

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
Заочная школа

ФИЗИЧЕСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

7 класс. Задание № 3 (2)

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕЛ

Новосибирск

Разработка задания: доцент В.Г.Харитонов

Уважаемый ученик!

Приступая к выполнению задания, внимательно прочтите теоретическую часть задания, которая содержит материал в концентрированном виде, удобном для более глубокого понимания физических законов и понятий и практического использования при решении задач. Попробуйте самостоятельно решить задачи, указанные в качестве примера. Сравните свой ход решения с решением в задании. Затем приступайте к задачам для самостоятельного решения. Присылайте нам свою работу, даже если Вам не удается довести решение до ответа¹.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Работа может быть оформлена на бумажном носителе (в ученической тетради в клетку) или в виде файла: лучше всего в виде набранного документа в формате .doc, .docx, .rtf, формулы и рисунки можно делать с помощью встроенного в Word редактора или вставлять в виде небольших картинок, отсканированных (или сфотографированных) с белых листов бумаги. Если Вы собираетесь сканировать работу, то оформляйте **не в тетради, а на белых листах формата А4**. Страйтесь, чтобы количество листов было минимальным. Пишите разборчиво, т.к. после сканирования иногда сложно разобрать текст. **Не нужно** присыпать отдельным файлом каждую страницу Вашей работы. Сканируйте все страницы подряд – в один файл! Лучше сохранять в PDF формате. Обязательно пишите краткое условие задачи, а затем ее решение. Указывайте номера задач – они должны совпадать с теми, которые указаны в задании. Обязательно оставляйте поля для замечаний преподавателя.

Кроме того, желательно:

1. разделить решения разных задач горизонтальной чертой;
2. если решение задачи делится на этапы, отмечать начало каждого нового этапа;
3. выделить ответ²;
4. как правило, решение ищите в виде формул, а цифры подставляйте в конце.

¹ Преподаватель оценит тот объем задания, который Вам удалось выполнить.

² Например, обвести его рамкой.

На обложке тетради или (если работа в файле, то на 1 странице) нужно указать:

1. Отделение (физическое).
2. Класс, в котором Вы учитесь в Заочной школе.
3. Номер задания, тема
4. Ваш почтовый адрес (с индексом), конт. телефон, e-mail.
5. Фамилию, имя, отчество.

Убедительно просим оформлять обложку по указанному образцу.

Работу отправлять любым удобным для Вас способом:

• **на бумажном носителе:** простой или заказной бандеролью. В тетрадь вложите листок бумаги размером 6x10 см с Вашим почтовым адресом;

• **в электронном виде:**

➤ по e-mail. Тема письма должна совпадать с названием файла с работой: Фамилия_предмет класс - № задания (напр.: Иванов_Физика 10 - 2) В письме обязательно укажите: ФИО, класс, предмет, № задания, тема, регион, конт. телефон. Мы всегда подтверждаем получение Вашей работы;

➤ или через личный кабинет сайта ЗШ.

Требования к оформлению работ в электронном виде и вся подробная информация есть на сайте ЗШ: <http://zfmsh.nsu.ru>, Тел.: +7(383)363 40 66; E-mail: zfmsh@yandex.ru

Адрес: ЗШ СУНЦ НГУ, ул. Пирогова, 11/1 (Ляпунова, 3), к. 455, Новосибирск-90, 630090

Вместе с рецензией к проверенной работе Вам будут высланы методические указания к решению задач и ответы. Настоятельно рекомендуем прочесть их, даже если Вы получили правильный ответ.³

³ Вы можете узнать и о другом способе решения.

При отсутствии воздействия других тел, скорость тела не изменяется. Это явление называют **инерцией**.

Великий английский ученый Исаак Ньютон (1643—1727) сформулировал закон инерции, который впоследствии получил название **«Первый закон Ньютона»**:

Всякое тело продолжает удерживаться в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние.

При взаимодействии тел их скорости изменяются. Изменение скорости тел называется ускорением. Ускорение — это скорость изменения скорости. Скорость определяется как отношение пути S к промежутку времени Δt . В свою очередь, ускорение — как отношение изменения скорости Δv к промежутку времени Δt .

Ускорение тела определяется его массой и силой, на него действующей.

Масса тела — это физическая величина, которая является мерой инертности тела. При одинаковом внешнем воздействии ускорение тем меньше, чем больше масса тела.

Количественная мера воздействия на тело называется силой. Это векторная величина.

По **второму закону Ньютона** сила F , равна произведению массы тела на его ускорение:

$$\vec{F} = m\vec{a} .$$

Это, по существу, определение силы.

В общем случае, когда на тело действуют несколько сил, слева во втором законе Ньютона должна стоять векторная сумма действующих сил.

Для протяженного тела, или для системы тел, сумма сил F , приложенных к телу, определяется, как приложенная к определенной точке: **центру масс** (иначе — центру тяжести). Для однородного тела, например, прямоугольного ковра, этот центр расположен в его середине.

За единицу массы принят килограмм (1 кг). Так как ускорение измеряется в m/c^2 , за единицу силы принята величина, при действии которой на тело массы 1 кг, оно приобретает ускорение $1m/c^2$. Эта единица получила наименование ньютон (Н). Тогда

$$1N = 1\text{kg} \cdot 1m/c^2 .$$

По **третьему закону Ньютона** сила, с которой тело 1 действует на тело 2, равна по величине и противоположна по направлению силе, с которой тело 2 действует на тело 1. Часто закон формулируется в упрощенном виде: «Сила действия равна силе противодействия».

Для описания взаимодействия тел очень важен еще один параметр: **импульс** тела. Это произведение массы тела на его скорость:

$$\vec{p} = m\vec{v}.$$

Тогда второй закон Ньютона можно записать в виде:

$$\vec{F} = m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}.$$

Ньютон сформулировал второй закон именно в таком виде.

Рассмотрим систему из двух тел (1 и 2). Силы взаимодействия между ними равны по величине и противоположны по направлению. Выражая силы через изменения импульсов, получим:

$$\frac{\Delta \vec{p}_1}{\Delta t} + \frac{\Delta \vec{p}_2}{\Delta t} = 0.$$

Или $\Delta \vec{p}_1 + \Delta \vec{p}_2 = 0$. Сумма импульсов системы в отсутствие внешних воздействий оказывается постоянной! Это частный случай **закона сохранения импульса**.

Взаимодействия тел весьма разнообразны. Рассмотрим некоторые из них.

Сила тяжести. Это сила притяжения, действующая со стороны Земли вблизи ее поверхности. Оказалось что все тела, (если пренебречь силой сопротивления воздуха) падают на землю с одинаковым ускорением.

Сила направлена вниз и определяется формулой:

$$F = mg, \text{ где } g = 9,8 \text{ м/с}^2 - \text{ускорение свободного падения.}$$

В дальнейшем будем принимать значение $g = 10 \text{ м/с}^2$. Смысл названия легко понять, записав второй закон Ньютона для тела, на которое не действуют другие силы:

$$mg = ma.$$

И ускорение равно g .

Еще одна сила – **сила упругости**. Наглядные примеры упругих тел – это пружины и резинки. Но оказывается, что и тела, называемые обычно «твёрдыми», способны немного изменять свои размеры. Все тела состоят из атомов и молекул. Не вдаваясь в подробности, можно понять, что при сильном сближении атомы отталкиваются друг от

друга: все тела сопротивляются сжатию. С другой стороны, при увеличении расстояний между атомами они должны притягиваться, иначе невозможно было бы существование твердых и жидких фаз.

Поэтому при попытке сжать или растянуть тело с его стороны возникает реакция – сила F , противостоящая воздействию. Ее называют силой упругости. При малых деформациях (удлинении или сжатии) Δl сила определяется **законом Гука**:

$$F_{upr.} = k\Delta l .$$

Где k – коэффициент жесткости (или просто жесткость) тела.

Вес тела – это сила, с которой тело вследствие притяжения к Земле действует на опору или подвес.

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

1. Почему резкое торможение автобуса опасно для пассажира? Опишите подробно.

Решение. При резком торможении скорость должна быстро уменьшиться. Для этого должна возникнуть большая сила. Сила, действующая на стоящего пассажира – это сила трения со стороны пола. Ее, как правило, недостаточно для быстрого торможения. Поэтому человек по инерции движется вперед, что, естественно, опасно.

2. Сестры стоят на коньках на гладком льду. Старшая толкает младшую. Обе начинают катитьсяся, но младшая с заметно большей скоростью, чем старшая. «Давай теперь я тебя толкну», говорит младшая. Вопреки ее ожиданиям, она снова откатывается с большей скоростью, чем старшая сестра, причем во столько же раз большей, что и прежде. Почему так происходит?

Решение. Так как силы толчков разные, отъезжают сестры на разные расстояния. При любой силе толчка полный импульс должен быть равен нулю. Тогда получается, что при любой силе толчка разница расстояний должна быть пропорциональна массе тел сестер. То есть неодинаковая – больше у сестры меньшей массы и меньше у старшей сестры.

3. Человек массы $M = 65$ кг пытается поднять с земли груз массой $m = 40$ кг, прилагая силу $F = 250$ Н. С какой силой человек давит на землю? С какой силой давит на землю груз?

Решение. Для того, чтобы груз оторвался от земли, необходимо приложить силу $mg = 40 \cdot 9,8 = 392\text{Н}$. То есть груз не отрывается от земли.

Тогда на груз действуют три силы: тяжести – mg , F и сила давления со стороны земли – N_1 . Так как груз неподвижен, имеем:

$$mg - F - N_1 = 0.$$

Откуда $N_1 = mg - F = 142\text{ Н}$.

На человека действуют силы Mg , F , N_2 (со стороны земли). Тогда условие равновесия запишется в виде: $Mg + F - N_2 = 0$. Откуда получаем ответ:

$$N_2 = Mg + F = 887\text{ Н}.$$

Задачи для самостоятельного решения

1. Мяч после удара футболиста летит вертикально вверх. Укажите силы, действующие на мяч: 1) в момент удара; 2) во время полета мяча вверх; 3) во время полета мяча вниз; 4) при ударе о землю.
2. Человек массы $M = 80\text{ кг}$ держит гирю массы $m = 10\text{ кг}$ на вытянутой руке. С какой силой человек давит на пол?
3. Парашютист массы $m = 80\text{ кг}$ опускается с постоянной скоростью. Найдите силу сопротивления f воздуха, действующую на парашютиста.
4. Кран опускает груз массы $m = 1\text{ т}$ с ускорением, $a = 1\text{ м/с}^2$. Каково натяжение троса крана?

5. При старте космической ракеты на первых этапах запуска ускорение достигает значения $a = 4g$. Найдите при этом вес космонавта, если его масса $m = 80$ кг.

6. Тело массы m висит на закрепленной пружине жесткости k . Найдите удлинение пружины, если тело поднимают вверх с ускорением a .

7. На гладком (трением пренебречь) горизонтальном столе находятся два тела масс m_1 и m_2 , соединенные легкой нерастяжимой нитью, массой которой можно пренебречь (рис. 1).

На первое тело действует постоянная горизонтальная сила F_1 , а на второе противоположно направленная сила F_2 . Найдите ускорения тел и силу натяжения нити.

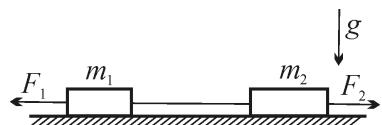


Рис. 1

Разработка задания: доцент В.Г.Харитонов

Подписано к печати 25.06.20

Формат 60x84/16

Уч.изд.л. 0,5

Тираж 100 экз.

© Специализированный учебно-научный центр НГУ, 2020