

Задание:

- Повторить теорию;
- Выполнить практическую работу;
- Оформить отчёт (должен содержать тему, цель, вариант (выбрать по списку), выполненное задание, в верхнем колонтитуле группа и фамилия студента);
- По вопросам обращаться 072-1098278 или hvastov@rambler.ru
- Фотоотчёт работы прислать в течении 3 дней со дня получения задания на hvastov@rambler.ru
- Выполненную работу предоставить по окончании дистанционного обучения.

№ п/п	ФИО студента	Вариант
1.	Бабкина Ольга Александровна	1
2.	Болычев Богдан Евгеньевич	2
3.	Жданов Сергей Александрович	3
4.	Журба Артём Андреевич	4
5.	Куликов Даниил Владимирович	5
6.	Прохорчук Андрей Александрович	6
7.	Ракитин Максим Дмитриевич	7
8.	Тищенко Виктория Витальевна	8
9.	Шукан Кристина Александровна	9
10.	Быля Алексей Дмитриевич	10
11.	Мелехов Максим Олегович	1

Тема 1.2 Динамика материальной точки

Практическая работа № 1 Движение материальной точки под действием сил: упругости, трения, тяжести

Цель работы: закрепить умение применять формулы силы трения, силы тяжести, закон Гука и закон всемирного тяготения при решении задач.

Методические указания

При решении задач по теме «Динамика материальной точки» следует придерживаться следующего алгоритма:

1. Сделать схематический рисунок, изобразить все силы, действующие на каждое тело рассматриваемой системы.
2. Выбрать систему координат xOy с таким расположением осей, чтобы наибольшее количество векторов сил было направлено вдоль осей. В случае движения тела по окружности ось Ox должна быть направлена к центру окружности (как и центростремительное ускорение).

3. Записать для каждого тела в отдельности второй закон Ньютона в векторной форме: $m\vec{a} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$.
4. Спроецировать эти уравнения на выбранные оси координат.
5. Дополнить полученную систему в случае необходимости кинематическими и динамическими соотношениями и решить её относительно искомой величины.

Основные понятия и формулы

Динамика - раздел механики, в котором исследуется влияние взаимодействия тел на их механическое движение.

Сила - векторная физическая величина, мера воздействия на тело со стороны других тел или полей. В системе СИ единицей силы является ньютон.

Результат действия силы зависит от направления, модуля силы и от точки приложения силы. Результатом действия силы являются изменение скорости тела или деформация.

Сила притяжения тела Землей называется весом тела.

Вес тела обозначим буквой \vec{P} , по модулю равен силе тяжести: $\vec{P} = m\vec{g}$.

Но это не значит, что вес тела и сила тяжести, приложенная к нему, одно и то же.

Сила тяжести – это гравитационная сила, приложенная к телу.

Вес тела – это сила упругости, приложенная к подъему.

Невесомость объясняется тем, что сила всемирного тяготения, а значит и сила тяжести, сообщают всем телам (в нашем случае – грузу и пружине) одинаковое ускорение \vec{g} . Поэтому всякое тело, на которое действует только сила тяжести или вообще сила всемирного тяготения, находится в состоянии невесомости.

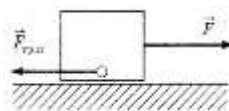
Закон всемирного тяготения формулируется следующим образом: всякие тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорционально произведению их масс и обратно пропорционально квадрату расстояния между ними.

Или на языке математики: $F \approx \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$ введя коэффициент пропорциональности $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$ – гравитационную постоянную, получим $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$.

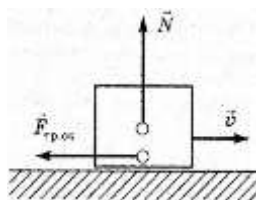
Сила трения — это сила, возникающая при движении одного тела по поверхности другого и препятствующая этому движению.

Трение может быть нескольких видов: трение покоя, трение скольжения и трение качения.

Трение покоя мешает началу движения тела по некоторой поверхности. Сила трения покоя по величине равна силе, которая прикладывается к телу.



Сила трения скольжения $F_{тр.ск}$ возникает при скольжении одного тела по поверхности другого. Её направление противоположно скорости движения тела.



Модуль силы трения скольжения прямо пропорционален силе нормальной реакции опоры N : $F_{тр.ск} = \mu N$, где μ — безразмерная величина.

Коэффициент пропорциональности μ — **коэффициент трения скольжения**, зависящий от вида веществ соприкасающихся тел, состояния их поверхностей и скорости скольжения одного тела относительно другого.

Модуль силы трения скольжения при движении по горизонтальной поверхности

$$F_{тр.ск} = \mu mg, \text{ поскольку } N = mg.$$

Трение качения возникает при качении одного тела по поверхности другого.

Модуль силы трения качения равен отношению произведения коэффициента трения качения k , модуля силы нормальной реакции опоры N к радиусу R катящегося тела.

$$F_{тр.кач.} = \frac{kN}{R}.$$

Сила, возникающая в результате деформации тела и направленная в сторону, противоположную перемещению частиц тела при деформации, называется силой упругости. По своему происхождению силы упругости — это электромагнитные силы.

Закон Гука: сила упругости, возникающая при деформации тела, пропорциональна удлинению тела и направлена в сторону, противоположную направлению перемещений частиц тела при деформации:

$$(F_{упр})_x = -kx$$

Здесь x – удлинение тела (пружины), k – коэффициент пропорциональности, который называется жёсткостью тела (пружины).

Жесткость зависит от размеров тела, формы и материала. Единица измерения жёсткости в СИ: $[k] = \left[\frac{H}{m} \right]$

Силу упругости, действующую на тело со стороны опоры (нити) или подвеса (пружины), называют силой реакции опоры.

Две силы можно заменить равнодействующей силой (см. рис.).



Если силы сонаправлены, то равнодействующая сила равна их сумме и направлена в ту же сторону. Если силы противоположно направлены, то равнодействующая сила равна их разности и направлена в сторону большей силы. Следствие: равнодействующая уравновешенных сил равна нулю.

Задание 1. Ответьте на вопросы:

1. Что называется силой?
2. Какие силы вам известны?
3. От чего зависит сила трения, действующая на тело?
4. Когда возникает сила упругости?
5. Объясните происхождение знака "-" в законе Гука?
6. Что называется весом тела?

Примеры решения задач

Задача 1. На сколько удлиниться пружина под нагрузкой 12,5 Н, если под нагрузкой в 10 Н пружина удлинилась на 4 см?

Дано: $F_1 = 10 \text{ Н}$ $x_1 = 4 \text{ см}$ $F_2 = 12,5 \text{ Н}$	СИ: $= 0,04 \text{ м}$	Решение: При растяжении пружины возникает сила упругости, для которой справедлив закон Гука: $F_{\text{упр}} = -kx$. Жёсткость пружины можно определить по формуле: $k = \frac{ F_{\text{упр}} }{x}$. Тогда $k = \frac{F_1}{x_1}$. Определим удлинение пружины $x_2 = \frac{F_2}{k} = \frac{F_2 \cdot x_1}{F_1}$. $x_2 = \frac{12,5 \cdot 0,04}{10} = 0,05 \text{ м} = 5 \text{ см}$
Найти: $x_2 = ?$		
Ответ: $x_2 = 5 \text{ см}$		

Задача 2. На каком расстоянии сила притяжения двух шариков массами по 1 г равна $6,7 \cdot 10^{-17}$ Н?

Дано:
 $m_1 = m_2 = 1$ г

$F = 6,7 \cdot 10^{-17}$ Н
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$
 Н·м²/кг²

Найти:

R-?

СИ:
 =0,001 кг

Решение:

По закону всемирного тяготения сила притяжения

шаров $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$

$$R^2 = \frac{G \cdot m_1^2}{F} \rightarrow R = \sqrt{\frac{G \cdot m_1^2}{F}}$$

$$R = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 0,001 \cdot 0,001}{6,7 \cdot 10^{-17}}} = 1 \text{ м}$$

Ответ: R=1 м

Задача 3. Велосипедист, ехавший со скоростью 36 км/ч, увидел примерно в 10 м от себя препятствие и резко затормозил. Успеет ли велосипедист остановиться до препятствия? Коэффициент трения скольжения шин по сухому асфальту 0,7. Как изменится тормозной путь при увеличении скорости движения в 2 раза?

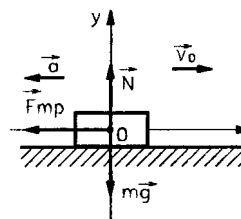
Дано:
 $v_0 = 36$ км/ч

$v = 0$
 $S = 10$
 $\mu = 0,7$
 $g = 10$ м/с²

Найти:
 l-?

СИ:
 10 м/с

Решение:



Чтобы ответить на вопрос задачи, необходимо найти тормозной

путь велосипедиста и сравнить его с расстоянием S до препятствия.

$$F_{\text{тр}} = \mu mg = ma$$

Формула скорости в общем виде: $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$

Учитывая, что движение равнозамедленное и $v = 0$, имеем $0 = v_0 - at \rightarrow t = \frac{v_0}{a}$

Перемещение $S = v_0 t - \frac{at^2}{2} \rightarrow S = \frac{v_0^2}{2a} = l$

$$l = \frac{10^2}{2 \cdot 10 \cdot 0,7} = 7 \text{ м}$$

Ответ: Велосипедист успеет остановиться до препятствия, т.к. S=10 м, а тормозной путь велосипедиста 7 м. Если скорость возрастёт вдвое, то тормозной путь увеличится в 4 раза.

Задание 2. Решите количественные задачи

Задача 1. К крючку динамометра прикрепили полоску резины жесткостью k . При растяжении полоски на длину x показания динамометра составили F . Определите значение величины, обозначенной «?». Как изменятся показания динамометра, если деформация полоски резины увеличится в α раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k , Н/м	?	60	70	?	50	60	?	80	50	?
x , мм	20	?	40	50	?	30	40	?	20	30
F , Н	1,5	2	?	3	1,5	?	2,5	3	?	2
α	1,2	1,3	1,4	1,5	1,2	1,3	1,4	1,5	1,2	1,3

Задача 2. Когда резиновая шайба находится на горизонтальной поверхности льда, то сила тяжести, действующая на шайбу уравнивается силой реакции N со стороны поверхности льда. Если, ударив по шайбе, заставить ее скользить по поверхности льда, то возникнет сила трения скольжения $F_{тр}$. Коэффициент трения скольжения между шайбой и поверхностью льда равен μ . Определите значение величины, обозначенной «?». Во сколько раз изменится сила трения скольжения, если сверху на шайбу положить n таких же шайб?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N , Н	?	1,5	1,6	?	1,6	1,7	?	1,7	1,8	?
$F_{тр}$, Н	0,27	?	0,24	0,29	?	0,31	0,32	?	0,36	0,37
M	0,15	0,18	?	0,18	0,2	?	0,2	0,22	?	0,22
n	1	2	3	2	3	4	3	4	1	4

Задача 3. Металлический брусок прямоугольной формы размером $a \times b \times c$ подвешен к динамометру. Показания динамометра F . Плотность металла ρ . Определите значение величины, обозначенное «?». Во сколько раз изменятся показания динамометра, если все размеры бруска увеличить в α раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a , см	10	12	14	18	?	20	16	10	14	12
b , см	6	4	3	?	5	8	10	4	?	6
c , см	2	?	1,5	2	3	4	0,5	?	3	2
F , Н	5,3	3,8	?	25,1	23,6	55,2	?	4,2	17,3	12,6
ρ , г/см ³	?	2,7	7,8	8,9	7,3	?	11,3	7,2	7	?
α	1,5	2	2,5	3	1,5	2	2,5	3	1,5	2

Задача 4. Два тела массами m_1 и m_2 , находящиеся на расстоянии r друг от друга, взаимодействуют с силой гравитационного притяжения F . Определите

значение величины, обозначенной «?». Как изменится сила гравитационного взаимодействия, если расстояние между телами увеличить в β раз?

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$m_1, 10^6$ кг	2,5	?	3	4	1,5	?	2	2,5	3	?
$m_2, 10^6$ кг	2	2,5	?	3	4	1,5	?	2	2,5	3
$r, \text{ м}$	100	150	200	?	150	200	250	?	200	250
$F, \text{ мН}$?	0,8	0,9	0,7	?	0,9	0,7	0,8	?	0,7
β	3	2,5	2	1,5	3	2,5	2	1,5	3	2,5