правильный числовой ответ: $v_1' = 1$ м/с.

23.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Записаны: уравнение движения шарика в нижней точке петли: $$m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a} \text{ или } N - mg = ma;$$

Содержание верного решения задачи
выражение для центростремительного ускорения: $a = \frac{v^2}{R}$;   закон сохранения механической энергии: $mgh = \frac{mv^2}{2}$.   2) Выполнены математические преобразования, получен ответ в общем виде: $N = 9mg$ и правильный числовой ответ: $N = 9$ Н.

24.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Записаны законы сохранения: импульса: $m_1\vec{v}_1 = m_1\vec{v}_1{}' + m_2\vec{v}_2{}'$ или $m_1v_1 = -m_1v_1{}' + m_2v_2{}'$;   механической энергии: $\frac{m_1v_1^2}{2} = \frac{m_1v_1'^2}{2} + \frac{m_2v_2'^2}{2}$.   2) Выполнены математические преобразования, получен ответ в общем виде: $v_2{}' = \frac{2v_1}{1+\frac{m_2}{m_1}}$ и правильный числовой ответ: $v_2{}' = 3$ м/с.

25.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Записаны законы сохранения импульса: $m_1\vec{v} = (m_1 + m_2)v_2$ или $m_1v = (m_1 + m_2)v_2$;   механической энергии: (до удара) $\frac{m_1v_1^2}{2} = m_1gl$;   (после удара) $\frac{(m_1 + m_2)u^2}{2} = (m_1 + m_2)gh$.   2) Выполнены математические преобразования, получен ответ в общем виде: $h = \left(\frac{m_1}{m_1 + m_2}\right)^2 l$ и правильный числовой ответ: $h = 0{,}05$ м.

26.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Записаны: закон сохранения импульса: $m_1\vec{v} = (m_1 + m_2)v_2$ или $m_1v = (m_1 + m_2)v_2$;

Содержание верного решения задачи
закон сохранения механической энергии: $m_1gh_1=\frac{m_1v_1^2}{2}$; выражение для работы силы сопротивления через изменение кинетической энергии: $Fh_2=\frac{(m_1+m_2)v_2^2}{2}$. 2) Выполнены математические преобразования, получен ответ в общем виде: $F=\frac{m_1^2gh_1}{(m_1+m_2)h_2}$ и правильный числовой ответ: F = 168 750 Н ≈ 170 кН.

27.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Выбрана система отсчета, обосновано использование закона сохранения импульса и он правильно записан в проекциях на одну ось системы координат. $m\vec{v}+M\vec{u}=0$, OX: $mv-Mu=0$, M, u — масса и скорость тележки относительно Земли, m, v — масса и скорость человека относительно Земли. 2) Скорость человека относительно тележки равна $(v+u)$, и за время t он преодолеет расстояние L = 5 м. $L=(v+u)t$. 3) Искомое расстояние $x=ut$. 4) Совместное решение системы уравнений (1)—(3) дает $x=\frac{Lm}{m+M}$, x = 2 м.

28.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) Найдено время подъема тела после удара о Землю: $\tau_2=\tau-\sqrt{\frac{2H}{g}}$. 2) Найдена скорость движения сразу после удара: $v_2=g\tau_2$. 3) Получено выражение для доли, потерянной при ударе энергии: $\eta=1-\frac{mv^2}{2\cdot mgH}=1-\frac{g\tau_2^2}{2H}$. 4) Получено численное значение: $\eta=\frac{3}{4}=0{,}75$.

29.

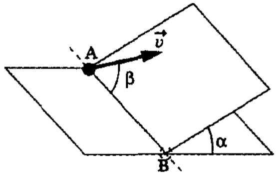
Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) В момент пережигания нити на стержень с грузами вниз действуют силы тяжести m_1g, m_2g и сила упрогости пружины $F = k(l_0 - l)$. 2) Движение системы в инерциальной системе отсчета под действием приложенных сил происходит с ускорением a, определяемым вторым законом Ньютона: $(m_1 + m_2)\,a = (m_1 + m_2)g + F$, откуда $a = g + k\dfrac{l_0 - l}{m_1 + m_2}$. 3) Движение груза m_1 с этим ускорением происходит под действием приложенных к нему сил — тяжести m_1g и реакции стержня T — и подчиняется второму закону Ньютона: $m_1a = m_1g + T$. Из этого уравнения определяется сила реакции стержня $$T = m_1(a - g) = \frac{m_1}{m_1 + m_2}k(l_0 - l).$$ 4) Подставляя значения масс, жесткости и удлинения пружины, получим: $$T = \frac{0{,}1}{0{,}1 + 0{,}2}30(0{,}2 - 0{,}1) = 1\ (\text{Н}).$$

30.

Содержание верного решения задачи
Элементы ответа: 1) В момент пережигания нити на стержень с грузами действуют силы тяжести m_1g, m_2g и пружина с силой $F = k(l_0 - l)$. 2) Движение системы в инерциальной системе отсчета под действием приложенных сил происходит с ускорением a, определяемым вторым законом Ньютона: $(m_1 + m_2)\,a = (m_1 + m_2)g + F$, откуда $a = g + k\dfrac{l_0 - l}{m_1 + m_2}$. 3) Движение груза m_2 с этим ускорением происходит под действием приложенных к нему сил — тяжести m_2g и реакции стержня T — и подчиняется второму закону Ньютона: $m_2a = m_2g + T$. Из этого уравнения определяется сила реакции стержня: $$T = m_2(q - g) = \frac{m_2}{m_1 + m_2} = k(b - l).$$ 4) Подставляя значения масс, жесткости и удлинения пружины, получим: $$T = \frac{0{,}2}{0{,}1 + 0{,}2}30(0{,}2 - 0{,}1) = 2\,(\text{Н}).$$

31.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)



Выбор системы координат: ось x направлена по прямой AB, ось y — вверх по наклонной плоскости перпендикулярно линии AB (см. рис.).

Проекции вектора ускорения свободного падения g:

$$g_x = 0, \ g_y = -g\sin\alpha .$$

Кинематика движения по наклонной плоскости эквивалентна кинематике движения тела, брошенного под углом β к горизонту, в поле тяжести с ускорением $g\sin\alpha$.

Выписывание уравнений движения вдоль осей x и y (в известных уравнениях для тела, брошенного под углом β к горизонту, делается замена $g \to g\sin\alpha$):

$$v_x(t) = v_0\cos\beta; \ x(t) = v_0\cos\beta \cdot t ;$$

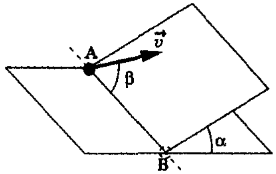
$$v_y(t) = v_0\sin\beta - g\sin\alpha \cdot t; \ y(t) = v_0\sin\beta \cdot t - \frac{g\sin\alpha}{2}t^2 .$$

Ответ на вопрос задачи находится из этих уравнений при наложении дополнительных условий.

Условие $y = 0$ позволяет найти расстояние AB, исключая время t из выписанных уравнений для x и y: $AB = \dfrac{2v_0^2\sin\beta\cos\beta}{g\sin\alpha} = \dfrac{2\sqrt{3}}{5}$ м.

32.

Образец возможного решения (рисунок обязателен)



Выбор системы координат: ось x направлена по прямой AB, ось y — вверх по наклонной плоскости перпендикулярно линии AB (см. рис.).

Проекции вектора ускорения свободного падения g:

$$g_x = 0 , \ g_y = -g\sin\alpha .$$

Кинематика движения по наклонной плоскости эквивалентна кинематике движения тела, брошенного под углом β к горизонту, в поле тяжести с ускорением $g\sin\alpha$.

Выписывание уравнений движения вдоль осей x и y (в известных уравнениях для тела, брошенного под углом β к горизонту, делается замена $g \to g\sin\alpha$):

$$v_x(t) = v_0\cos\beta \ ; \ x(t) = v_0\cos\beta \cdot t \ ;$$

Образец возможного решения (рисунок обязателен)
$v_y(t)=v_0\sin\beta-g\sin\alpha\cdot t$; $y(t)=v_0\sin\beta\cdot t-\dfrac{g\sin\alpha}{2}t^2$. Ответ на вопрос задачи находится из этих уравнений при наложении дополнительных условий. Условие $v_y=0$ позволяет найти время подъема, а затем максимальное удаление l от прямой AB на наклонной плоскости: $l=\dfrac{v_0^2\sin^2\beta}{2g\sin\alpha}=0{,}3$ м.

33.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Пусть m — масса пули, M — масса бруска, u_0 — начальная скорость бруска после взаимодействия с пулей. Согласно закону сохранения импульса $mv_0=m\cdot\frac{1}{3}v_0+Mu_0$. Так как $M=10m$, то $mv_0=m\cdot\frac{1}{3}v_0+10mu_0\Rightarrow u_0=\frac{1}{15}v_0$. Конечная скорость бруска $u=0{,}9u_0$. По закону сохранения и изменения механической энергии: $\frac{Mu_0^2}{2}=\frac{Mu^2}{2}+\mu MgS\Rightarrow\frac{u_0^2}{2}-\frac{0{,}81u_0^2}{2}=\mu gS\Rightarrow\quad S=\frac{0{,}19}{2}\cdot\frac{u_0^2}{\mu g}\Rightarrow$ $S=\frac{0{,}19}{2}\cdot\left(\frac{v_0}{15}\right)^2\cdot\frac{1}{\mu g}$. Ответ: $S=9{,}5$ м.

34.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)
Пусть m — масса пули, M — масса коробки, u_0 — начальная скорость коробки после взаимодействия с пулей. Согласно закону сохранения импульса $mv_0=m\cdot\frac{1}{4}v_0+Mu_0$. Так как $M=12m$, то $mv_0=m\cdot\frac{1}{4}v_0+12mu_0\Rightarrow\ u_0=\frac{1}{16}v_0$. Конечная скорость коробки равна $u=0{,}8u_0$. По закону сохранения и изменения механической энергии: $\frac{Mu_0^2}{2}=\frac{Mu^2}{2}+\mu MgS\Rightarrow\ \frac{u_0^2}{2}-\frac{0{,}64u_0^2}{2}=\mu MgS\Rightarrow\quad S=\frac{0{,}36}{2}\cdot\frac{u_0^2}{\mu g}\Rightarrow$ $S=\frac{0{,}36}{2}\cdot\left(\frac{v_0}{16}\right)^2\cdot\frac{1}{\mu g}$. Ответ: S = 6 м.

35.

Образец возможного решения (рисунок не обязателен)

Пусть m — масса куска пластилина, M — масса бруска, u_0 — начальная скорость бруска с пластилином после взаимодействия. Согласно закону сохранения импульса: $Mv_{\text{бр}} - mv_{\text{пл}} = (M+m)u_0$.

Так как $M = 4m$ и $v_{\text{бр}} = \frac{1}{3}v_{\text{пл}}$, то $4m\frac{1}{3}v_{\text{пл}} - mv_{\text{пл}} = 5mu_0 \Rightarrow$

$$4mv_{\text{пл}} - 3mv_{\text{пл}} = 5mu_0 \Rightarrow u_0\frac{1}{15}v_{\text{пл}}.$$

По условию конечная скорость бруска с пластилином $u = 0{,}7u_0$. По закону сохранения и изменения механической энергии:

$$\frac{(M+m)u_0^2}{2} = \frac{(M+m)u^2}{2} + \mu(M+m)gS \Rightarrow$$

$$\frac{5m\left(\frac{1}{15}v_{\text{пл}}\right)^2}{2} = \frac{5m\left(0{,}7\cdot\frac{1}{15}v_{\text{пл}}\right)^2}{2} + 5m\mu gS \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2\cdot 15^2}\cdot v_{\text{пл}}^2 - \frac{0{,}49}{2\cdot 15^2}\cdot v_{\text{пл}}^2 = \mu gS \Rightarrow$$

$$S = \frac{0{,}255}{255}\cdot\frac{v_{\text{пл}}^2}{\mu g} = 0{,}15\ (\text{м}).$$

Ответ: $S = 0{,}15$ м.

36.

Образец возможного решения

Введем обозначения:
M — масса бруска;
μ — коэффициент трения между бруском и столом;
m — масса грузика пружинного маятника;
k — жесткость пружины маятника;
A — амплитуда колебаний пружинного маятника;
T — период колебаний пружинного маятника.

Удлинение пружины при равновесии маятника: $x_0 = \frac{mg}{k}$.

Период гармонических колебаний пружинного маятника:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}.$$

Колебания грузика остаются гармоническими, если совместно выполнены два условия.

1) Верхний конец пружины в процессе колебаний неподвижен.

2) Пружина и нить все время натянуты, поэтому грузик нигде не переходит в режим свободного падения.

Образец возможного решения
Из первого условия следует, что в крайнем нижнем положении грузика, когда удлинение пружины равно $x_0 + A$, сила натяжения нити, равная по модулю упругой силе пружины, недостаточна для того, чтобы сдвинуть брусок: $F_{\text{упр}} = k(x_0 + A) = mg + kA \leq \mu Mg$.   Отсюда $A \leq \frac{g}{k}(\mu M - m) = \left(\mu\frac{M}{m} - 1\right)g\frac{T^2}{4\pi^2}$.   В нашем случае отсюда получаем $A \leq 3{,}75$ см.   Из второго условия следует, что в крайнем верхнем положении грузика, когда удлинение пружины равно $x_0 - A$, пружина растянута или не напряжена, но не сжата, откуда $A \leq x_0 = \frac{mg}{k} = g\frac{T^2}{4\pi^2}$.   В нашем случае отсюда получаем А ≤ 6,3 см.   Колебания грузика будут гармоническими при совместном выполнении этих условий: $A_{\max} = \min\left\{\left(\mu\frac{M}{m} - 1\right)g\frac{T^2}{4\pi^2}; g\frac{T^2}{4\pi^2}\right\} = 3{,}75$ см.

37.

Образец возможного решения
Введем обозначения: M — масса бруска; μ — коэффициент трения между бруском и столом; m — масса грузика пружинного маятника; k — жесткость пружины маятника; A — амплитуда колебаний пружинного маятника; T — частота колебаний пружинного маятника.   Удлинение пружины при равновесии маятника: $x_0 = \frac{mg}{k}$.   Частота гармонических колебаний пружинного маятника: $$v = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}.$$ Колебания грузика остаются гармоническими, если совместно выполнены два условия.   1) Верхний конец пружины в процессе колебаний неподвижен.   2) Пружина и нить все время натянуты, поэтому грузик нигде не переходит в режим свободного падения.   Из первого условия следует, что в крайнем нижнем положении грузика, когда удлинение пружины равно $x_0 + A$, сила натяжения нити, равная по модулю упругой силе пружины, недостаточна для того, чтобы сдвинуть брусок: $$F_{\text{упр}} = k(x_0 + A) = mg + kA \leq \mu Mg .$$

Образец возможного решения

Отсюда $A \le \frac{g}{k}(\mu M - m) = \left(\mu\frac{M}{m} - 1\right)\frac{g}{(2\pi\upsilon)^2}$.

В нашем случае отсюда получаем А ≤ 8,9 см.

Из второго условия следует, что в крайнем верхнем положении грузика, когда удлинение пружины равно $x_0 - A$, пружина растянута или не напряжена, но не сжата, откуда $A \le x_0 = \frac{mg}{k} = \frac{g}{(2\pi\upsilon)^2}$.

В нашем случае отсюда получаем А ≤ 6,3 см.

Колебания грузика будут гармоническими при совместном выполнении этих условий:

$$A_{\max} = \min\left\{\left(\mu\frac{M}{m} - 1\right)\frac{g}{(2\pi\upsilon)^2}; \frac{g}{(2\pi\upsilon)^2}\right\} = 6{,}3 \text{ см.}$$

38.

Образец возможного решения

Введем обозначения:

M — масса бруска;

μ — коэффициент трения между бруском и столом;

m — масса грузика пружинного маятника;

k — жесткость пружины маятника;

A — амплитуда колебаний пружинного маятника;

T — период колебаний пружинного маятника.

Удлинение пружины при равновесии маятника: $x_0 = \frac{mg}{k}$.

Период гармонических колебаний пружинного маятника: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$.

Колебания грузика остаются гармоническими, если совместно выполнены два условия.

1) Верхний конец пружины в процессе колебаний неподвижен.

2) Пружина и нить все время натянуты, поэтому грузик нигде не переходит в режим свободного падения.

Из первого условия следует, что в крайнем нижнем положении грузика, когда удлинение пружины равно $x_0 + A$, сила натяжения нити, равная по модулю упругой силе пружины, недостаточна для того, чтобы сдвинуть брусок: $F_{\text{упр}} = k(x_0 + A) = mg + kA \le \mu Mg$.

Отсюда $A \le \frac{g}{k}(\mu M - m) = \left(\mu\frac{M}{m} - 1\right)g\frac{T^2}{4\pi^2}$.

Образец возможного решения

Из второго условия следует, что в крайнем верхнем положении грузика, когда удлинение пружины равно $x_0 - A$, пружина растянута или не напряжена, но не сжата, откуда

$$A \le x_0 = \frac{mg}{k} = g\frac{T^2}{4\pi^2}.$$

По условию задачи, $\mu\frac{M}{m} - 1 = 0{,}6 < 1$, поэтому максимальная амплитуда колебаний равна $A_{max} = \left(\mu\frac{M}{m} - 1\right)g\frac{T^2}{4\pi^2}$,

откуда $T = 2\pi\sqrt{\frac{A_{max}}{\left(\mu\frac{M}{m} - 1\right)g}} \approx 0{,}31$ с.