

10 класс

Задача 1

Тело начинает двигаться из состояния покоя прямолинейно с постоянным ускорением. В некоторый момент равноускоренное движение меняется на равнозамедленное. Как относятся величины ускорений на участках разгона и торможения, если пройденные пути одинаковы, а средние скорости отличаются в 1,5 раза?

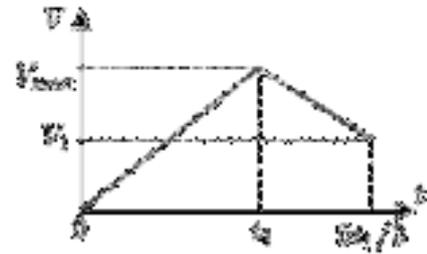
Решение:

Задачу можно решить, построив график зависимости скорости тела от времени. Поскольку пути, пройденные на участках разгона и торможения одинаковы, то одинаковы и площади под графиком на этих участках. Выразим средние скорости на участках разгона и торможения через максимальную скорость и конечную:

$$v_{1cp} = \frac{v_{max}}{2}, \quad v_{2cp} = \frac{v_{max} + v_1}{2}.$$

По условию средние скорости отличаются в 1,5 раза.

$$\text{Следовательно, } v_1 = \frac{v_{max}}{2}.$$



Так как пути одинаковы, а средние скорости отличаются в 1,5 раза, то во столько же раз отличаются время разгона и время торможения. Отсюда находим отношение ускорений на участках разгона и торможения:

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{v_{max}}{t_1} \cdot \frac{2/3 t_1}{v_{max} - v_1} = \frac{4}{3}.$$

Критерии оценивания

Получена связь между средними скоростями и максимальной скоростью	4 балла
Найдено отношение времени разгона и времени толрможения	3 балла
Найдено искомое отношение ускорений	3 балла

Задача 2

С каким ускорением a_0 нужно двигать по горизонтали клин с углом при основании 30° (см. рис.), чтобы кубик массой m давил на клин с силой $mg/2$, где g – ускорение свободного падения? Трение между кубиком и клином отсутствует.



Решение

Записывая второй закон Ньютона для кубика в проекции на ось x , перпендикулярную наклонной плоскости, получаем:

$$ma_x = N - mg \cos \alpha.$$

Учитывая, что кубик не отрывается от клина в процессе движения, получаем связь проекции ускорения кубика a_x с ускорением клина a_0 :

$$a_x = -a_0 \sin \alpha .$$

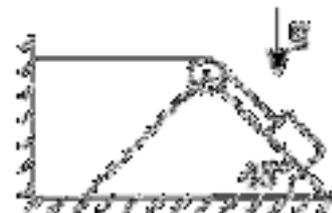
Подставляя эту формулу в первое соотношение и учитывая, что по условию $N = \frac{mg}{2}$, находим ускорение клина: $a_0 = g(\sqrt{3} - 1)$.

Критерии оценивания

Записан второй закон Ньютона для движения кубика	4 балла
Найдена кинематическая связь между ускорениями	3 балла
Найдено искомое значение ускорения клина	3 балла

Задача 3

Прикрепленная к стенке и переброшенная через блок нить удерживает груз на гладкой грани призмы (см. рис.) Пренебрегая массами нити, блока и призмы, а также трением в оси блока, найти значение коэффициента трения между призмой и горизонтальной поверхностью, при котором призма не будет двигаться. Грань, на которой находится груз, составляет угол $\alpha = 45^\circ$ с основанием, участок нити между стенкой и блоком горизонтален.



Решение:

Из условия равновесия груза на гладкой грани находим силу натяжения нити:

$$T = mgs \sin \alpha , \text{ где } m - \text{масса груза.}$$

На систему «призма-груз» действует вниз сила тяжести mg , а влево – сила натяжения нити T . Т.к. сила трения не может превосходить $F_{тр} = \mu N$, где $N = mg \cos \alpha$ - сила давления призмы на опору, то для неподвижности призмы необходимо выполнение условия: $T \leq \mu mg \cos \alpha$. Отсюда получаем: $\mu \geq \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$.

Критерии оценивания

Найдена сила натяжения нити	4 балла
Получено условие неподвижности призмы	3 балла
Найдено искомое значение коэффициента трения	3 балла

Задача 4

В воду при $t_{01} = 90^\circ\text{C}$, бросают раскаленные платиновые опилки. Найти начальную температуру опилок t_{02} , если известно, что после прекращения кипения уровень воды остался первоначальным. Удельная теплоемкость воды $4,19 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$, удельная теплота парообразования воды $2,26 \cdot 10^6 \text{ Дж}/\text{кг}$ при температуре кипения $t_{\text{кип}} = 100^\circ\text{C}$, плотность платины $\rho_2 = 21,4 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$, удельная теплоемкость платины $c_2 = 128 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$. Изменением плотности воды при нагреве пренебречь.

Решение:

Из закона сохранения энергии следует:

$$c_1 \rho_1 V (t_{\text{кин}} - t_{01}) + \lambda_1 \rho_1 V = c_2 \rho_2 V (t_{02} - t_{\text{кин}}).$$

Учитывая, что объем платины равен объему испарившейся воды, имеем:

$$t_{02} = t_{\text{кин}} + \frac{c_1}{c_2} \cdot \frac{\rho_1}{\rho_2} (t_{\text{кин}} - t_{01}) + \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot \frac{\lambda_1}{c_2} = 1,25 \cdot 10^3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Критерии оценивания

Записан закон сохранения энергии для системы	4 балла
Найдено условие равенства объемов платины и воды	3 балла
Найдено начальная температура опилок	3 балла

Задача 5

Имеется источник питания напряжением 18 В и три вольтметра. При подключении к источнику последовательно соединенных 1-го и 2-го вольтметров они показали напряжения 6 и 12 В соответственно. При подключении к источнику всех трех последовательно соединенных вольтметров 3-й показал 7,2 В. Какими будут показания каждого из вольтметров, если 2-й и 3-й соединить параллельно, последовательно с ними включить 1-й и получившуюся из вольтметров цепь подключить к источнику?

Решение:

Известно, что вольтметр показывает напряжение на самом себе. По результатам первого подключения можно сделать вывод, что сопротивление 2-го вольтметра в два раза больше, чем сопротивление 1-го, т.к. при последовательном соединении вольтметров через них идет одинаковый ток. При втором подключении напряжение на 1-ом и 2-ом вольтметрах вместе составляло, очевидно, 10,8 В. Значит, 1-й вольтметр при этом показывал 3,6 В, а второй – 7,2 В. Поскольку при втором включении показания 2-го и 3-го вольтметров оказываются одинаковыми (по 7,2 В), то их сопротивления равны. При третьем подключении вольтметров (2-й и 3-й параллельно, а 1-й последовательно с ними) все вольтметры покажут по 9 В, т.к. ток проходящий через 1-й вольтметр, поделится поровну между 2-м и 3-м.

Критерии оценивания

Найдено отношение сопротивлений вольтметров 1 и 2	3 балла
Установлено, что сопротивления вольтметров 2 и 3 равны	3 балла
Получено верное значение показаний вольтметров	4 балла