

Преподаватель Семенова Ольга Леонидовна

Физика

Группа БУ1/1

01.11.2022

**Лекция.**

**Импульс и импульс силы. Закон сохранения импульса.**

1. **Образовательная:** сформировать у студентов представление о импульсе и импульсе силы, реактивном движении; рассмотреть закон сохранения импульса.

2. **Воспитательная:** воспитать логическое мышление, внимание.

3. **Развивающая:** развитие коммуникативных качеств, критического мышления, познавательной активности студентов.

**Формируемые общие и профессиональные компетенции:** Материал лекции на тему: «Импульс и импульс силы. Закон сохранения импульса» формирует такие общие компетенции:

- ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
- ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
- ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
- ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
- ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
- ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
- ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.
- ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
- ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

**Интеграционные связи:** тема взаимосвязана с предыдущими темами дисциплины «Физика»

### Литература:

1. Мякишев Г.Я. Физика: учеб. для 10 кл. общеобразоват. учреждений: базовый и профил. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский; под ред. В.И. Николаева, Н.А. Парфентьевой. – 17 изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 2008. – 366 с.

### Вопросы лекции:

- 1) Импульс тела. Импульс силы.
- 2) Закон сохранения импульса.
- 3) Реактивное движение в природе и технике.

**Импульс тела (количество движения)  $p$**  – векторная физическая величина, численно равная произведению массы тела на его скорость:  $\vec{p} = m\vec{v}$ .

Единицы измерения в СИ:  $[p] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ .

Импульс механической системы равен геометрической сумме импульсов всех тел системы.

**Внимание!** Вектор импульса тела всегда сонаправлен с вектором скорости тела.

**Внимание!** Вектор импульса силы всегда сонаправлен с вектором силы.

Рассмотрим второй закон Ньютона для случая равноускоренного движения:

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t} = \frac{m\vec{v} - m\vec{v}_0}{\Delta t} = \frac{\vec{p} - \vec{p}_0}{\Delta t}, \text{ следовательно, } \vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}.$$

Или сила равна отношению изменения импульса тела к промежутку времени,

в течение которого эта сила действовала  $\left( \vec{F} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} \right)$ , или сила равна изменению импульса тела за 1 с.

Импульс силы - произведение силы на время её действия.

Импульс тела равен сумме импульсов отдельных его элементов.

Импульс системы тел равен векторной сумме импульсов каждого из тел системы.

Внутренние силы - это силы, с которыми взаимодействуют тела системы между собой.

Внешние силы - это силы, создаваемые телами, которые не принадлежат к данной системе.

Замкнутая система - это система, в которой внешние силы не действуют или сумма внешних сил равна нулю.

Абсолютно неупругий удар - это столкновение двух тел, которые объединяются и движутся дальше как одно целое.

Абсолютно упругий удар - столкновение тел, при котором тела не соединяются и их внутренние энергии остаются неизменными.

### **Закон сохранения импульса тела.**

Если внешние силы на систему не действуют или их сумма равна нулю, то импульс системы остается неизменным:

$$\Delta \vec{p} = \text{const.}$$

Закон сохранения импульса является одним из основных законов физики.

Границы применимости закона сохранения импульса: замкнутая система.

Закон сохранения импульса с честью выдержал испытание временем и до сих пор он продолжает свое триумфальное шествие.

Он дал неоценимый инструмент для исследования ученым, как один из фундаментальных законов физики, ставя запрет одним процессам и открывая дорогу другим.

Действие этого закона проявляется в науке, в технике, в природе и в повседневной жизни. Всюду этот закон работает отлично - реактивное движение, атомные и ядерные превращения, взрыв и т.д.

Во многих повседневных ситуациях помогает разобраться понятие импульса.

Рене Декарт попытался использовать термин «импульс» вместо силы. Это связано с тем, что силу трудно измерить, а массу и скорость измерить несложно. Поэтому вместо импульса часто говорят количество движения (Именно Ньютон первым назвал произведение массы тела на скорость количеством движения).

Декарт понимал большое значение понятия количества движения — или импульса тела — как произведения массы тела на скорость. Но он совершил ошибку, не рассматривая количество движения как векторную величину. Ошибка эта была исправлена в начале XVIII века.

Используя закон сохранения импульса можно «найти» и невидимые объекты, например, электромагнитные волны, излучаемые открытым колебательным контуром, или антинейтрино – субатомные частицы, не оставляющие следов в детекторах.

Геометрическая (векторная) сумма импульсов взаимодействующих тел, составляющих замкнутую систему, остаётся неизменной:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_i = \text{const}$$

Система реальных тел может рассматриваться как **замкнутая**, если:

- действие на систему внешних тел пренебрежимо мало;
- действия на систему внешних тел скомпенсированы;
- рассматриваются изменения, происходящие в системе в течение такого малого промежутка времени, что действие внешних тел не успевает существенно изменить состояние системы.

Если система тел **не замкнута**, то изменение суммарного импульса системы

тел равно импульсу внешней результирующей силы:  $\Delta\vec{p} = \vec{F}_{\text{внешн}} \Delta t$ .

Примеры применения закона сохранения импульса:

1. любые столкновения тел (бильярдных шаров, автомобилей, элементарных частиц и т. д.);
2. движение воздушного шарика при выходе из него воздуха и другие примеры реактивного движения;
3. разрывы тел, выстрелы и т. д.

**Реактивное движение** – движение тела, возникающее при отделении некоторой его части с определённой скоростью относительно тела.

У многих людей само понятие «реактивного движения» крепко ассоциируется с современными достижениями науки и техники, в особенности физики, а в голове появляются образы реактивных самолетов или даже космических кораблей, летающих на сверхзвуковых скоростях с помощью пресловутых реактивных двигателей. На самом же деле явление реактивного движения намного более древнее, чем даже сам человек, ведь оно появилось задолго до нас, людей. Да, реактивное движение активно представлено в природе: медузы, осьминоги, каракатицы вот уже миллионы лет плавают в морских пучинах по тому же самому принципу, по которому сегодня летают современные сверхзвуковые реактивные самолеты.

С древних времен различные ученые наблюдали явления реактивного движения в природе, так раньше всех о нем писал древнегреческий математик и механик Герон, правда, дальше теории он так и не зашел.

Если же говорить о практическом применении реактивного движения, то первыми здесь были изобретательные китайцы. Примерно в XIII веке они догадались позаимствовать принцип движения осьминогов и каракатиц при изобретении первых ракет, которые они начали использовать, как для фейерверков, так и для боевых действий (в качестве боевого и сигнального

оружия). Чуть позднее это полезное изобретение китайцев переняли арабы, а от них уже и европейцы.



Разумеется, первые условно реактивные ракеты имели сравнительно примитивную конструкцию и на протяжении нескольких веков они практически никак не развивались, казалось, что история развития реактивного движения замерла. Прорыв в этом деле произошел только в XIX веке.

Пожалуй, лавры первооткрывателя реактивного движения в «новом времени» можно присудить Николаю Кибальчичу, не только талантливому российскому изобретателю, но и по совместительству революционеру-народовольцу. Свой проект реактивного двигателя и летательного аппарата для людей он создал сидя в царской тюрьме. Позднее Кибальчич был казнен за свою революционную деятельность, а его проект так и остался пылиться на полках в архивах царской охранки.

Позднее работы Кибальчича в этом направлении были открыты и дополнены трудами еще одного талантливого ученого К. Э. Циолковского. С 1903 по 1914 год им было опубликовано ряд работ, в которых убедительно доказывалась возможность использования реактивного движения при создании космических кораблей для исследования космического пространства. Им же был сформирован принцип использования многоступенчатых ракет. И по сей день многие идеи Циолковского применяются в ракетостроении.

Наверняка купаясь в море, Вы видели медуз, но вряд ли задумывались, что передвигаются эти удивительные (и к тому же медлительные) существа как раз таки с благодаря реактивному движению. А именно с помощью сокращения своего прозрачного купола они выдавливают воду, которая служит своего рода «реактивных двигателем» медуз.



Похожий механизм движения имеет и каракатица – через особую воронку впереди тела и через боковую щель она набирает воду в свою жаберную полость, а затем энергично выбрасывает ее через воронку, направленную назад либо в бок (в зависимости от направления движения нужного каракатице).



Но самый интересный реактивный двигатель созданный природой имеется у кальмаров, которых вполне справедливо можно назвать «живыми торпедами». Ведь даже тело этих животных по своей форме напоминает

ракету, хотя по правде все как раз с точностью наоборот – это ракета своей конструкцией копирует тело кальмара.



Если кальмару необходимо совершить быстрый бросок, он использует свой природный реактивный двигатель. Тело его окружено мантией, особой мышечной тканью и половина объема всего кальмара приходится на мантийную полость, в которую тот всасывает воду. Потом он резко выбрасывает набранную струю воды через узкое сопло, при этом складывая все свои десять щупалец над головой таким образом, чтобы приобрести обтекаемую форму. Благодаря столь совершенной реактивной навигации кальмары могут достигать впечатляющей скорости – 60-70 км в час.

Среди обладателей реактивного двигателя в природе есть и растения, а именно так званный «бешеный огурец». Когда его плоды созревают, в ответ на самое легкое прикосновение он выстреливает клейковиной с семенами



Кальмары, «бешеные огурцы», медузы и прочие каракатицы издревле пользуются реактивным движением, не задумываясь о его физической сути, мы же попробуем разобраться, в чем суть реактивного движения, какое движение называют реактивным, дать ему определение.

Для начала можно прибегнуть к простому опыту – если обычный воздушный шарик надуть воздухом и, не завязывая отпустить в полет, он будет стремительно лететь, пока у него не израсходуется запас воздуха. Такое явление поясняет третий закон Ньютона, говорящий, что два тела взаимодействуют с силами равными по величине и противоположными по направлению.

То есть сила воздействия шарика на вырывающиеся из него потоки воздуха равна силе, которой воздух отталкивает от себя шарик. По схожему с шариком принципу работает и ракета, которая на огромной скорости выбрасывает часть своей массы, при этом получая сильное ускорение в противоположном направлении.



Физика поясняет процесс реактивного движения законом сохранения импульса. Импульс это произведение массы тела на его скорость ( $mv$ ). Когда ракета находится в состоянии покоя ее импульс и скорость равны нулю. Когда же из нее начинает выбрасываться реактивная струя, то остальная часть согласно закону сохранения импульса, должна приобрести такую скорость, при которой суммарный импульс будет по прежнему равен нулю.

В целом реактивное движение можно описать следующей формулой:

$$m_s v_s + m_p v_p = 0$$

$$m_s v_s = -m_p v_p$$

где  $m_s v_s$  импульс создаваемой струей газов,  $m_p v_p$  импульс, полученный ракетой.

Знак минус показывает, что направление движения ракеты и сила реактивного движения струи противоположны.

В современной технике реактивное движение играет очень важную роль, так реактивные двигатели приводят в движение самолеты, космические корабли. Само устройство реактивного двигателя может отличаться в зависимости от его размера и назначения. Но так или иначе в каждом из них есть

- запас топлива,
- камера, для сгорания топлива,
- сопло, задача которого ускорять реактивную струю.

Так выглядит реактивный двигатель.



### **Домашнее задание**

**Изучить материал, ответить на вопросы.**

- 1) Что такое импульс тела?**
- 2) Что такое импульс силы?**
- 3) Закон сохранения импульса.**
- 4) Что такое реактивное движение?**
- 5) Примеры реактивного движения в природе и технике.**

**Ответы присылать на электронную почту:  
teacher-m2022@yandex.ru**