

Изменения скоростей, происходящие также в противоположные стороны, будут обратно пропорциональны массам тел, ибо количества движения получают равные изменения.

Исаак Ньютон

...при действии сил, равнодействующая которых пропорциональна массе точки, точка переменной массы... движется так же, как движется точка постоянной массы при действии тех же сил и при тех же начальных данных.

Иван Мещерский

Я разработал некоторые стороны вопроса о поднятии в пространство с помощью реактивного прибора, подобно-го ракете.

Константин Циолковский

Механизм действия ракетного двигателя в точности сходен с явлением отдачи ружья; здесь не нужен воздух, чтобы отталкиваться от него.

Ричард Фейнман

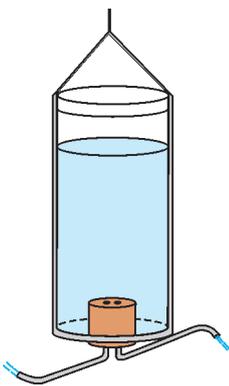
А так ли хорошо знакомо вам реактивное движение?

Этот вопрос вполне уместен сейчас, когда отмечается 50-летие запуска первого искусственного спутника Земли – события, ознаменовавшего начало новой эры, эры освоения человеком космического пространства. Осуществление давней мечты стало возможным благодаря развитию реактивной техники. Долгая, насчитывающая тысячелетия ее история совершила необыкновенно быстрый рывок, перейдя от предсказаний и расчетов к прямой реализации идеи безопорного движения за пределами Земли. И здесь, без сомнения, можно гордиться решающим вкладом в теорию и практику космонавтики отечественных ученых, инженеров и конструкторов.

Проходит время, и казавшиеся чудом достижения – первый спутник, первый облет человеком Земли, первый выход в открытый космос – становятся рутинными, многократно повторяемыми эпизодами. Теперь на орбитальную станцию отправляются как на работу и даже... в турпоездку. Однако новые планы, связанные с межпланетными перелетами, с предупреждением астероидной опасности, со строительством индустриального пояса вокруг Земли и лунных баз, с совершенствованием спутниковых средств связи и выводом за атмосферу астрономических приборов, словно открыли второе дыхание космонавтики. И ни одно из возникающих ее направлений не обойдется без этих необычных машин – ракет.

Со многими вопросами реактивного движения можно не только познакомиться, но и всерьез разобраться, опираясь на хорошо знакомые законы механики. К чему мы вас сегодня и приглашаем.

Вопросы и задачи



1. Сможет ли вращаться в пустоте (например, в сильно разреженном воздухе под колоколом воздушного насоса) сегнерово колесо, изображенное на рисунке?

2. С площадки заднего вагона движущегося поезда человек бросает камень против движения поезда так, что камень отвесно

падает на землю. На что же была затрачена работа, совершенная человеком при броске, если в результате камень потерял кинетическую энергию, которой он обладал, двигаясь вместе с поездом?

3. По рельсам в горизонтальном направлении катится тележка с песком. Через отверстие в дне песок ссыпается между рельсами. Как изменится при этом скорость тележки?

4. Во время прыжка через болото барон Мюнхгаузен, заметив, что не допрыгнет до противоположного берега, прямо в воздухе «усилием воли» повернул обратно и вернулся на берег, с которого прыгал. Почему невозможен этот «правдивый случай»?

5. Можно ли отнести к реактивному движению: а) откат орудия при выстреле; б) подъем воздушного шара после сбрасывания балласта?

6. В каком случае орудие могло бы приобрести при выстреле большую скорость, чем вылетевший из него снаряд?

7. На железнодорожной платформе, которая может двигаться по рельсам, укреплены две одинаковые пушки, стволы которых направлены вдоль рельсов в противоположные стороны. При одновременных выстрелах оба снаряда попадают каждый в свою цель. Попадут ли снаряды в цели, если одна из пушек выстрелит немного раньше другой?

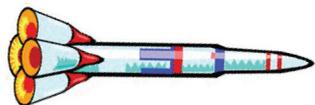
8. При пуске реактивного снаряда, установленного в хвосте самолета для защиты от нападения сзади, было обнаружено, что снаряд разворачивался и догонял самолет. Как это можно объяснить?

9. Космонавт, находясь в состоянии невесомости, «повис» внутри кабины спутника Земли. Каким образом он может развернуться вокруг своей продольной оси?

10. Космонавт находится на некотором расстоянии от космического корабля, имея при себе два одинаковых однозарядных пистолета. Он может стрелять одновременно из двух пистолетов или использовать их по очереди. Как должен поступить космонавт, чтобы быстрее вернуться на корабль?

11. Космический корабль движется вокруг Земли так, что все время находится в точке, где силы притяжения Луны и Земли компенсируют друг друга. Работают ли при этом двигатели корабля?

12. Двигатель ракеты работает в импульсном режиме, выбрасывая равными порциями с одинаковыми скоростями продукты сгорания и тем самым как бы ступеньками увеличивая скорость ракеты. Будут ли изменяться величины этих приращений скорости по мере сгорания топлива?



при этом выхлопные газы?

14. Скорость истечения газов относительно стартовой ракеты составляет не более четырех километров в секунду. Каким же образом ракета может достичь первой, а тем более второй космической скорости?

15. Можно ли превратить Землю в гигантский космический корабль, используя для этой цели современные ракетные двигатели?

Микроопыт

Сверните из очень тонкой проволоки небольшую спираль, слегка смажьте ее маслом или вазелином и аккуратно положите на воду с помощью пинцета либо обычной вилки. Затем наберите несколько капель мыльного раствора пипеткой или соломинкой для питья и роняйте по капельке раствора в центр спирали. Как станет вести себя спираль? Почему?

Любопытно, что...

...возможность использовать реактивную силу струи пара, хотя бы в виде игрушки, была открыта еще в первом веке новой эры Героном Александрийским. А в 1750 году венгерский ученый Янош Сегнер изобрел на этом принципе одну из первых реактивных гидравлических турбин — «сегнерово колесо». Его действие сегодня можно наблюдать на лужайках, орошаемых с помощью насадок, вращающихся на водопроводных колонках.

...известные в Китае еще с XI века пороховые ракеты применялись не только для фейерверков, но и в военном деле — как зажигательные и разрывные снаряды, а также как осветительные средства. Однако по-настоящему боевые реактивные снаряды были созданы в 1817 году русским ученым-артиллеристом, генералом А.Д.Засядко и успешно применены при обороне Севастополя в 1854—55 годах во время Крымской войны.

...явление отдачи, вызывавшее откатывание назад старинных пушек, со временем научились использовать для перезарядки огнестрельного оружия, например в пулеметах, автоматических пистолетах и скорострельных пушках.

...в теории многоступенчатых ракет, разработанной К.Э.Циолковским в 1926 году, было показано, что последняя ступень ракеты способна достичь первой космической скорости. Из теории следовало, что целесообразно с расходом топлива отбрасывать баки, трубопроводы и двигатели отработавших ступеней, а в идеале — непрерывно избавляться от ненужной уже массы ракеты, что пока, увы, конструктивно неосуществимо.

...гигантом среди многоступенчатых ракет и сейчас остается «Сатурн-5», который вывел на орбиту космический корабль «Аполлон-11», доставивший 20 июля 1969 года на Луну американских астронавтов.

Стартовая масса системы 2950 тонн, ее высота 111 метров.

...помимо мощных маршевых двигателей в ракетно-космической технике используется так называемая дetonационная автоматика, решающая с помощью «ювелирных» по массе и габаритам зарядов взрывчатых веществ задачи мгновенного разделения элементов конструкций, разрезание электрических кабелей, отстрел парашютов и запуск различных приборов.

...погасить скорость при посадке космического аппарата на Землю помогает атмосфера: торможение в ней позволяет использовать на конечном этапе снижения парашют. Такая возможность полностью отпадает при спуске на Луну — отсутствие атмосферы на ней заставляет гасить скорость лишь реактивными импульсами, а последние метры пути аппарат садится на струе газа из сопла.

...переноситься с континента на континент со скоростью свыше десяти тысяч километров в час в разреженных слоях атмосферы, выводить на околоземную орбиту полезные грузы с обычных аэродромов должны летательные аппараты нового поколения с гиперзвуковыми воздушно-реактивными двигателями, создаваемыми сегодня зарубежными и отечественными специалистами.

...разгадкой неожиданно больших скоростей у новорожденных сверхплотных нейтронных звезд, достигающих 1500 километров в секунду, вероятно, может быть природный реактивный двигатель — излучение нейтрино, уносящих огромную энергию и способных создать необходимый импульс отдачи.

...идеальной для межзвездных полетов была бы гипотетическая ракета, роль газовой струи в которой играл бы пучок фотонов, иначе говоря, скорость истечения «струи» равнялась бы скорости света. Однако мощность подобной ракеты массой всего лишь в одну тонну при движении с ускорением, равным g , должна была бы превосходить мощность крупной электростанции типа Братской ГЭС примерно в 1000 раз.

...очередной прорыв в космос готовят в ближайшие пятнадцать лет все космические державы. Это, прежде всего, череда лунных экспедиций. Наша соседка уже рассматривается как полигон для испытания технологий, необходимых для покорения Марса, как база на пути к другим планетам, как новая астрономическая обсерватория и даже... как музей под открытым небом для посещения космическими туристами.

Что читать в «Кванте» о реактивном движении

(публикации последних лет)

1. «Почему вращается вертушка?» — 2002, Приложение №4, с. 121;
2. «Сколько стоит запуск спутника?» — 2002, №5, с. 30;
3. «Великое уравнение механики» — 2003, №5, с. 35;
4. «Опыты с пластиковыми бутылками» — 2004, №4, с. 20;
5. «Калейдоскоп» Кванта — 2004, №5, с. 32;
6. «Булава» — 2005, №1, с. 29;
7. «Почему именно ракета» — 2005, Приложение №6, с. 142;
8. «Как Студент думал Землю остановить» — 2006, №5, с. 28.

Публикацию подготовил А.Леонович