

Рассмотрим несколько примеров, подтверждающих справедливость закона сохранения импульса.

Наверняка многие из вас наблюдали, как приходит в движение надутый воздухом воздушный шарик, если развязать нить, стягивающую его отверстие.

Объяснить это явление можно с помощью закона сохранения импульса.

Пока отверстие шарика завязано, шарик с находящимся внутри него сжатым воздухом покоится, и его импульс равен нулю.

При открытом отверстии из него с довольно большой скоростью вырывается струя сжатого воздуха. Движущийся воздух обладает некоторым импульсом, направленным в сторону его движения.

Согласно действующему в природе закону сохранения импульса, суммарный импульс системы, состоящей из двух тел — шарика и воздуха в нём, должен остаться таким же, каким был до начала истечения воздуха, т. е. равным нулю. Поэтому шарик начинает двигаться в противоположную струе воздуха сторону с такой скоростью, что его импульс равен по модулю импульсу воздушной струи. Векторы

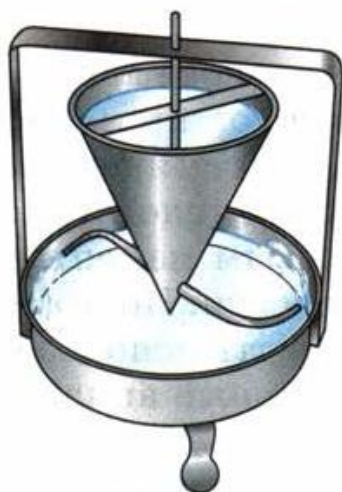


Рис. 46. Демонстрация реактивного движения с помощью сегнерова колеса

импульсов шарика и воздуха направлены в противоположные стороны. В результате суммарный импульс взаимодействующих тел остаётся равным нулю.

Движение шарика является примером **реактивного движения**. Реактивное движение происходит за счёт того, что от тела отделяется и движется какая-то его часть, в результате чего само тело приобретает противоположно направленный импульс.

На принципе реактивного движения основано вращение устройства, называемого **сегнеровым колесом** (рис. 46). Вода, вытекающая из сосуда конической формы через сообщающуюся с ним изогнутую трубку, вращает сосуд в направлении, противоположном скорости воды в струях. Следовательно, реактивное действие оказывает не только струя газа, но и струя жидкости.

Реактивное движение используют для своего перемещения и некоторые живые существа, например осьминоги, кальмары, каракатицы и другие головоногие моллюски (рис. 47). Двигаются они благодаря тому, что всасывают, а затем с силой выталкивают из себя воду. Существует даже разновидность кальмаров, которые с помощью своих «реактивных двигателей» могут не только плавать в воде, но и на короткое время вылетать из неё, чтобы

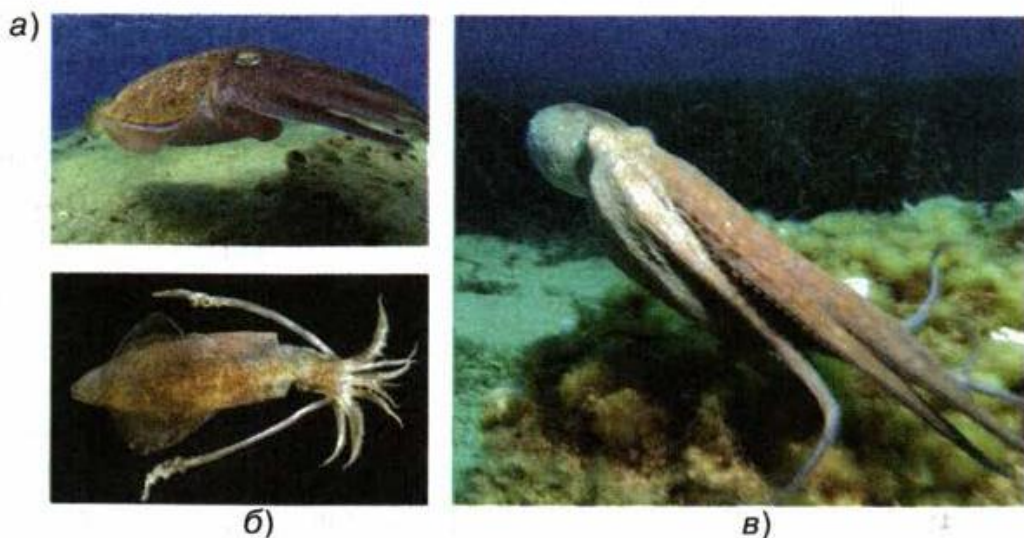


Рис. 47. Реактивное движение для своего перемещения используют головоногие моллюски:
а — каракатица;
б — кальмар;
в — осьминог



Старт ракеты-носителя
с космическим
кораблём «Союз»

поскорее настичь добычу или спастись от врагов.

Вы знаете, что принцип реактивного движения находит широкое практическое применение в авиации и космонавтике. В космическом пространстве нет среды, с которой тело могло бы взаимодействовать и тем самым изменять направление и модуль своей скорости. Поэтому для космических полётов могут быть использованы только реактивные летательные аппараты, т. е. ракеты.

Рассмотрим вопрос об устройстве и запуске так называемых *ракет-носителей*, т. е. ракет, предназначенных для вывода в космос искусственных спутников Земли, космических кораблей, автоматических межпланетных станций и других полезных грузов.

В любой ракете, независимо от её конструкции, всегда имеется оболочка и топливо с окислителем. На рисунке 48 изображена ракета в разрезе. Мы видим, что оболочка ракеты включает в себя полезный груз (в данном случае это космический корабль 1), приборный отсек 2 и двигатель (камера сгорания 6, насосы 5 и пр.).

Основную массу ракеты составляет топливо 4 с окислителем 3 (окислитель нужен для поддержания горения топлива, поскольку в космосе нет кислорода).

Топливо и окислитель с помощью насосов подаются в камеру сгорания. Топливо, сгорая, превращается в газ высокой температуры и высокого давления, который мощной струёй устремляется наружу через раструб специальной формы, называемый *соплом* 7. Назначение сопла состоит в том, чтобы повысить скорость струи.

С какой целью увеличивают скорость выхода струи газа? Дело в том, что от этой скорости зависит скорость ракеты. Это можно показать с помощью закона сохранения импульса.

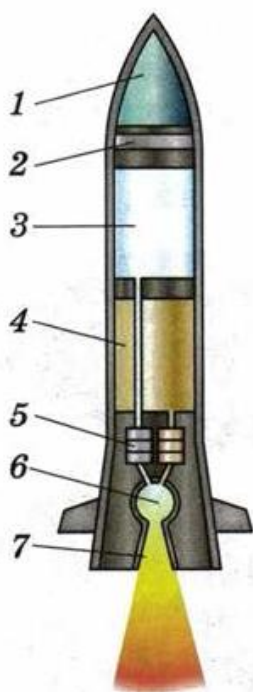


Рис. 48. Схема ракеты



Рис. 49. Схема трёхступенчатой ракеты



**КОНСТАНТИН ЭДУАРДОВИЧ
ЦИОЛКОВСКИЙ**

(1857—1935)

Российский учёный и изобретатель в области аэродинамики, ракетодинамики, теории самолёта и дирижабля. Основоположник теоретической космонавтики

Для простоты рассуждений будем пока считать, что ракета представляет собой замкнутую систему (т. е. не будем учитывать действие на неё силы земного притяжения).

Поскольку до старта импульс ракеты был равен нулю, то по закону сохранения суммарный импульс движущейся оболочки и выбрасываемого из неё газа тоже должен быть равен нулю. Отсюда следует, что импульс оболочки и направленный противоположно ему импульс струи газа должны быть равны по модулю. Значит, чем с большей скоростью вырывается газ из сопла, тем больше будет скорость оболочки ракеты.

Помимо скорости истечения газа существуют и другие факторы, от которых зависит скорость движения ракеты.

Мы рассмотрели устройство и принцип действия одноступенчатой ракеты, где под ступенью подразумевается та часть, которая содержит баки с горючим и окислителем и двигатель. В практике космических полётов обычно используют многоступенчатые ракеты, развивающие гораздо большие скорости и предназначенные для более дальних полётов, чем одноступенчатые.

На рисунке 49 показана схема трёхступенчатой ракеты. После того как топливо и окислитель первой ступени будут полностью израсходованы, эта ступень автоматически отбрасывается и в действие вступает двигатель второй ступени.

Уменьшение общей массы ракеты путём отбрасывания уже ненужной ступени позволяет сэкономить топливо и окислитель и увеличить скорость ракеты. Затем таким же образом отбрасывается вторая ступень.



СЕРГЕЙ ПАВЛОВИЧ КОРОЛЁВ

(1907—1966)

Советский учёный, конструктор ракетно-космических систем. Основоположник практической космонавтики

Если возвращение космического корабля на Землю или его посадка на какую-либо другую планету не планируется, то третья ступень, как и две первых, используется для увеличения скорости ракеты. Если же корабль должен совершить посадку, то она используется для торможения корабля перед посадкой. При этом ракету разворачивают на 180° , чтобы сопло оказалось впереди. Тогда вырывающийся из ракеты газ сообщает ей импульс, направленный против скорости её движения, что приводит к уменьшению скорости и даёт возможность осуществить посадку.

Идея использования ракет для космических полётов была выдвинута в начале XX в. русским учёным и изобретателем **Константином Эдуардовичем Циолковским**. Циолковский разработал теорию движения ракет, вывел формулу для расчёта их скорости, был первым, кто предложил использовать многоступенчатые ракеты.

Полвека спустя идея Циолковского была развита и реализована советскими учёными под руководством **Сергея Павловича Королёва**.

? Вопросы

1. Основываясь на законе сохранения импульса, объясните, почему воздушный шарик движется противоположно струе выходящего из него сжатого воздуха. 2. Приведите примеры реактивного движения тел. 3. Каково назначение ракет? Расскажите об устройстве и принципе действия ракеты. 4. От чего зависит скорость ракеты? 5. В чём заключается преимущество многоступенчатых ракет перед одноступенчатыми? 6. Как осуществляется посадка космического корабля?



УПРАЖНЕНИЕ 21

1. С лодки, движущейся со скоростью 2 м/с, человек бросает весло массой 5 кг с горизонтальной скоростью 8 м/с противоположно движению лодки. С какой скоростью стала двигаться лодка после броска, если её масса вместе с человеком равна 200 кг?



Рис. 50

2. Какую скорость получит модель ракеты, если масса её оболочки равна 300 г, масса пороха в ней 100 г, а газы вырываются из сопла со скоростью 100 м/с? (Считайте истечение газа из сопла мгновенным.)
3. На каком оборудовании и как проводится опыт, изображённый на рисунке 50? Какое физическое явление в данном случае демонстрируется, в чём оно заключается и какой физический закон лежит в основе этого явления?
Примечание: резиновая трубка была расположена вертикально до тех пор, пока через неё не начали пропускать воду.
4. Прodelайте опыт, изображённый на рисунке 50. Когда резиновая трубка максимально отклонится от вертикали, перестаньте лить воду в воронку. Пока оставшаяся в трубке вода вытекает, наблюдайте, как будет меняться: а) дальность полёта воды в струе (относительно отверстия в стеклянной трубке); б) положение резиновой трубки. Объясните оба изменения.