

10 Класс.

Задача № 1. ДПС

Возможное решение

1. Координата самосвала $X_C = v \cdot t$;
2. Координата полицейской машины $X_{\Pi} = \frac{a t^2}{2}$;
3. Расстояние между машинами: $\Delta X = X_C - X_{\Pi} \rightarrow \Delta X = v \cdot t - \frac{a t^2}{2}$.
4. ΔX – параболическая функция времени, следовательно, максимум этой функции достигается в вершине параболы. (можно через производную!)
5. Вершина параболы достигается в момент времени $t = \frac{v}{a} = \frac{30}{2,5} = 12$ (с) .
6. Координата самосвала в этот момент $L = 3600$ м.
7. В точке догона самосвала полицейскими $X_C = X_{\Pi}$ или $v \cdot t_2 = \frac{a t_2^2}{2}$
8. тогда $t_2 = \frac{2v}{a} = \frac{60}{2,5} = 24$ с
9. Полицейские догонят самосвал в точке $X_B = v \cdot t_2 = 720$ м.

Критерии оценивания

- За 1-й пункт – 2 балла
- За 2-й пункт – 3 балла
- За 3-й пункт – 3 балла
- За 4-й пункт – 2 балла

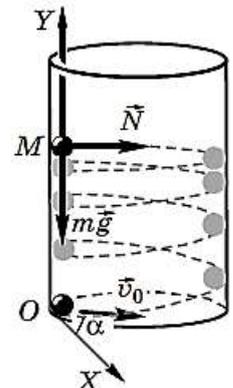
В расчётной части задачи, все числа должны быть проставлены, если это не так, то снимается 1 балл в каждом таком пункте

Если задача не решена, но есть мысли, направленные на решение, то можно поставить «утешительные» до 2-х баллов.

Задача № 2. Вертикальный цилиндр

Возможное решение

1. Введем систему отсчета XOY. Начало координат в начальной точке движения, ось OX направлена по касательной в сторону движения шайбы, ось OY по внутренней поверхности цилиндра вертикально вверх (см. рис.).
2. В направлении оси OX на шайбу при её движении силы не действуют, а проекция начальной скорости на эту ось $v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha$ будет неизменной.
3. Движение вдоль оси OY происходит с ускорением $-g$, а проекция начальной скорости $v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$.
4. Скорость вдоль оси OY изменяется по закону $v_y = v_0 \cdot \sin \alpha - gt$
5. В верхней точке M траектории скорость v_y равна нулю: $0 = v_0 \cdot \sin \alpha - gt_0$, где t_0 – время подъема тела в наивысшую точку.



6. Если «смотреть» сверху в цилиндр, то шайба движется по окружности радиусом R с постоянной скоростью v_{0x} , а угловая скорость вращения шайбы $\omega = v_{0x}/R$, где R – радиус цилиндра. Угол поворота $\varphi = \omega t$. За время t_0 тело совершит $n = 4$ оборота, т.е. $\varphi = 2\pi n$.
7. Подставим $2\pi n = \frac{v_0 \cdot \cos \alpha}{R} \cdot t_0 = \frac{v_0^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{gR}$ откуда $v_0^2 = \frac{2\pi n g R}{\sin \alpha \cdot \cos \alpha} =$.
8. Сила давления F тела на поверхность цилиндра в верхней точке равна по модулю силе N реакции стенок цилиндра, которая вызывает центростремительное ускорение шайбы, т.е.
- $$F = N = \frac{mv_0^2}{R} = \frac{m \cdot 2\pi n g R \cos^2 \alpha}{R \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha} = 2\pi n m g \operatorname{ctg} \alpha \approx 8,7 \text{ (Н)}$$

Критерии оценивания

- За 1-й пункт – 1 балл
 За 2-й пункт – 1 балл
 За 3-й пункт – 1 балла
 За 4-й пункт – 1 балл
 За 5-й пункт – 1 балл
 За 6-й пункт – 2 балла
 За 7-й пункт – 2 балла
 За 8-й пункт – 1 балл

В расчётной части задачи, все числа должны быть проставлены, если это не так, то снимается 1 балл в каждом таком пункте

Если задача не решена, но есть мысли, направленные на решение, то можно поставить «утешительные» до 2-х баллов.

Задача №3. Механическая система

Возможное решение

1. Сделаю рисунок и расставлю силы, действующие в системе и ускорения тел. (см. рис.)
2. Запишем второй закон Ньютона для каждого тела системы (см. рис.):

$$\begin{aligned} m_1 a_1 &= \mu m_1 g, \\ M a_2 &= \mu m_1 g - T, \\ m_2 a_2 &= T - m_2 g. \end{aligned}$$

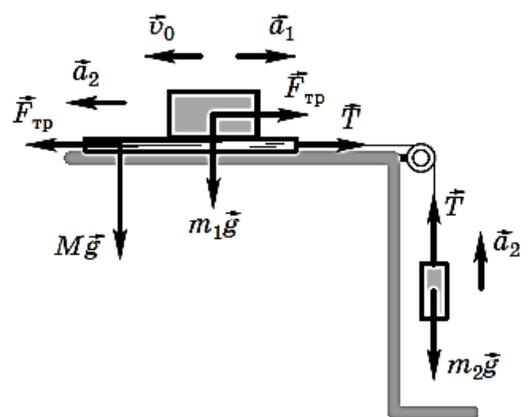
3. Кинематические законы движения бруска, доски, груза соответственно имеют вид:

$$\begin{aligned} v_6 &= v_0 - a_1 t, \\ v_{д,г} &= a_2 t, \\ h &= \frac{a_2 t^2}{2} \end{aligned}$$

4. К моменту, когда брусок перестанет скользить по доске $v_6 = v_{д,г}$, этому же моменту соответствует время t в системе уравнений (3).

5. Из равенства $v_6 = v_{д,г}$ следует, что $t = \frac{v_0}{a_1 + a_2}$. Из системы (2) получаем, что $a_1 = \mu g$.

$$a_2 = \frac{\mu m_1 - m_2}{M + m_2} \text{ и тогда } h = \frac{(\mu m_1 - m_2) \cdot (M + m_2) \cdot v_0^2}{2g \cdot [\mu(m_1 + m_2 + M) - m_2]^2}$$



$$6. \quad h = \frac{(\mu m_1 - m_2) \cdot (M + m_2) \cdot v_0^2}{2g \cdot [\mu(m_1 + m_2 + M) - m_2]^2} = \frac{(0,5 \cdot 2 - 0,5) \cdot (5 + 0,5) \cdot 5^2}{2 \cdot 10 \cdot [0,5(2 + 0,5 + 5) - 0,5]^2} = 0,31 \text{ (м)}. \blacksquare$$

Критерии оценивания

За 1-й пункт – 1 балл

За 2-й пункт – 2 балла

За 3-й пункт – 2 балла

За 4-й пункт – 1 балла

За 5-й пункт – 3 балла

За 6-й пункт – 1 балла

В расчётной части задачи, все числа должны быть проставлены, если это не так, то снимается 1 балл в каждом таком пункте

Если задача не решена, но есть мысли, направленные на решение, то можно поставить «утешительные» до 2-х баллов.

Задача № 4. Серная кислота

Возможное решение

1. По закону Фарадея за время τ выделится водород массой $m = k I_{\text{ср}} \tau$, где $I_{\text{ср}}$ — средняя сила тока.

2. Так как сила тока нарастает по линейному закону, то $I_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{max}} + I_0}{2} = \frac{I_{\text{max}}}{2}$.

3. Решив полученную систему уравнений, получим $I_{\text{max}} = \frac{2m}{k\tau} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^{-4}}{10^{-8} \cdot 1800} \approx 22,2 \text{ А}$.

Критерии оценивания

За 1-й пункт – 4 балла

За 2-й пункт – 4 балла

За 3-й пункт – 2 балла

В расчётной части задачи, все числа должны быть проставлены, если это не так, то снимается 1 балл в каждом таком пункте

Если задача не решена, но есть мысли, направленные на решение, то можно поставить «утешительные» до 2-х баллов.

Задача № 5. Самоизоляция

Возможное решение

1. Нарисуем рисунок по условию. И для ответа на вопрос задачи проведём касательную из точки на широте 30° (см. рис.) до пересечения плоскости зеркала

2. В этом случае видно, что $r_{\text{min}} = AB + BC$, где $AB = R \cdot \cos \varphi$

3. Из прямоугольного треугольника с основанием BC следует, что $BC = (R + R \sin \varphi) \operatorname{tg} \varphi$.

4. Следовательно, $r_{\text{min}} = R \cdot [\cos \varphi + (1 + \sin \varphi) \operatorname{tg} \varphi] = 25 \cdot [0,866 + (1 + 0,5) \cdot 0,577] \approx 43,3 \text{ (см)}$.

5. $r_{\text{min}} = 25 \cdot [0,866 + (1 + 0,5) \cdot 0,577] \approx 43,3 \text{ (см)}$.

Критерии оценивания

За 1-й пункт – 2 балл

За 2-й пункт – 2 балла

За 3-й пункт – 3 балла

За 4-й пункт – 2 балла

За 5-й пункт – 1 балл

Если задача не решена, но есть мысли, направленные на решение, то можно поставить «утешительные» до 2-х баллов.