

Я.И. ПЕРЕЛЬМАН

ЗАНИМА- ТЕЛЬНЫЙ КОСМОС

Межпланетные
путешествия



Яков Перельман

**Занимательный космос.
Межпланетные путешествия**

«АСТ»

2008

Перельман Я. И.

Занимательный космос. Межпланетные путешествия /
Я. И. Перельман — «АСТ», 2008

ISBN 978-5-17-050727-6

«Это сочинение явилось первой в мире серьезной, хотя и вполне
общепонятной книгой, рассматривающей проблему межпланетных перелетов
и распространяющей правильные сведения о космической ракете...» К. Э.
Циолковский

ISBN 978-5-17-050727-6

© Перельман Я. И., 2008

© АСТ, 2008

Содержание

| | |
|---|----|
| Предисловие автора к десятому изданию[1] | 5 |
| Предисловие К.Э. Циолковского к шестому изданию | 7 |
| Глава 1. Величайшая греза человечества | 8 |
| Глава 2. Всемирное тяготение и земная тяжесть | 9 |
| Глава 3. Можно ли укрыться от силы тяжести? | 17 |
| Глава 4. Можно ли ослабить земную тяжесть? | 24 |
| Глава 5. Вопреки тяжести – на волнах света | 25 |
| Глава 6. Из пушки на луну. Теория | 30 |
| Глава 7. Из пушки на луну. Практика | 39 |
| Глава 8. К звездам на ракете | 44 |
| Конец ознакомительного фрагмента. | 51 |

Яков Исидорович Перельман

Занимательный космос.

Межпланетные путешествия

Предисловие автора к десятому изданию¹

Первое издание этой книги, двадцать лет назад, я напутствовал следующими строками:

«Было время, когда признавалось невозможным переплыть океан. Нынешнее всеобщее убеждение в недостижимости небесных светил обосновано в сущности не лучше, нежели вера наших предков в недостижимость антиподов. Правильный путь к разрешению проблемы заатмосферного летания и межпланетных путешествий уже намечен, – к чести русской науки, – трудами нашего ученого. Практическое же разрешение этой грандиозной задачи может осуществиться в недалеком будущем.

«Этой маленькой экскурсией в область космической физики автор, помимо прямой задачи, преследует и другую цель: он желал бы до некоторой степени рассеять существующее в публике предубеждение против небесной механики и физики, как знаний слишком отвлеченных, неспособных будто бы дать пищу живому уму. Наука, которая открывает возможность успешно соперничать в полете воображения с фантазией остроумнейших романистов, проверять и исправлять их смелые замыслы, наука, указывающая пути осуществления величайших грез человечества, должна перестать казаться сухой и скучной. Автор надеется, что простейшие сведения из этой области знания, которые рассеяны в настоящей книге, заронят в уме любознательного читателя интерес к изучению механики и физики Вселенной и возбудят желание ближе познакомиться с фундаментом величественной науки о небе.

«Чтение этой книги не требует никаких специальных познаний. Материал, предназначенный для более подготовленных читателей, отнесен в отдел Приложений».

За два десятилетия, протекавшие со времени выхода в свет первого издания этой книги, предмет ее пережил стремительную эволюцию. Из проблемы чисто теоретической заатмосферное летание успело вырасти в практическую задачу современной техники. Оно перестало быть мечтой и начинает претворяться в действительность на глазах нынешнего поколения.

Столь значительная перемена не могла, конечно, не сказаться на содержании книги, отразившей в десяти своих изданиях последовательные этапы развития проблемы заатмосферного летания. Каждое новое издание перерабатывалось, исправлялось, пополнялось целыми главами. Новый текст нельзя было механически присоединять к прежнему, потому что новые достижения не только обогащали содержание той или иной главы, но и меняли ее перспективу: приходилось всю главу составлять заново. Параллельно с расширением материала рос и объем книги. Настоящее, 10-е, издание почти втрое больше первого. И это – несмотря на то, что книга рассматривает преимущественно лишь принципиальные, физико-астрономические стороны проблемы, без углубления в конструктивные частности.

По форме изложения книга в основном тексте по-прежнему остается сочинением популярным. Ее цель – правильно ориентировать читателя, ознакомить с главными вопросами, рассеять предубеждение против осуществимости нового рода транспорта, не затушевывая в то же время стоящих на его пути трудностей. Чтение книги должно служить ступенью к проработке существующей специальной литературы. Литература эта множится с каждым годом; если при

¹ Десятое издание книги «Межпланетные путешествия» было выпущено в 1935 г. – *Здесь и далее прим. науч. ред. отмечены цифрой, прим. авт. – звездочкой.*

первом своем появлении «Межпланетные путешествия» были единственной в мире отдельно изданной книгой по своему предмету, то сейчас имеется уже известный выбор книг на эту тему, популярных и научных, русских и иностранных.

Излишне добавлять, что и в настоящее, 10-е, издание понадобилось внести ряд изменений по сравнению с предшествовавшим, несмотря на то что оба издания разделены промежуток всего в один год.

Я. П.

Предисловие К.Э. Циолковского к шестому изданию

В 1903 г. в петербургском ежемесячном журнале «Научное Обозрение» (№ 5) появилась моя математическая работа о ракетном снаряде для заатмосферного летания: «Исследование мировых пространств реактивными приборами». Журнал был мало распространенный и скорее философский и литературный, а никак не технический. Поэтому, кроме немногих иностранцев, никто моей работы не заметил. После торжества авиации я получил возможность возвратиться в печати к затронутой теме: в 1911–1912 гг. была опубликована в «Вестнике воздухоплавания» моя новая работа под тем же заглавием. Она содержала резюме первой работы и значительное ее развитие. Работа обратила на себя внимание специалистов, – но широким кругам читателей идеи мои стали известны лишь с того времени, когда за пропаганду их принялся автор «Занимательной физики» Я.И. Перельман, выпустивший в 1915 г. свою популярную книгу «Межпланетные путешествия». Это сочинение явилось первой в мире серьезной, хотя и вполне общепонятной книгой, рассматривающей проблему межпланетных перелетов и распространяющей правильные сведения о космической ракете. Книга имела большой успех и выдержала за истекшие 14 лет пять изданий. Автор давно известен своими популярными, остроумными и вполне научными трудами по физике, астрономии и математике, написанными, к тому же, чудесным языком и легко воспринимаемыми читателями.

Горячо приветствую появление настоящего, шестого по счету, издания «Межпланетных путешествий», пополненного и обновленного сообразно продвижению этой проблемы новейшими исследованиями.

К. Циолковский

Глава 1. Величайшая греза человечества

*Проложенная Ньютоном дорога
Страданий облегчила тяжкий гнет;
С тех пор открытий сделано уж много,
И верно мы к Луне когда-нибудь,
Благодаря парам, направим путь.
Байрон («Дон Жуан», 1823 г.)*

Мысль о путешествиях на другие планеты, о странствовании в межзвездных пустынях недавно была только заманчивой грезой. Рассуждать на эту тему можно было разве лишь так, как говорили об авиации несколько веков назад, в эпоху Леонардо да Винчи. Но сейчас нет уже сомнений, что подобно тому, как авиация из красивой мечты превратилась в повседневную действительность, так в недалеком будущем осуществится и мысль о космических путешествиях. Наступит день, когда небесные корабли-звездолеты ринутся в глубь Вселенной и перенесут бывших пленников Земли на

Луну, к планетам – в другие миры, казалось бы, навеки недоступные для земного человечества.

Двести-триста лет назад, когда воздухоплавание было только фантастической грезой, вопрос о межзвездных полетах казался тесно связанным с проблемой летания и плавания в атмосфере.

Но вот мы путешествуем уже в воздухе над горными хребтами и пустынями, летим через материки и океаны, побывали над полюсом, облетели кругом всю планету – словом, добились сказочных успехов в деле летания в воздухе. Более того: в самые последние годы человек стал проникать в высшие, сильно разреженные слои атмосферы, в область стратосферы, где невозможно дышать из-за недостатка кислорода и где господствует мороз в 50–90 °С. Естественной является мысль, что покорение заатмосферных высот и достижение небесных светил – не столь уж далеки. Однако это не так: на пути к полетам в мировое пространство делаются сейчас лишь первые скромные шаги и притом вовсе не теми средствами, какими пользуются авиация и воздухоплавание.

Иначе и быть не может: полет в воздухе и полет в пустоте – проблемы совершенно разные. Воздушные шары поддерживаются на высоте выталкивающим действием окружающего воздуха. Еде воздуха нет, там всякий воздушный шар, чем бы он ни был наполнен, должен падать вниз, как камень. Специалисты утверждают, что никогда в будущем воздушные шары не поднимутся выше 40 км, т. е. выше тех слоев атмосферы, где воздух разрежен в 300–400 раз. Что касается самолетов, то, с точки зрения механики, они движутся так же, как и пароход или паровоз: колеса паровоза отталкиваются от рельсов, винт парохода – от воды, пропеллер аэроплана – от воздуха. Но в заатмосферных пустынях, в мировом пространстве нет среды, на которую можно было бы так или иначе опереться.

Значит, чтобы осуществить межпланетные полеты, техника должна обратиться к другим приемам летания; она должна выработать такой аппарат, который мог бы передвигаться, управляясь в безвоздушном пространстве, не имея никакой опоры вокруг себя. Для разрешения так поставленной задачи техника вынуждена искать принципиально иных путей.

Глава 2. Всемирное тяготение и земная тяжесть

Прежде чем приступить к этим поискам, уделим внимание тем невидимым цепям, которые приковывают нас к земному шару – познакомимся ближе с действием силы всемирного тяготения. С нею-то, главным образом, и предстоит иметь дело будущим плователям по мировому океану.

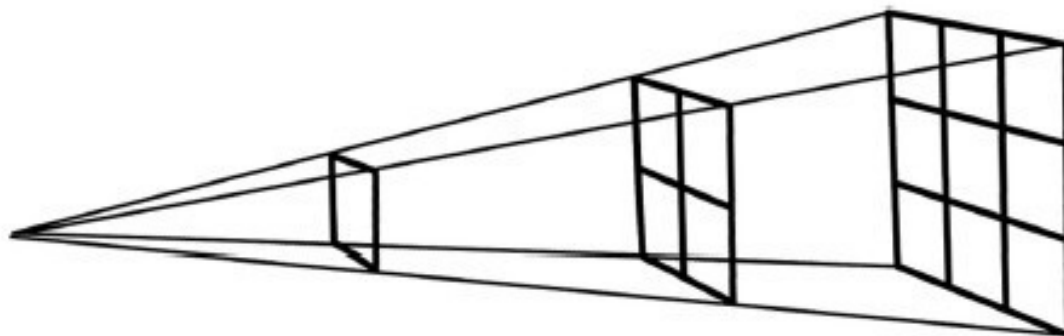


Рис. 1. Всемирное притяжение: закон расстояний

На двойном расстоянии притяжение уменьшается в 2×2 , т. е. в 4 раза, на тройном – в 3×3 , т. е. в 9 раз и т. д. – «пропорционально квадрату расстояния»

Начнем с одного распространенного заблуждения. Часто приходится слышать о некоторой «сфере» земного притяжения, выйдя за пределы которой, тела не подвержены уже притягивающему действию нашей планеты. От этого превратного представления надо отрешиться. Никакой «сферы» земного притяжения, никаких пределов для него не существует. Притяжение Земли, да и всякого тела, простирается беспрестанно: оно лишь ослабевает с расстоянием, но никогда и нигде не прекращается вовсе. Когда мы мысленно переносимся с Земли на Луну и подпадаем под притягательное действие нашего спутника, мы не должны представлять себе дело так, будто где-то прекращается земное притяжение и начинается притяжение лунное; нет, на Луне появляются оба притяжения, но лунное превозмогает, – и явно заметно лишь действие преобладающей силы притяжения нашего спутника.

Однако близ лунной поверхности сказывается также и земное притяжение. Да и у нас на Земле, наряду с земным притяжением, проявляется тяготение Луны и Солнца; о нем дважды в сутки молчаливо, но убедительно свидетельствуют морские приливы.

Взаимное притяжение присуще не только телам небесным; это одно из основных свойств всякой материи. Им обладают даже самые мелкие крупинки вещества, где бы они ни помещались и какой бы ни были природы. Ни на мгновение не перестает оно проявляться везде и всюду, на каждом шагу, в великом и в малом. «Падение яблока с дерева, провал моста, сцепление почвы, явление прилива, предвращение равноденствий, орбиты планет со всеми их возмущениями, существование атмосферы, солнечное тепло, вся область астрономического тяготения, так же как форма наших домов и мебели, совокупность условий обыденной жизни и даже наше существование – всецело зависят от этого основного свойства вещества», – так картинно изображает английский физик проф. О. Лодж значение тяготения в природе. Каждые две частицы любого вещества притягивают друг друга, – и никогда, ни при каких условиях взаимное их притяжение не прекращается: ослабевая с расстоянием, оно нисколько не уменьшается с течением времени.

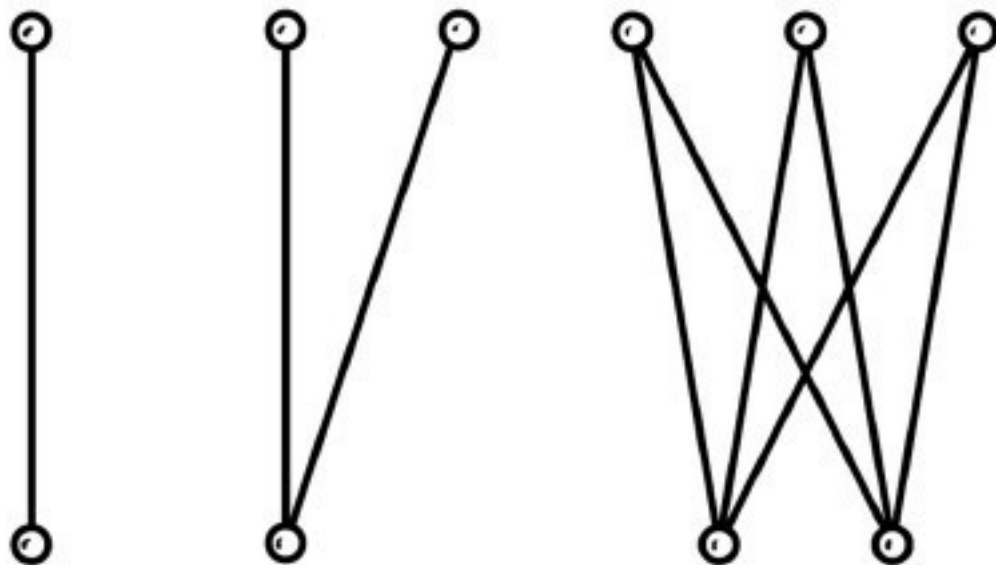


Рис. 2. Всемирное притяжение: закон масс

1 единица массы притягивает 1 единицу с силою 1 ед.;
2 ед. массы притягивают 1 ед. с силою 2 ед.; 3 ед. массы
притягивают 2 ед. с силою 2×3 , т. е. 6 ед., и т. д.

Как же велика сила взаимного притяжения тел? Она может быть и невообразимо ничтожна, и чудовищно могущественна – в зависимости от размеров притягивающихся масс и от их взаимного расстояния.

Два яблока, по 100 г каждое, подвешенные одно от другого на расстоянии в 10 см (между центрами яблок), притягиваются с ничтожною силою в $1/150\,000$ мг. Это в сотни тысяч раз меньше веса песчинки. Ясно, что подобная сила едва ли способна преодолеть жесткость нитей, поддерживающих яблоки, и, конечно, не в состоянии сблизить яблоки сколько-нибудь заметным образом. Два взрослых человека, отстоящие на метр один от другого, взаимно притягиваются с силою около 40-й доли миллиграмма (см. Приложение 1). Столь ничтожная сила не может обнаружиться в условиях обыденной жизни. Она недостаточна даже, чтобы разорвать паутинную нить; а ведь чтобы сдвинуть с места человека, нужно преодолеть трение его подошв о пол; для груза в 65 кг трение достигает 20 кг, т. е. в 800 миллионов раз больше, чем упомянутая сила взаимного притяжения человеческих тел. Удивительно ли, что в условиях обиходной жизни мы не замечаем на Земле взаимного тяготения предметов?

Но если бы трения не было, если бы два человеческих существа висели без опоры в пустом пространстве и ничто не мешало проявляться их взаимному притяжению, – то какие бы чувства ни питали эти люди друг к другу, они непреодолимо влеклись бы навстречу силою всемирного тяготения, хотя скорость этого сближения, под действием столь ничтожной силы, была бы крайне незначительна.

Увеличьте притягивающиеся массы – и сила взаимного тяготения заметно возрастет. Провозглашенный Ньютоном закон всемирного тяготения утверждает: притяжение тел увеличивается пропорционально произведению их масс и уменьшается пропорционально квадрату взаимного расстояния. Можно вычислить, что два линейных корабля, по 25 000 т каждый, плавающие на расстоянии километра друг от друга, взаимно притягиваются с силою 4 г (см. Приложение 1). Это в 160 тысяч раз больше упомянутой силы притяжения двух человеческих существ, но, разумеется, слишком еще недостаточно, чтобы преодолеть сопротивление воды и сблизить

суда вплотную. Да и при полном отсутствии сопротивления оба корабля, под действием столь ничтожной силы, в течение первого часа сблизились бы всего на два сантиметра.

Даже притяжение целых горных хребтов требует для своего обнаружения тончайших измерений. Отвес, помещенный во Владикавказе, отклоняется от вертикали притяжением соседних Кавказских гор на угол всего лишь в 37 секунд.

Зато для таких огромных масс, как Солнце и планеты, взаимное притяжение даже на отдаленнейших расстояниях достигает степеней, превосходящих наше воображение.

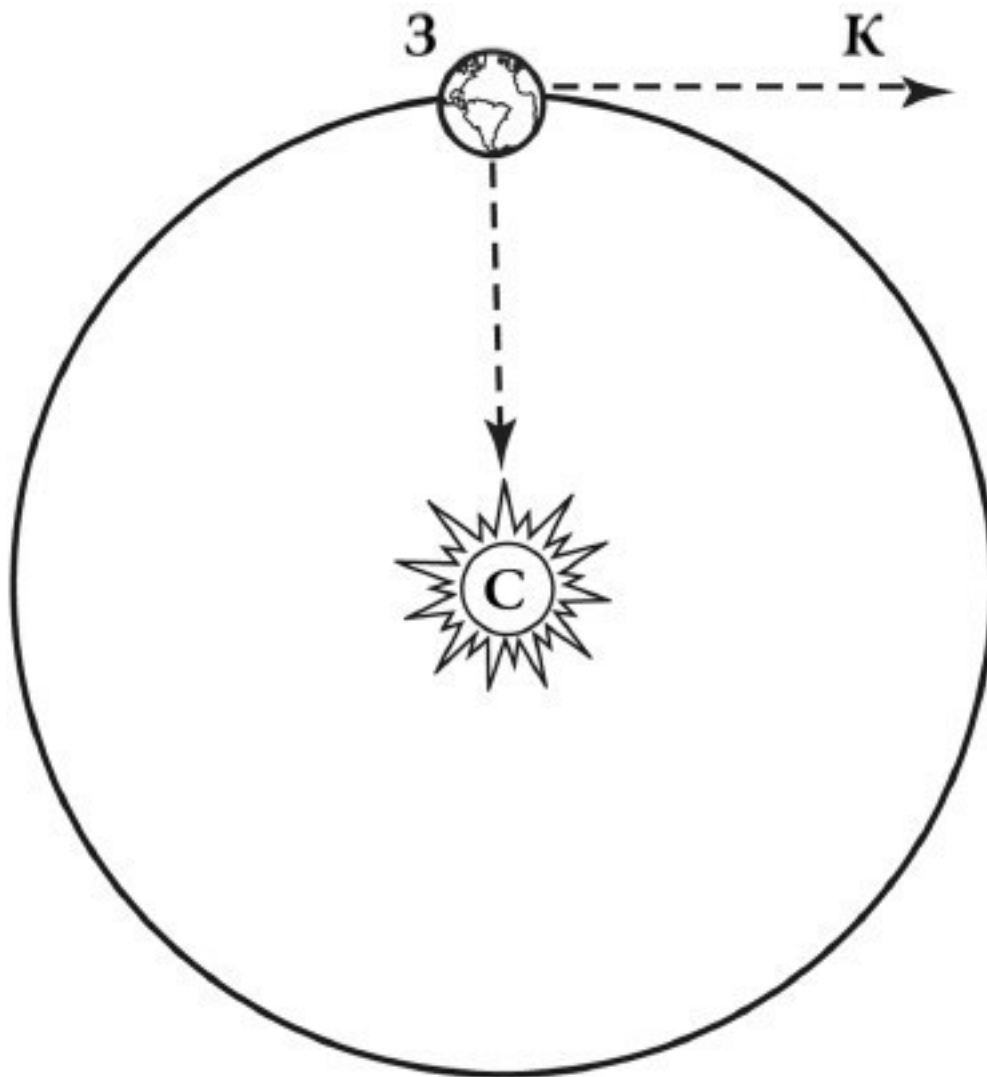


Рис. 3. Действие солнечного притяжения на Землю

По инерции Земля стремится двигаться по касательной ЗК; притяжение Солнца заставляет ее уклоняться от касательной и переводит на криволинейный путь

Земля, несмотря на неимоверную отдаленность от Солнца, удерживается на своей орбите единственно лишь могучим взаимным притяжением обоих тел. Предположите на минуту, что это взаимное притяжение внезапно прекратилось и что инженеры задались целью заменить невидимые цепи тяготения материальными связями, – иначе говоря, желают привязать земной шар к Солнцу, скажем, стальными канатами. Вам знакомы, конечно, те свитые из проволоки тросы, которые применяются для подъемников. Каждый из них способен выдержать груз свыше 16 т. Знаете ли, сколько таких тросов понадобилось бы, чтобы помешать нашей планете

удалиться от Солнца и, значит, как бы заменить силу взаимного притяжения Земли и Солнца? Цифра с пятнадцатью нулями мало скажет вашему воображению. Вы получите более наглядное представление о могуществе этого притяжения, если я сообщу вам, что всю обращенную к Солнцу поверхность земного шара пришлось бы густо покрыть непроходимым лесом таких тросов, по 70 на каждый квадратный метр.

Так огромна невидимая сила, влекущая планеты к Солнцу.

Впрочем, для межпланетных полетов не понадобится рассекать эту связь миров и сдвигать небесные светила с их вековых путей. Будущему моряку Вселенной придется считаться лишь с притягательным действием планет и Солнца на мелкие тела и прежде всего, конечно, с силой тяжести близ земной поверхности: она-то и приковывает нас к нашей планете.

Земная тяжесть интересует нас сейчас не тем, что она заставляет каждое лежащее или подвешенное земное тело давить на свою опору. Для нас важнее то, что всем телам, оставленным без опоры, тяжесть сообщает движение «вниз», к центру Земли. Вопреки обычному мнению, для всех тел – тяжелых и легких – быстрота этого движения в безвоздушном пространстве совершенно одинакова и по истечении первой секунды падения всегда равна 10 м/с^2 . По истечении второй секунды к накопленной 10-метровой скорости присоединяются еще 10 м: скорость удваивается. Возрастание скорости длится все время, пока совершается падение. С каждой секундой скорость падения возрастает на одну и ту же величину – на 10 м/с. Поэтому к концу третьей секунды скорость равна 30 м/с, к концу четвертой – 40, и т. д. Если же тело брошено снизу вверх, то скорость взлета, наоборот, уменьшается каждую следующую секунду на те же 10 м/с: по истечении первой секунды она на 10 м/с меньше, чем начальная; по истечении второй – еще на 10 м меньше, т. е. в итоге на 20 м/с и т. д., пока не истощится вся первоначально сообщенная телу скорость и оно не начнет падать вниз. (Так происходит лишь до тех пор, пока взлетающее тело не слишком удаляется от земной поверхности; на значительном расстоянии от Земли напряжение тяжести ослабевает, и тогда ежесекундно отнимается уже не 10 м/с, а меньше.) Сухие цифры, – но они должны нам многое пояснить.

В старину, говорят, к ноге каторжан приковывали цепь с тяжелой гирей, чтобы отяжелить их шаг и сделать неспособными к побегу. Все мы, жители Земли, незримо отягчены подобной же гирей, мешающей нам вырваться из земного плена в окружающий простор Вселенной. При малейшем усилии подняться ввысь невидимая гирия дает себя чувствовать и влечет нас вниз с возрастающей стремительностью. Быстрота нарастания скорости падения – по 10 м в секунду за секунду – служит мерою отягчающего действия невидимой гири, которая держит нас в земном плену.

² Точнее – 9,8 м/с; округляем это число ради простоты.



Рис. 4. Если бы тяжесть на Земле была такая же, как на Эросе...

Все мечтающие о полетах по беспредельному океану Вселенной должны сожалеть о том, что человеческому роду приходится жить как раз на той планете, которую мы именуем «Землей». Среди небесных сестер земного шара не все обладают столь значительным напряжением тяжести, как наша планета. Вы убедитесь в этом, если взглянете на прилагаемую табличку, где напряжение тяжести на различных планетах дано по сравнению с напряжением земной тяжести.

Напряжение тяжести

(На Земле = 1)

На Юпитере. 2,36

На Сатурне. 0,96
На Уране. 0,99
На Нептуне. 1,53
На Плутоне. 0,05
На Венере. 0,88
На Марсе. 0,39
На Меркурии. 0,38
На Луне. 0,17
На астероиде Церере. . 0,04
На астероиде Эросе. . . 0,001

Будь условия тяжести у нас такие, как на Меркурии или на Луне, а тем более на Церере или Эросе, не пришлось бы, пожалуй, писать теперь этой книги, потому что люди давно путешествовали бы уже по мировому пространству. На мелких астероидах достаточно было бы просто оттолкнуться от планеты, чтобы навеки унести в простор Вселенной...

Итак, межпланетные перелеты, помимо изыскания способов управления в пустоте, требуют разрешения вопроса о том, какими способами возможно бороться с силой земного притяжения.

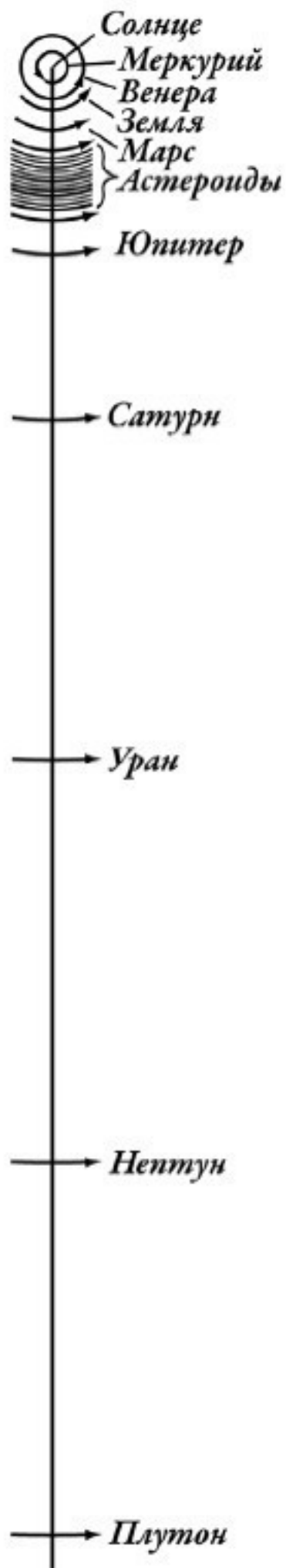


Рис. 5. Относительные расстояния планет от Солнца

Мысль наша способна вообразить лишь тройкого рода борьбу с земною тяжестью:

1) можно искать средств **укрыться** или заслониться от силы притяжения, сделаться для нее неуязвимым;

2) можно пытаться **ослабить** напряжение земной тяжести; и, наконец, —

3) оставляя силу земной тяжести без изменения, изыскивать средства ее **преодолеть**.

Каждый из трех путей, в случае успеха, сулит возможность освободиться от плена тяжести и пуститься в свободное плавание по Вселенной.

В этой последовательности мы и рассмотрим далее наиболее любопытные, заманчивые или поучительные проекты осуществления космических перелетов, прежде чем перейдем к изложению современного состояния вопроса.

Глава 3. Можно ли укрыться от силы тяжести?

С детства привыкли мы к тому, что все вещи прикованы своим весом к Земле; нам трудно поэтому даже мысленно отрешиться от тяжести и представить себе картину того, что было бы, если бы мы умели эту силу уничтожить по своему желанию. Такую фантастическую картину нарисовал в одной из своих статей американский ученый Г. Сервис:

«Если бы в самый разгар военной кампании мы могли посылать волны, которые нейтрализовали бы силу тяжести, то всюду, куда бы они ни попадали, немедленно наступал бы хаос. Гигантские пушки взлетали бы на воздух, как мыльные пузыри. Марширующие солдаты, внезапно почувствовав себя легче перышка, беспомощно витали бы в воздухе, всецело во власти неприятеля, находящегося вне сферы действия этих волн. Картина забавная и, как может показаться, невероятная, — а между тем так было бы в действительности, если бы людям удалось подчинить своей власти силу тяжести».

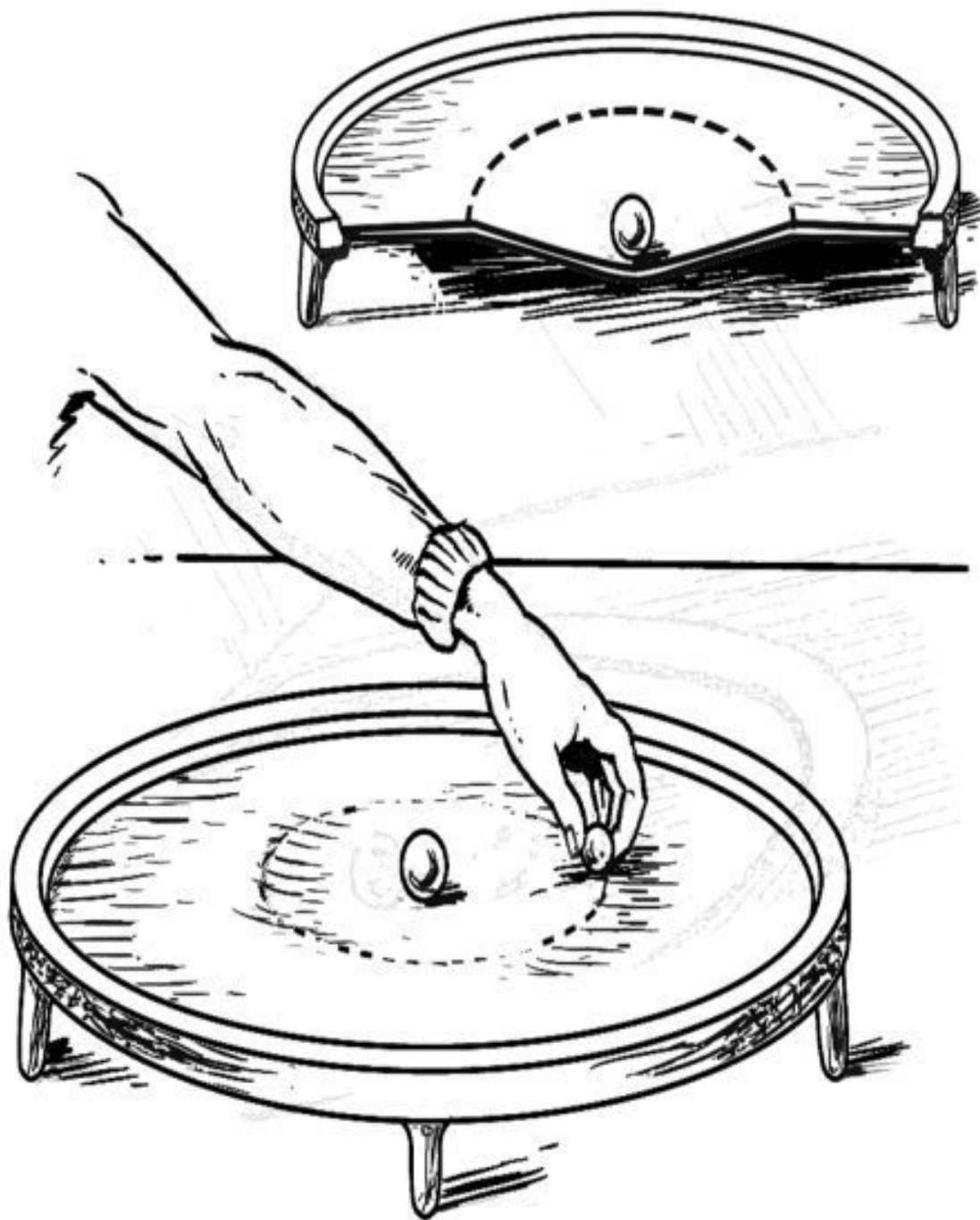


Рис. 6

Все это, конечно, фантазия. Не приходится и думать о том, чтобы распоряжаться силою тяготения по своему желанию. Мы не в состоянии даже сколько-нибудь отклонить эту силу от пути, по которому она действует, не можем ни одного тела защитить от ее действия. Тяготение – единственная сила природы, для которой не существует преград. Какое бы огромное, какое бы плотное тело ни стояло на ее пути, – сила эта проникает сквозь него, как через пустое место. Тел, для тяготения непроницаемых – сколько нам известно – в природе нет.

Но если бы человеческому гению посчастливилось в будущем отыскать или приготовить такое непроницаемое для тяготения вещество, смогли ли бы мы с его помощью укрыться от силы притяжения, сбросить цепи тяжести и свободно ринуться в мировое пространство?

Английский писатель Герберт Уэллс подробно развил мысль о заслоне от тяготения в фантастическом романе «Первые люди на Луне»³. Ученый герой романа, изобретатель Кевор, открыл способ изготовления именно такого вещества, непроницаемого для тяготения. Об этом фантастическом веществе, названном в романе «кеворитом», автор рассуждает так:

«Почти каждое тело отличается непрозрачностью для какого-нибудь рода лучистой энергии и прозрачно для других ее видов. Стекло, например, пропускает видимый свет, но для невидимых лучей, производящих нагревание, оно гораздо менее прозрачно; квасцы, прозрачные для видимых лучей света, полностью задерживают лучи невидимые, нагревающие. Напротив, раствор йода в жидкости, называемой сероуглеродом, непрозрачен для видимых лучей света, но свободно пропускает невидимые, греющие лучи: через сосуд с такой жидкостью не видно пламени, но хорошо ощущается его теплота. Металлы непрозрачны не только для лучей света, видимого и невидимого, но и для электрических колебаний, которые, однако, свободно проходят сквозь стекло или через упомянутый раствор, как сквозь пустое пространство, и т. д.

«Далее. Мы знаем, что для всемирного тяготения, т. е. для силы тяжести, проницаемы все тела. Вы можете поставить преграды, чтобы отрезать лучам света доступ к предметам; с помощью металлических листов можете оградить предмет от доступа радиоволн, – но никакими преградами не можете вы защитить предмет от действия тяготения Солнца или от силы земной тяжести. Почему, собственно, в природе нет подобных преград для тяготения – трудно сказать. Однако Кевор не видел причин, почему бы и не существовать такому веществу, непроницаемому для тяготения; он считал себя способным искусственно создать такое непроницаемое для тяготения вещество.

«Всякий, обладающий хоть искрой воображения, легко представит себе, какие необычайные возможности открывает перед нами подобное вещество. Если, например, нужно поднять груз, то, как бы огромен он ни был, достаточно будет разостлать под ним лист из этого вещества – и груз можно будет поднять хоть соломинкой».

Располагая столь замечательным веществом, герои романа сооружают небесный дирижабль, в котором и совершают смелый перелет на Луну. Устройство снаряда весьма несложно: в нем нет никакого двигательного механизма, так как он перемещается действием внешних сил. Вот описание этого фантастического аппарата:

«Вообразите себе шарообразный снаряд, достаточно просторный, чтобы вместить двух человек с их багажом. Снаряд будет иметь две оболочки – внутреннюю и наружную; внутренняя – из толстого стекла, наружная – стальная. Можно взять с собою запас сжатого воздуха, концентрированной пищи, аппараты для дистилляции воды и т. п. Стальной шар будет снаружи весь покрыт слоем кеворита. Внутренняя стеклянная оболочка будет сплошная, кроме люка; стальная же будет состоять из отдельных частей, и каждая такая часть может сворачиваться, как штора. Когда все шторы наглухо спущены, внутрь шара не может проникнуть ни свет, никакой вообще вид лучистой энергии, ни сила всемирного тяготения. Но вообразите, что одна из штор поднята; тогда любое массивное тело, которое случайно находится вдали против этого окна, притянет нас к себе. Практически мы можем путешествовать в мировом пространстве в том направлении, в каком пожелаем, притягиваемые то одним, то другим небесным телом».

Интересно описан в романе момент отправления аппарата в путь. Слой «кеворита», покрывающий аппарат, делает его совершенно невесомым. Невесомое тело не может спокойно лежать на дне воздушного океана; с ним должно произойти то же, что происходит с пробкой,

³ Подлинник появился в 1901 г. Имеется несколько русских переводов.

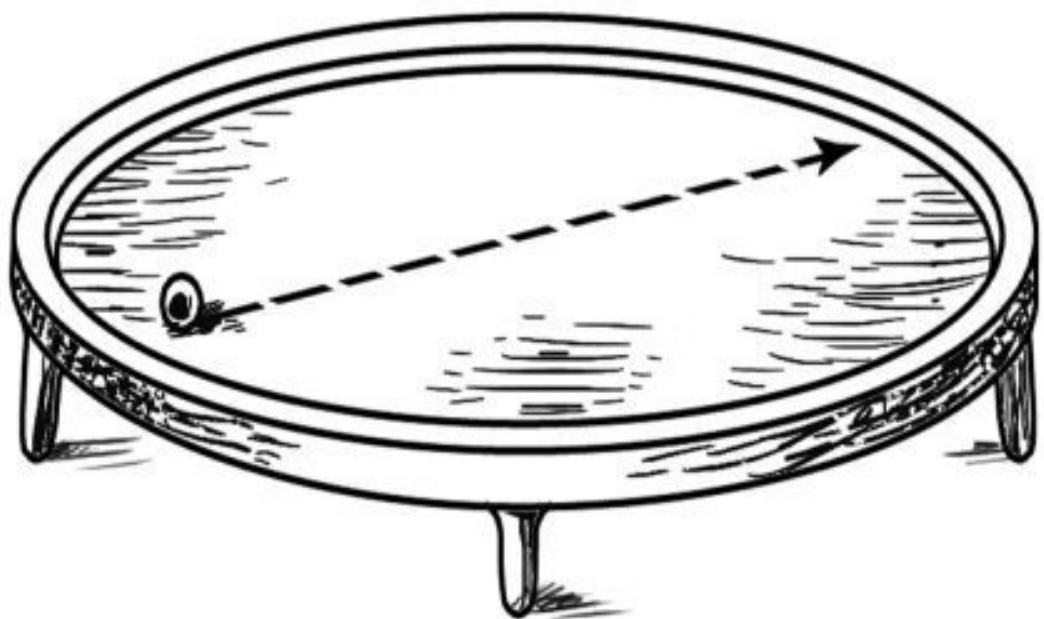
погруженной на дно озера: она всплывает на поверхность воды. Точно так же невесомый аппарат должен стремительно подняться ввысь и, миновав крайние границы атмосферы, умчаться по инерции в мировое пространство. Герои романа Уэллса так и полетели. А очутившись далеко за пределами атмосферы, они, открывая одни заслонки, закрывая другие, подвергая свой снаряд притяжению то Солнца, то Земли, то Луны, добрались наконец до поверхности нашего спутника. Впоследствии таким же путем аппарат благополучно возвратился на Землю.

Описанный проект космических перелетов кажется на первый взгляд настолько правдоподобным, что естественно возникает мысль: не в этом ли направлении следует искать разрешения задачи звездоплавания? Нельзя ли, в самом деле, найти или изобрести вещество, непроницаемое для тяготения, и, пользуясь им, устроить межпланетный корабль?

Достаточно, однако, глубже вдуматься в эту идею, чтобы убедиться в полной ее несостоятельности.

Не говорю уже о том, как мало у нас надежды отыскать вещество, заслоняющее от тяготения. Ведь последние элементарные частицы, электроны и протоны, из которых построены все виды материи, обладают весомостью и проницаемы для тяготения. Немыслимо представить себе, чтобы какое-нибудь их сочетание могло обладать иными свойствами в этом отношении.

Современное⁴ представление о сущности тяготения (учение А. Эйнштейна) рассматривает его вовсе не как силу природы, а как своеобразное воздействие материи на форму окружающего пространства: пространство в соседстве с материей приобретает кривизну. Уяснить себе это крайне необычное воззрение можно отчасти с помощью следующей аналогии. У вас имеется натянутая на обруче ткань; вы пускаете по ткани (мимо центра) легкий шарик – он покатится по прямой линии. Но вообразите, что вблизи пути легкого шарика положен на ткань крупный свинцовый шар. Он вдавит под собою ткань в виде чашки; легкий шарик, пущенный в прежнем направлении, не пронесется мимо этой чашки по прямой линии, а будет втянут вдавленностью и закружится по ее склонам вокруг свинцового шара, как планета около Солнца. Планеты – такова сущность учения Эйнштейна – обращаются вокруг Солнца не потому, что отклоняются от прямолинейного пути притягательной силой центрального светила, а потому, что пространство, окружающее Солнце, искривлено.



⁴ Имеется в виду современное для периода 1930-х гг.

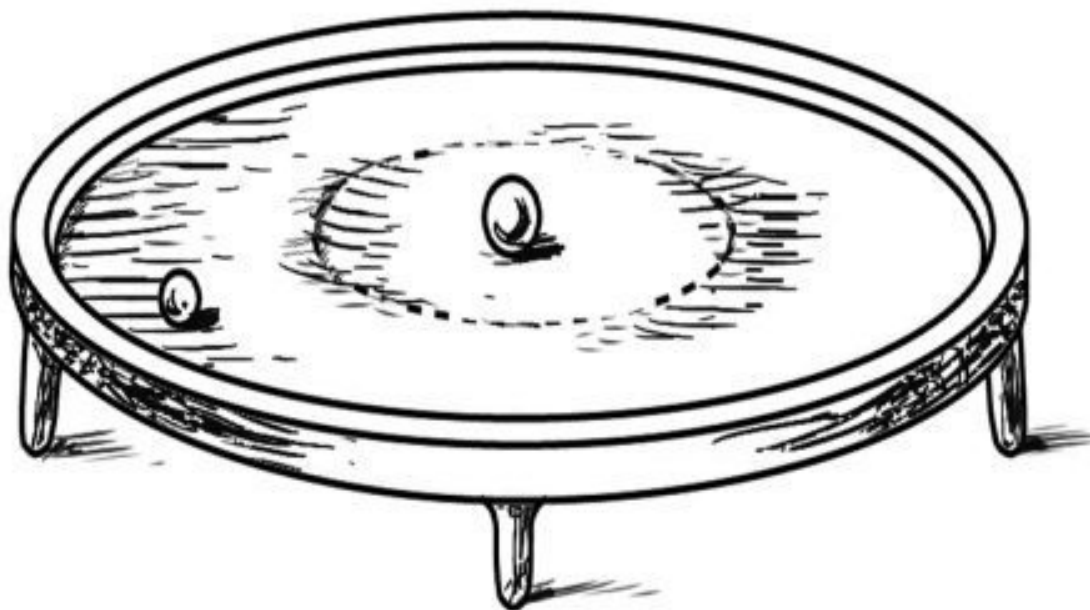


Рис. 7. Аналогия тяготения по воззрениям Эйнштейна

Читатель не должен забывать, что картина эта – всего лишь грубая аналогия, пытающаяся придать наглядность крайне отвлеченным представлениям. Как бы то ни было, современный взгляд на природу тяготения исключает возможность существования экрана, непроницаемого для действия этого фактора. Но пусть даже фантастический «кеворит» найден, пусть сооружен аппарат по идее английского романиста. Пригоден ли будет такой аппарат для межпланетных путешествий, как описано в романе? Посмотрим.

В уме читателя, вероятно, уже мелькнуло сомнение, когда романист говорил нам о возможности поднять тяжелый груз «хоть соломинкой», поместив под ним непроницаемый для тяготения экран. Ведь это значит ни более, ни менее, как разрешить проблему вечного двигателя, создать энергию ни из чего! Вообразите, в самом деле, что мы обладаем заслоном от тяготения. Подкладываем лист «кеворита» под любой груз, поднимаем, без всякой затраты энергии, наш теперь уже невесомый груз на любую высоту и снова убираем экран. Груз, конечно, падает вниз и может произвести при падении некоторую работу. Повторяем эту простую операцию дважды, трижды, тысячу, миллион раз, сколько пожелаем – и получаем произвольно большое количество энергии, ниоткуда ее не заимствуя.

Выходит, что непроницаемый для тяготения экран дает нам чудесную возможность творить энергию ни из чего, так как ее появление, по-видимому, не сопровождается одновременным исчезновением равного количества энергии в другом месте или в иной форме. Если бы герой романа действительно побывал на Луне и возвратился на Землю тем способом, какой там описан, то в результате подобного путешествия мир обогатился бы энергией. Общее количество ее во Вселенной увеличилось бы настолько, сколько составляет разность работ, совершаемых силою тяготения при падении человеческого тела с Луны на Землю и с Земли на Луну. Земля притягивает сильнее, чем Луна, и следовательно, первая работа больше второй. Пусть эта прибавка энергии ничтожна по сравнению с запасом ее во Вселенной, все же такое сотворение энергии, несомненно, противоречит закону сохранения энергии.

Если мы пришли к явному противоречию с законами природы, то, очевидно, в рассуждение вкралась незамеченная нами ошибка. Нетрудно понять, где именно надо ее искать. Идея

заслона, непроницаемого для тяготения, сама по себе не заключает логической нелепости; но ошибочно думать, будто с помощью его можно сделать тело невесомым без затраты энергии. Нельзя перенести тело за экран тяготения, не производя при этом никакой работы. Невозможно задвинуть шторы «кеворитного» шара, не применяя силы. Обе операции должны сопровождаться затратой количества энергии, равного тому, которое потом является словно созданным из ничего. В этом и состоит разрешение противоречия, к которому мы пришли.

Задвигая заслонки межпланетного аппарата, герои Уэллса тем самым словно рассекали невидимую цепь притяжения, которая приковывала их к Земле. Мы знаем в точности крепость этой цепи и можем вычислить величину работы, необходимой для ее разрыва. Это та работа, которую мы совершили бы, если бы перенесли весомое тело с земной поверхности в бесконечно удаленную точку пространства, где сила земного притяжения равна нулю.

Есть люди, привыкшие относиться к слову «бесконечность» с мистическим благоговением, и упоминание этого слова нередко порождает в уме не-математика весьма превратные представления. Когда я сказал о работе, производимой телом на бесконечном пути, иные читатели, вероятно, уже решили про себя, что эта работа бесконечно велика. На самом деле она, хотя и очень велика, но имеет конечную величину, которую математик может в точности вычислить. Работу перенесения весомого тела с земной поверхности в бесконечность мы можем рассматривать как сумму бесконечного ряда слагаемых, которые быстро уменьшаются, потому что с удалением от Земли сила притяжения заметно ослабевает. Сумма подобных слагаемых, хотя бы их было бесчисленное множество, нередко дает результат конечный. Сделайте шаг, потом еще полшага, затем еще $\frac{1}{4}$ шага, еще $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{32}$ и т. д. Вы можете подвигаться так целую вечность – и все же не сделаете больше двух полных шагов. При учете работы тяготения мы имеем нечто вроде подобного суммирования, и читатель не должен удивляться, что работа эта даже на бесконечном пути имеет значение конечное. Можно вычислить, что для груза в 1 кг работа его перенесения с земной поверхности в бесконечность составляет немного более 6 миллионов килограммометров. Так как эта техническая оценка работы не для всех понятна, то поясню, что она равна величине работы, которую произвел бы, например, подъемный кран, подняв паровоз с тендером (75 т) на высоту 80 м. Современные океанские пароходы-исполины, с турбинами мощностью в 100 000 лошадиных сил, совершают ту же работу менее чем в одну секунду.^{1/4}

Далее. В смысле затраты работы совершенно безразлично, перенесете ли вы груз с Земли в бесконечно удаленную точку, или же в весьма близкое место, но такое, где он вовсе не притягивается Землей. В обоих случаях вы совершили бы одинаковую работу: величина ее зависит не от длины пройденного пути, а только от разности силы притяжения в крайних точках пути. При переносе тела в бесконечность работа производится на протяжении бесконечно длинного пути; при переносе за экран тяготения та же самая работа затрачивается в те несколько мгновений, пока совершается перенос. Надо ли говорить, что вторую работу практически было бы еще труднее произвести, чем первую? Теперь становится очевидной безнадежность фантастического проекта Уэллса. Романист не подозревал, что перенесение тела за экран, непроницаемый для тяготения, представляет невероятно трудную механическую задачу⁵. Задвинуть заслонки «кеворитного» снаряда не так просто, как захлопнуть дверцу автомобиля: в промежуток времени, пока закрываются заслоны и пассажиры уединяются от весомого мира, должна быть выполнена работа, равная работе перенесения пассажиров в бесконечность. А так как два человека весят свыше 100 кг, то, значит, задвигая заслонки снаряда, герои романа должны были в одну секунду совершить работу, ни много ни мало, в 600 миллионов килограммометров. Это столь же легко выполнить, как втащить сорок паровозов на вершину Эйфелевой

⁵ На этот давно обнаруженный мною недосмотр в рассуждениях Уэллса я имел возможность обратить внимание писателя лишь в 1934 г., при его посещении СССР.

башни в течение одной секунды. Обладая такой мощностью, мы и без «кеворита» могли бы буквально прыгнуть с Земли на Луну.

Итак, идея странствовать во Вселенной под защитой вещества, непроницаемого для тяготения, приводит к тому, что в логике называется «порочным кругом». Чтобы воспользоваться таким веществом, надо преодолеть притяжение Земли, т. е. выполнять именно то, ради чего и должен быть придуман заслон тяготения. Следовательно, заслон для тяготения не разрешил бы проблемы небесных путешествий.

Глава 4. Можно ли ослабить земную тяжесть?

Если несбыточны надежды укрыться от силы тяжести, то, быть может, существуют способы хотя бы **ослабить** тяжесть на земной поверхности?

Казалось бы, закон тяготения не допускает подобной возможности даже в теории: сила притяжения зависит ведь от массы земного шара, уменьшить которую мы не в состоянии. Однако это не так. Речь идет о напряжении тяжести **на поверхности** нашей планеты, а оно, как известно, зависит не от одной лишь массы, но и от расстояния до центра земного шара, т. е. от величины земного радиуса. Если бы мы могли разрыхлить земной шар настолько, чтобы, увеличившись в объеме, он приобрел радиус, например, вдвое больше, чем теперь, то напряжение тяжести на поверхности такого шара стало бы вчетверо меньше. В самом деле: находясь на поверхности Земли, мы были бы вдвое дальше от притягивающего центра (шарообразные тела притягиваются так, словно вся их масса сосредоточена в центре). Выгода от подобного переустройства обитаемой нами планеты получилась бы еще и та, что поверхность земного шара увеличилась бы в четыре раза. Людям жилось бы на Земле буквально вчетверо «свободнее» и вчетверо «легче»...

Разумеется, современная и даже будущая техника не в состоянии осуществить ничего подобного.

Механика указывает и другой путь к ослаблению земной тяжести. Он состоит в том, чтобы ускорить быстроту вращения Земли вокруг оси. Уже и теперь центробежный эффект вращения земного шара уменьшает вес каждого тела на экваторе на $\frac{1}{290}$ долю. В соединении с другой причиной (вздутием земного шара у экватора) вращение Земли действует так, что все тела на экваторе весят на 0,5 % меньше, чем близ полюсов. Паровоз, весящий в Москве 60 т, становится по прибытии в Архангельск на 60 кг тяжелее, а в Одессу – на столько же легче. Партия угля в 5000 т, доставленная со Шпицбергена в экваториальный порт, уменьшилась бы в весе на 20 т, если бы приемщику пришла фантазия принять груз, пользуясь пружинными весами, выверенными на Шпицбергене. Линкор, весящий в Архангельске 20 000 т, становится по прибытии в экваториальные воды легче на 80 т; но это, конечно, неощутительно, так как соответственно легче делаются и все другие тела, не исключая и воды в океане. Разницу веса похищает главным образом центробежный эффект: на экваторе он несколько больше, чем в удаленных от него широтах, где точки земной поверхности при вращении Земли описывают гораздо меньшие круги.

Нетрудно доказать, что если бы Земля вращалась в 17 раз быстрее, чем теперь, то центробежный эффект на экваторе увеличился бы в 17×17 , т. е. почти в 290 раз. Вспомнив, что теперь центробежный эффект похищает у тел как раз $\frac{1}{290}$ долю их веса, вы поймете, что на экваторе столь быстро вращающейся Земли тела **совсем не имели бы веса**. Стоило бы тогда лишь достичь экватора, чтобы, слегка оттолкнувшись там, ринуться в мировое пространство. Задача звездоплавания разрешалась бы крайне просто. А если бы Земля вращалась еще быстрее, мы сделались бы небесными странниками поневоле, так как инерция при вращении сама отбросила бы нас в бездонную глубь неба. Людям приходилось бы задумываться уже над проблемой «земных», а не межпланетных странствований...

Но мы чересчур далеко забрели в область фантазии. Все сказанное лежит, конечно, за гранью достижимого. Если бы в наших силах и была возможность ускорить вращение земного шара, то, вертась достаточно быстро,

Земля расплющилась бы (в плоскости своего экватора), а быть может, даже еще ранее разлетелась бы на части, как чересчур быстро заверченный жернов. Возможность путешествовать в межзвездных пространствах приобретена была бы слишком дорогой ценой...

Глава 5. Вопреки тяжести – на волнах света

Из трех мыслимых способов борьбы с тяготением мы рассмотрели и отвергли два: способ защиты от тяготения и способ ослабления земной тяжести. Ни тот, ни другой не дают надежды успешно разрешить заманчивую проблему межпланетных перелетов. Бесплодны всякие попытки укрыться от силы тяготения; безнадежно стремление ослабить напряжение тяжести. Остается одно: вступить с тяготением в борьбу, искать средство преодолеть его и покинуть нашу планету вопреки притяжению.

Проектов подобного рода существует несколько. Они, без сомнения, интереснее всех других, так как их авторы не измышляют фантастических веществ вроде «экрана тяготения», не предлагают переделать земной шар или изменить скорость его вращения.

Один из проектов рассматриваемой категории предлагает воспользоваться для межпланетных перелетов **давлением световых лучей**. Лицам, мало знакомым с физикой, должно казаться невероятным, что нежные лучи света оказывают давление на озаряемые ими предметы. Между тем одной из величайших заслуг нашего гениального физика П.Н. Лебедева было то, что он на опыте обнаружил и измерил отталкивающую силу лучей света.

Всякое светящееся тело, будь то свеча на вашем столе, электрическая лампа, раскаленное Солнце или даже темное тело, испускающее невидимые лучи, давит своими лучами на озаряемые тела. П.Н. Лебедеву удалось измерить силу давления, оказываемого солнечными лучами на освещаемые ими земные предметы: в мерах веса она составляет около $1/2$ мг для площади в квадратный метр. Если умножить полмиллиграмма на площадь большого круга земного шара, мы получим для давления солнечных лучей на Землю весьма внушительный итог: около 60 000 т.

Такова величина силы, с которой Солнце давлением своих лучей постоянно отталкивает нашу планету. Сама по себе взятая, сила эта велика. Но если сравнить ее с величиною солнечного притяжения, то окажется, что отталкивание в 60 000 т не может иметь заметного влияния на движение земного шара: сила эта в 60 **биллионов** раз слабее солнечного **притяжения**. Далекий Сириус, от которого свет странствует к нам 8 лет, притягивает Землю с гораздо большей силою – 10 миллионов тонн, а планета наша словно не чувствует этого. Не забудем, что 60 000 т – это вес только одного большого океанского парохода. (Вычислено, что под давлением солнечных лучей земной шар должен удаляться от Солнца на $2^{1/2}$ мм в год).

Однако чем тело меньше, тем большую долю силы притяжения составляет световое давление. Вы поймете, почему это, если вспомните, что притяжение пропорционально **массе** тела, световое же давление пропорционально его **поверхности**. Уменьшите мысленно земной шар так, чтобы поперечник его стал вдвое меньше. Объем, а с ним и масса Земли уменьшается в $2 \times 2 \times 2 = 8$ раз, поверхность же уменьшится лишь в $2 \times 2 = 4$ раза; значит, притяжение ослабнет в 8 раз, пропорционально уменьшению массы; световое же давление уменьшится соответственно поверхности, т. е. всего лишь в 4 раза. Вы видите, что притяжение ослабело заметнее, чем световое давление. Уменьшите Землю еще вдвое – получится снова выгода в пользу светового давления.

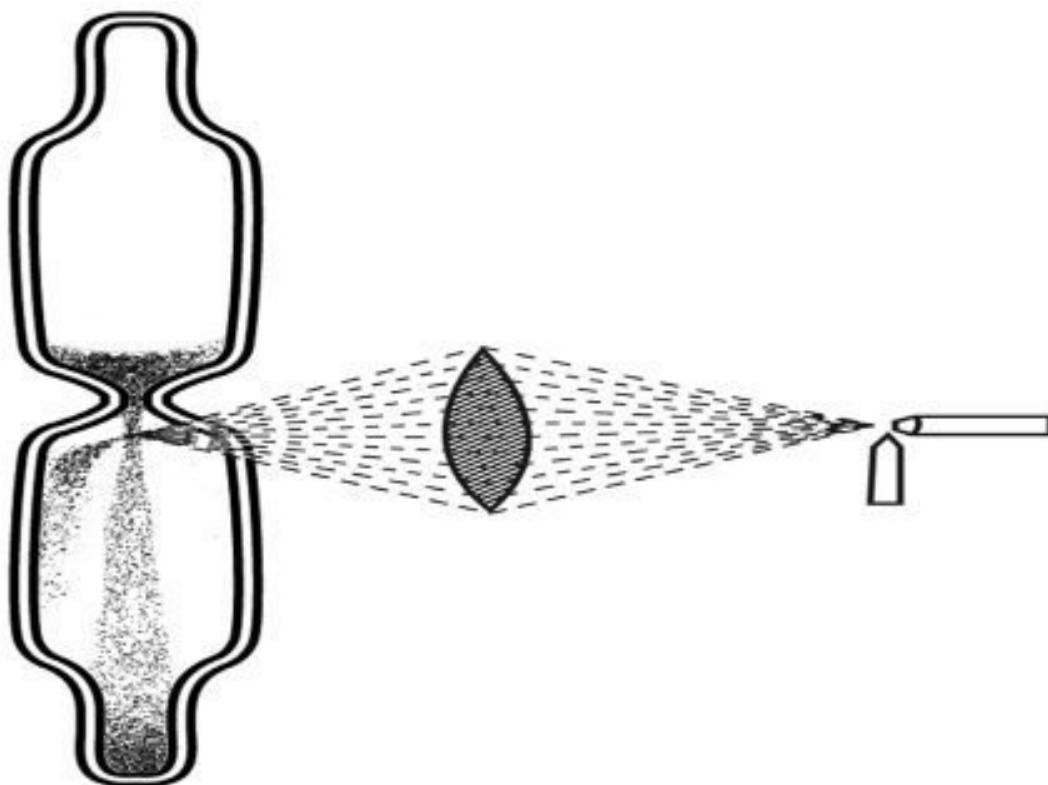
Если будете продолжать и далее это неравное состязание кубов с квадратами, то неизбежно дойдете до таких мелких частиц, для которых световое давление наконец сравняется с притяжением. Подобная частица не будет уже приближаться к Солнцу – притяжение уничтожится равным отталкиванием. Вычислено, что для шарика плотности воды это должно иметь место в том случае, если поперечник его немного менее тысячной доли миллиметра.

Ясно, что если подобный шарик будет еще меньше, то световое отталкивание превзойдет силу притяжения и крупинка будет уже стремиться не к Солнцу, а от Солнца. Чем кру-

пинка меньше, тем сильнее должна она отталкиваться от Солнца. Перевес светового давления над тяготением, конечно, выражается ничтожной величиной, но ведь и ничтожность относительна. Масса пылинки, которую эта сила движет, также чрезвычайно мала; и мы не должны удивляться тому, что маленькая сила сообщает весьма маленькой массе огромную скорость – в десятки, сотни и тысячи километров в секунду...⁶

Как читатель узнает позже, достаточно сообщить телу секундную скорость около 11 км, чтобы отослать его с земной поверхности в мировое пространство, а при начальной скорости в 17 км в секунду тело сможет свободно странствовать по планетной системе. Значит, если ничтожная земная пылинка очутится почему-либо за пределами атмосферы, она будет подхвачена там световым давлением и увлечется им в мировое пространство, навсегда покинув породившую ее Землю. Она будет мчаться с возрастающей скоростью все далее и далее к окраинам нашей планетной системы, пересекая орбиты Марса, астероидов, Юпитера, и через каких-нибудь полторы декады будет уже у крайней границы нашей солнечной системы.

Два американских ученых, Никольс и Гулл, изучавшие световое давление одновременно с П.Н. Лебедевым, произвели следующий чрезвычайно поучительный опыт. В абсолютно пустую стеклянную трубку, имеющую перехват, как в песочных часах (рис. 8), они насыпали смесь прокаленных грибных спор и наждачного порошка. Прокаленные и, следовательно, превращенные в уголь споры необычайно малы и легки; они имеют не более 0,002 мм в поперечнике и в десять раз легче воды. Поэтому, если направить на них сильный свет, сосредоточенный с помощью зажигательного стекла⁷, то можно ожидать, что пылинки будут отталкиваться световыми лучами. Так и происходило в опыте: когда смесь пересыпалась сквозь шейку перехвата, то направленный сюда свет (вольтовой дуги) отталкивал угольные пылинки, между тем как более тяжелые частицы наждачного порошка падали отвесно.



⁶ «Однако закон обратной пропорциональности радиусу не имеет больше силы, когда радиус становится слишком малым в сравнении с длиной волны отталкивающих световых лучей: при некотором радиусе, близком к 0,0001 мм, отношение давления к притяжению начинает быстро уменьшаться» (Пойнтинг).

⁷ Сосредоточенный пучок лучей, естественно, должен оказывать более сильное давление, нежели обыкновенный.

Рис. 8. Опыт Никольса и Гулла, обнаруживающий давление световых лучей

Загадочная особенность кометных хвостов, словно отталкиваемых Солнцем, по всей вероятности, объясняется именно лучевым давлением. Об этом догадывался гениальный Кеплер, законодатель планетной системы, писавший три века назад следующие строки в своем трактате о кометах: «По натуре всех вещей полагаю, что когда материя в пространстве Вселенной извержена бывает и сия пропускающая свет голова кометы прямыми лучами Солнца ударяется и пронизывается, то из внутренней материи кометы нечто им следует и тою же дорогою исходит, которой солнечные лучи пробивают и тело кометы освещают... Указание на причину, что из материи кометного тела нечто непрерывно изгоняется солнечными лучами силою оных, подал мне хвост кометы, о коем известно, что он всегда удаляется в сторону, противоположную Солнцу, и лучами Солнца формируется... Итак, нимало не сомневайся, читатель, что хвосты комет образуются Солнцем из материи, из головы изгнанной».

Не может ли и человек воспользоваться тою же силою для межпланетных путешествий? Для этого не надо было бы непременно уменьшаться до микроскопических размеров; достаточно устроить аппарат с таким же выгодным отношением поверхности и массы, как у мельчайших пылинок, отталкиваемых лучами Солнца. Другими словами: поверхность аппарата должна быть во столько же раз больше поверхности пылинки, во сколько раз вес снаряда больше веса этой пылинки.



Рис. 9. Фантастическое путешествие давлением световых лучей

Автор одного астрономического романа перенес своих героев на другие планеты именно в подобном аппарате. Его герои соорудили кабину из легчайшего материала, снабженную огромным, но легким зеркалом, которое можно было поворачивать наподобие паруса. Помещая зеркало под различными углами к солнечным лучам, пассажиры небесного корабля, смотря по желанию, либо ослабляли отталкивающее действие света, либо же сводили его на нет, всецело отдаваясь притягательной силе. Они плавали взад и вперед по океану Вселенной, посещая одну планету за другой. В романе все выходит правдоподобно и заманчиво. Но точный расчет разрушает эту мечту, не оставляя надежды на осуществление подобного проекта. Ведь зеркало площадью в один квадратный метр должно обладать массой не менее килограмма; мы хотим, чтобы под действием светового давления оно приобрело скорость, дающую ему возможность

свободно странствовать в солнечной системе, т. е. – как узнаем далее – 17 км/с. Легко рассчитать, что такая скорость может накопиться под действием светового давления только в... 130 лет!

Правда, изготовив зеркало из легчайшего металла – лития, при толщине 0,1 мм, мы имели бы на квадратный метр его массу только в 50 г. Срок накопления космической скорости для такого зеркала (но не для увлекаемого им аппарата!) сокращается в 20 раз. Практически это, однако, не меняет дела: ясно, что при подобных темпах изменения скорости маневрирование космическим кораблем невозможно. К тому же не надо упускать из виду, что световое давление должно двигать, кроме зеркала, также и весь соединенный с ним аппарат, пассажиров и груз.

Использовать световое давление можно было бы, пожалуй, лишь для перемещения так называемой внеземной станции, о которой речь будет у нас впереди (глава «Искусственная луна. Внеземная станция»).

Столь же безнадежно обстоит вопрос с проектом применить для этой цели радиоволны, посылаемые с Земли в мировое пространство. Во-первых, за внешние пределы земной атмосферы может пробиться, в лучшем случае, только незначительная часть посылаемых электромагнитных лучей (см. Приложение 11). Если для движения звездолета оказывается недостаточной механическая энергия солнечного излучения, то что сказать об излучении земных радиостанций? Что же касается управления межпланетным кораблем по радио, то и об этом тоже говорить не приходится, потому что такое управление возможно было бы лишь в случае, если бы корабль имел в себе механизм для движения в безвоздушном пространстве, – а в этом ведь и вся задача.

Глава 6. Из пушки на луну. Теория

Небесные силы отказали нам в помощи. Остается рассчитывать лишь на могущество человеческой техники, преодолевшей уже немало природных препятствий. Найдём ли мы в ней орудие достаточно могучее, чтобы разорвать оковы тяжести и ринуться в простор мироздания для исследования иных миров?

Надо было обладать оригинальным умом Жюль Верна, чтобы в смертоносном орудии – в пушке – усмотреть средство «вознестись живым на небо». Большинство людей не отдаёт себе отчёта в том, что с механической точки зрения пушка – самая мощная из всех машин, созданных до сих пор человеческой изобретательностью. Пороховые газы, образующиеся в канале орудия при выстреле, оказывают на снаряд давление в 2–3 тысячи килограммов на квадратный сантиметр: это в несколько раз превышает чудовищное давление водных масс в глубочайших пучинах океана. Чтобы оценить работоспособность современной пушки в единицах мощности, т. е. в лошадиных силах, рассмотрим 40-сантиметровое орудие, выбрасывающее снаряд в 600 кг со скоростью 900 м/с. «Живая сила» такого снаряда – полупроизведение массы на квадрат скорости – составляет около 24 000 000 кгм. Если принять во внимание, что столь огромный запас работы развивается в течение небольшой доли секунды – в данном случае 30-й, – то окажется, что секундная работа, выполняемая пушкой, т. е. её мощность, определяется числом 10 000 000 л. с. Между тем мощность машин величайшего океанского парохода⁸ только 200 000 л. с.; понадобилось бы полсотни двигателей подобного исполина, чтобы выполнить механическую работу, совершаемую пороховыми газами орудия в течение секунды.

Не без основания, как видим, предлагал французский романист именно с помощью пушки разрешить проблему заатмосферных полётов. В своих романах он оставил нам самый популярный проект межпланетных путешествий. Кто в юности не путешествовал с его героями на Луну внутри пушечного ядра?

Остроумная идея, разработанная романистом в двух произведениях – «От Земли до Луны» и «Вокруг Луны»⁹, заслуживает большего внимания, чем то, которое обычно ей уделяется. Увлёкшись фабулой произведения, читатели склонны превратно оценивать его основную мысль, считая её фантастичной там, где она реальна, и осуществимой там, где она несбыточна. Рассмотрим же поближе проект Жюль Верна как техническую идею.

Признаюсь, не без волнения приступаю я к строгому разбору пленительных повестей увлекательного романиста. За десятки лет, протекших со времени появления (1865–1870 гг.) этих произведений, увенчанных премией Академии, они успели стать любимым чтением молодежи всех стран. В годы моей юности они зажгли во мне впервые живой интерес к астрономии; не сомневаюсь, что тем же обязаны им и многие тысячи других читателей. И если я решаюсь вонзить анатомический нож в поэтическое создание романиста, то утешаю себя мыслью, что следую лишь примеру его даровитого соотечественника, известного физика Шарля Гильома¹⁰.

Вы имеете превратное представление о науке, если думаете, что она безжалостно подсекает крылья воображению и обрекает нас пресмыкаться в обыденности повседневной жизни. Бесплодной Сахарой было бы поле научных исследований, если бы ученые не прибегали к услугам воображения, не умели отвлекаться от мира видимого, чтобы создавать мысленные, неосязаемые образы. Ни одного шага не делает наука без воображения; она постоянно питается плодами фантазии, но фантазии научной, рисующей воображаемые образы со всею возможною отчетливостью.

⁸ «Куин Мери» («Королева Мария»).

⁹ Имеется русский перевод под редакцией и с примечаниями Я.И. Перельмана.

¹⁰ См. последнюю главу его «Initiation à la Mécanique» (есть русский перевод под заглавием «Введение в механику»).

Научный разбор романа Жюль Верна не есть поэтому столкновение действительности с фантазией. Нет, это соперничество двух родов воображения – научного и ненаучного. И победа остается за наукой вовсе не потому, что романист слишком много фантазировал. Напротив, он фантазировал недостаточно, не достроил до конца своих мысленных образов. Созданная им фантастическая картина межпланетного путешествия страдает недоделанностью. Нам придется восполнить эти недостающие подробности, и не наша вина, если упущенные черты существенно изменяют всю картину.

Надо ли пересказывать содержание романа, который у всех в памяти? Напомню лишь вкратце, словами самого Жюль Верна, главнейшие из интересующих нас обстоятельств.

«В 186... году весь мир был в высшей степени взволнован одним научным опытом, первым и совершенно оригинальным в летописях науки. Члены Пушечного клуба, основанного артиллеристами в Балтиморе после американской войны¹¹, вздумали войти в сношение с Луной, – да, с Луной, – послав в нее снаряд. Их председатель, Барбикен, инициатор предприятия, посоветовавшись с астрономами Кэмбриджской (в Сев. Америке) обсерватории, принял все необходимые меры, чтобы обеспечить это необыкновенное предприятие.

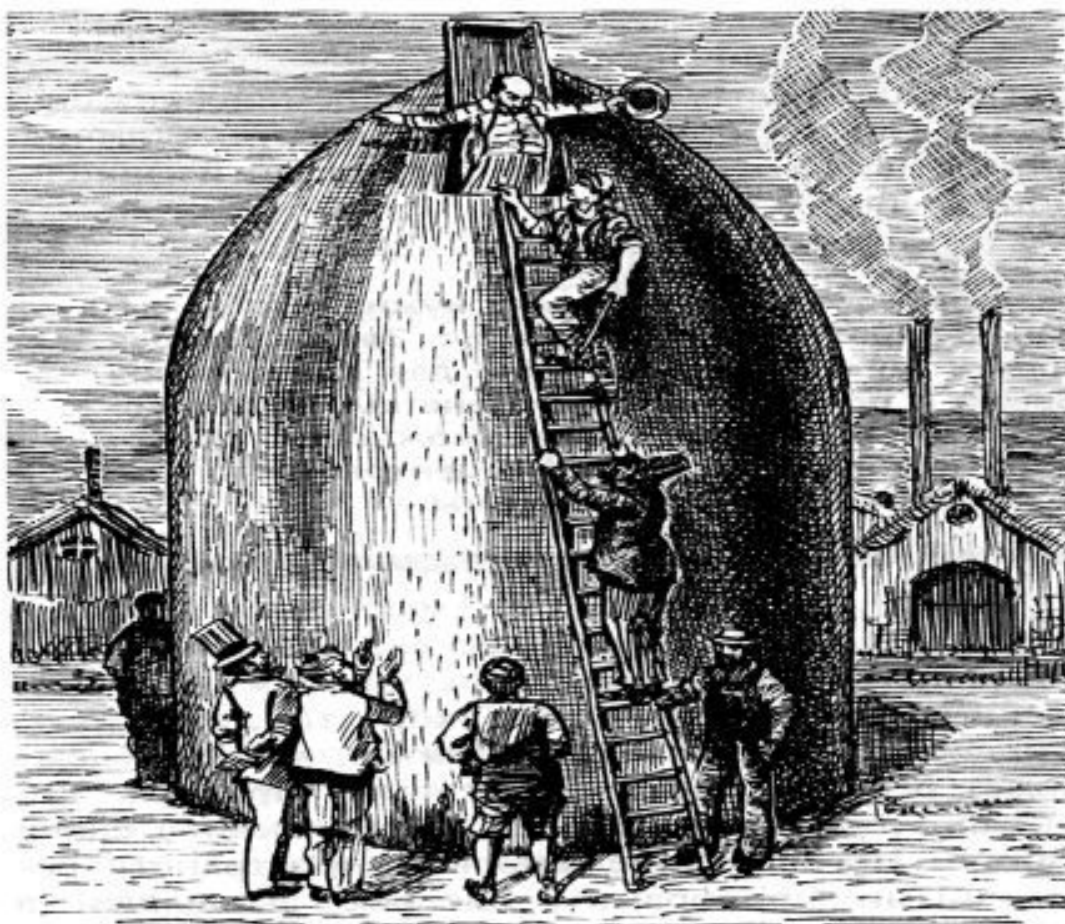


Рис. 10. Проект Жюль Верна. «Снаряд будет представлять собою алюминиевую гранату»...

«Согласно указаниям, данным членами обсерватории, пушка, из которой будет сделан выстрел, должна быть установлена в стране, расположенной между 0° и 28° северной или

¹¹ Северных и южных штатов.

южной широты, чтобы можно было навести ее на Луну в зените. Снаряду должна быть дана первоначальная скорость в 16 тысяч метров в секунду. Выпущенный 1 декабря в десять часов сорок секунд вечера, он должен достичь цели через четыре дня после своего отправления, 5 декабря ровно в полночь, в тот самый момент, когда Луна будет находиться в своем перигее, т. е. в ближайшем расстоянии от Земли.

«Решено было, что 1) снаряд будет представлять собою алюминиевую гранату диаметром в 275 см, со стенками толщиной в 30 см, и будет весить 9 т; 2) пушка будет чугунная, длиною 275 м, и будет вылита прямо в земле; 3) на заряд будет взято 107 т пироксилина, который, развиг под снарядом шесть миллиардов литров газа, легко добросит его до ночного светила.

«Когда эти вопросы были разрешены, председатель клуба, Барбикен, выбрал место, где после чудовищной работы была вполне успешно отлита эта колумбиада (пушка).

«В таком положении находились дела, когда случилось событие, во сто раз увеличившее интерес, возбужденный этим великим предприятием.

«Один француз, фантаст-парижанин, умный и отважный, попросил заключить его в снаряд, так как он хочет попасть на Луну и познакомиться с земным спутником¹². Он помирил председателя Барбикена с его смертельным врагом, капитаном Николаем, и в залог примирения уговорил их отправиться вместе с ним в снаряде. Предложение было принято. Изменили форму снаряда. Теперь он стал цилиндроконическим. Этот род воздушного вагона снабдили сильными пружинами и легко разбирающимися перегородками, которые должны были ослабить силу толчка при выстреле. Захватили съестных припасов на год и воды на несколько месяцев, газа на несколько дней. Особый автоматический аппарат изготовлял и доставлял воздух, необходимый для дыхания трем путешественникам.

«1 декабря в назначенный час, в присутствии необычайного скопления зрителей, начался полет, – и в первый раз три человеческих существа, покинув земной шар, понеслись в мировое пространство с полной уверенностью, что достигнут своей цели».

Прежде всего нам предстоит обсудить, конечно, вопрос о том, насколько реальна самая идея закинуть пушечное ядро на Луну. Мысль о возможности бросить тело с такой скоростью, которая навсегда унесла бы его с Земли, кажется многим совершенно нелепой. Большинство людей привыкло думать, что всякое брошенное тело непременно должно упасть обратно. Таким людям идея Жюль Верна о посылке ядра на Луну представляется абсурдной и беспочвенной. Мыслимо ли, в самом деле, сообщить земному телу такую скорость, чтобы оно безвозвратно покинуло нашу планету? Механика дает на этот вопрос безусловно положительный ответ.

Предоставим слово Ньюто́ну. В своих «Математических началах физики», фундаменте современной механики и астрономии, он писал (книга I, отд. I, определение V):

«Если свинцовое ядро, брошенное горизонтально силою пороха из пушки, поставленной на вершине горы, отлетает по кривой – прежде чем упасть на Землю – на две мили, то (предполагая, что сопротивления воздуха нет), если бросить его с двойной скоростью, оно отлетит приблизительно вдвое дальше; если с десятикратною, то в десять раз. Увеличивая скорость, можно по желанию увеличить и дальность полета и уменьшить кривизну линии, по которой ядро движется, так что можно бы заставить его упасть в расстоянии 10°, 30° и 90°, можно заставить его окружить всю Землю и даже уйти в небесные пространства и продолжать удаляться до бесконечности».

¹² В романе он фигурирует под именем Ардана, – прозрачный псевдоним известного французского аэронавта и фотографа Надара (Феликса Турнашона), который и послужил прообразом этого персонажа.

Итак, ядро, извергнутое воображаемой ньютоновой пушкой, при известной скорости безостановочно кружилось бы около нашей планеты, наподобие крошечной

Луны (рис. 11). Мы можем вычислить, какая начальная скорость нужна для такого полета ядра. Вычисление это (если пренебречь сопротивлением атмосферы) настолько же просто, насколько любопытен его результат.

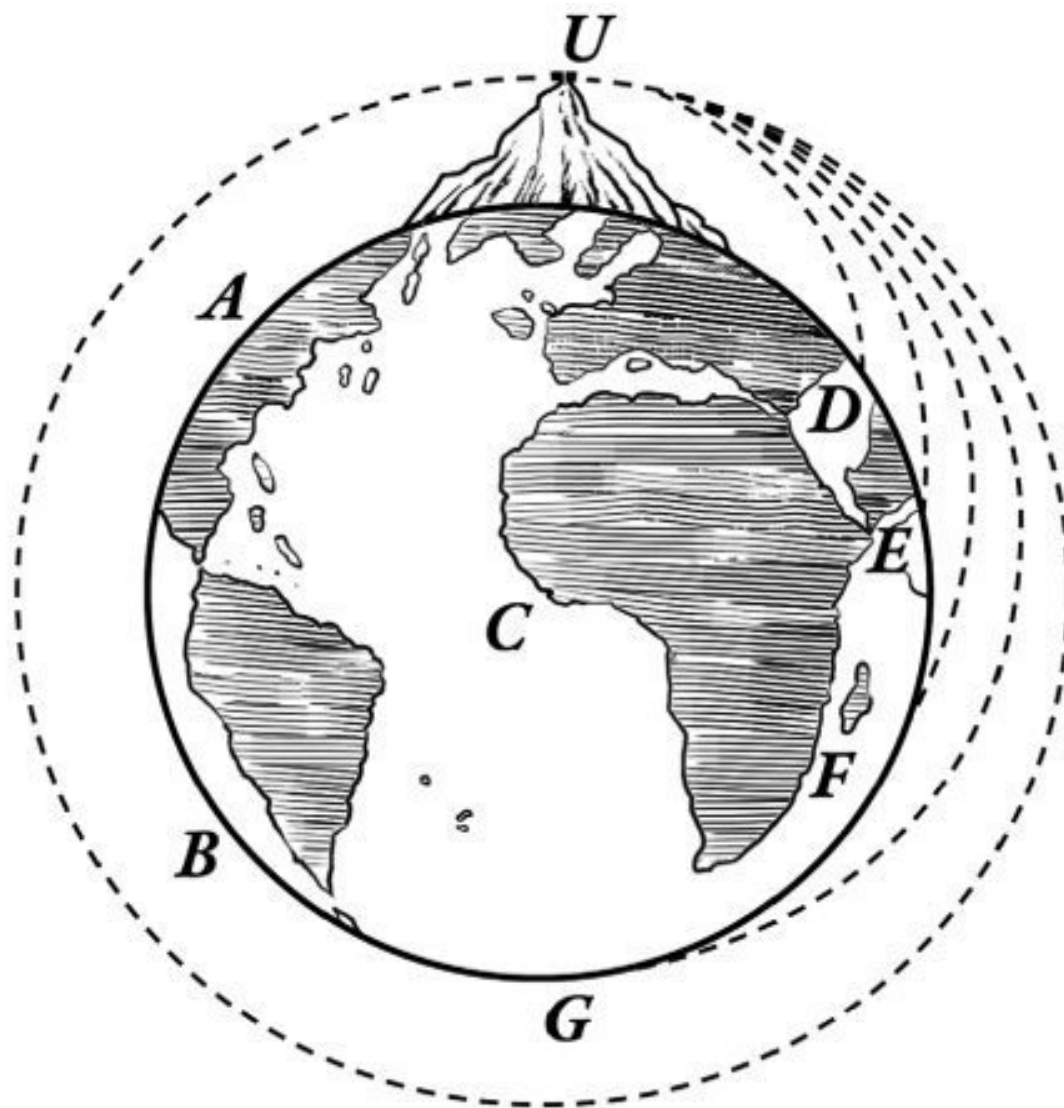


Рис. 11. Воображаемый опыт Ньютона с пушечными снарядами

Чтобы найти искомую скорость, отдадим себе отчет в том, почему ядро, выброшенное пушкой горизонтально, падает в конце концов на Землю. Потому, что земное притяжение искривляет путь ядра – снаряд летит не по прямой линии, а по кривой¹³, которая упирается в земную поверхность. Но если бы мы могли уменьшить кривизну пути ядра настолько, чтобы сделать ее одинаковой с кривизной земной поверхности, то ядро никогда на Землю не упало бы: оно вечно мчалось бы по кривой, concentric с окружностью нашей планеты. Этого можно добиться, сообщив ядру достаточную скорость, и мы сейчас определим – какую. Взгляните на рис. 12.

¹³ Такая кривая называется баллистической.

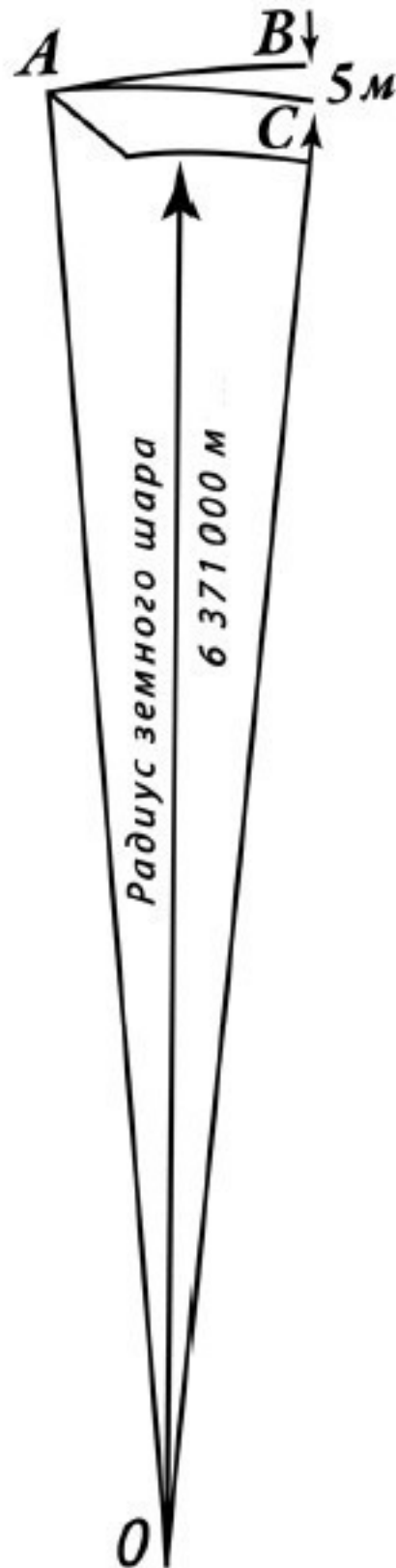


Рис. 12 Вычисление скорости ядра, которое должно вечно кружиться около Земли

Снаряд, выброшенный пушкой из точки A по касательной, спустя секунду был бы, скажем, в точке B , – если бы не действие земного притяжения. Тяжесть меняет дело, и под ее

влиянием снаряд через секунду окажется не в B , а ниже настолько, насколько всякое свободное тело опускается в первую секунду своего падения, т. е. на 5 м. Если, опустившись на эти 5 м, снаряд окажется над уровнем Земли ровно настолько же, насколько и в точке A , то значит, он летит параллельно земной поверхности, не приближаясь и не удаляясь от нее. Это и есть то, чего мы желаем добиться. Остается вычислить лишь длину AB , т. е. путь снаряда в одну секунду; результат и даст искомую секундную скорость ядра. Вычисление может быть выполнено по теореме Пифагора. В прямоугольном треугольнике ABO линия AO есть земной радиус, равный 6 371 000 м. Отрезок $OC = AO$, отрезок $BC = 5$ м; следовательно, $OB = 6\,371\,005$ м. По теореме Пифагора имеем:

$$6\,371\,005^2 = 6\,371\,000^2 + AB^2.$$

Отсюда уже легко вычислить искомую величину секундной скорости:

$$AB = 7900 \text{ м/с.}$$

Итак, если бы пушка могла сообщить снаряду начальную скорость в 8 км/сек, то при отсутствии сопротивления атмосферы такой снаряд никогда не упал бы на Землю, а вечно вращался бы вокруг нее¹⁴. Пролетая в каждую секунду 8 км, он в течение 1 ч 23 мин успел бы описать полный круг и возвратился бы в точку исхода, чтобы начать новый круг, и т. д. Это был бы настоящий спутник земного шара, наша вторая Луна, более близкая и более быстрая, чем первая. Ее «месяц» равнялся бы всего только 1 ч 23 мин. Она мчалась бы в 17 раз быстрее, чем любая точка земного экватора, и если вы вспомните то, что сказано было выше об ослаблении тяжести вследствие вращения Земли (см. стр. 28–30), то вам станет еще яснее, почему ядро наше не падает на Землю. Мы знаем, что если бы земной шар вращался в 17 раз быстрее, то тела на экваторе целиком потеряли бы свой вес; скорость же нашего снаряда – 8 км/с – как раз в 17 раз больше скорости точек земного экватора.

¹⁴ Расчет, поясняемый рис. 12, смущает некоторых читателей тем, что величина секундного приближения падающего тела к центру Земли принимается здесь постоянной; между тем для свободно падающего тела величина эта в последующие секунды растет, как известно, пропорционально квадрату числа протекших секунд: в первую секунду падения тело опускается на 5 м, в первые две – на 20 м, в первые три – на 45 м и т. д. Не надо забывать, однако, что пройденный путь возрастает так лишь тогда, когда направление силы земного притяжения, действующей на тело, остается неизменным или параллельным самому себе. В нашем же случае направление силы тяжести каждый момент меняется, составляя всегда прямой угол с касательной скоростью (рис. 13). Поэтому отвесная скорость не накапливается, и тело ежесекундно опускается на 5 м.

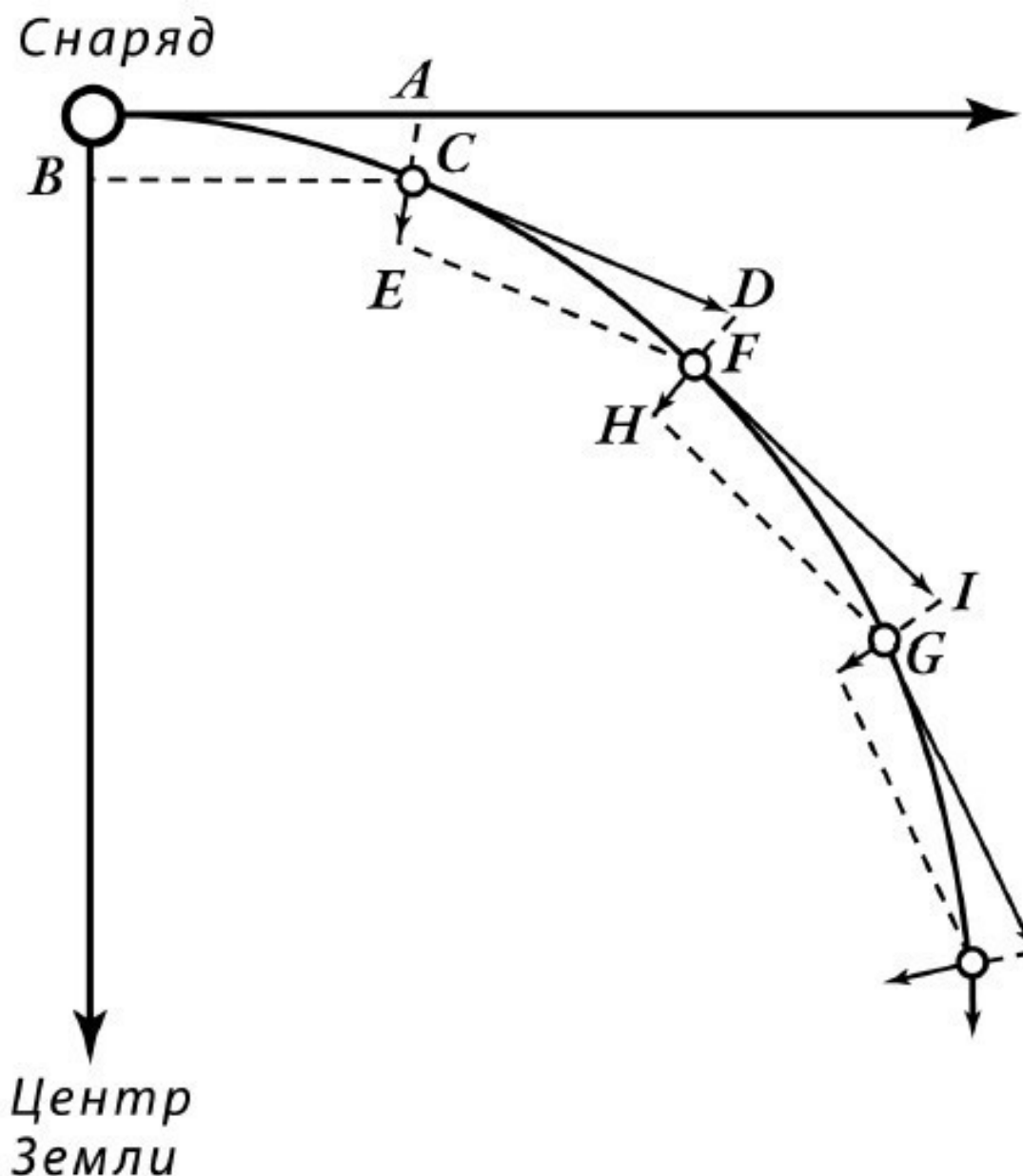


Рис. 13. Как направлена сила тяжести, действующая на снаряд в воображаемом опыте Ньютона

Человеческой гордости должно льстить сознание, что мы имеем возможность – правда, лишь теоретическую – подарить Земле маленького, но все же настоящего спутника. Пылкий герой Жюль-Вернова «Путешествия на Луну», артиллерист Мاستон, не без основания воскликнул, что в создании пушечного ядра человек проявил высшую степень могущества: «Создав пушечное ядро, человек сотворил подобие несущихся в пространстве небесных светил, которые в сущности те же ядра». Еще справедливее это сравнение с небесными светилами для того снаряда, который отсылается в мировое пространство. Это новое небесное тело, при своей миниатюрности, будет не хуже всех остальных подчиняться трем законам Кеплера, управляющим небесными движениями. Нужды нет, что пушечный снаряд – предмет «земной»: приобретя космическую скорость, он превращается в настоящее небесное тело.

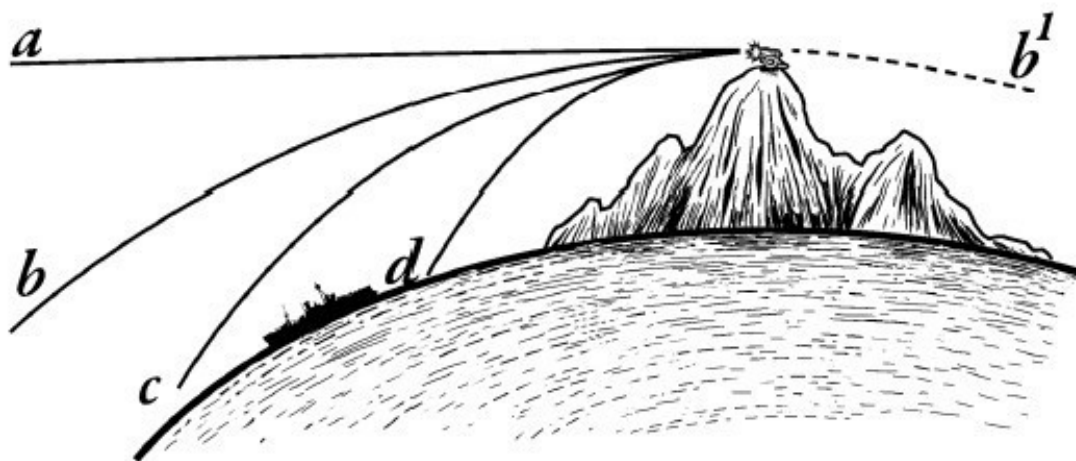


Рис. 14. Судьба ядер, выброшенных пушкой с весьма большими скоростями

Итак, сообщив пушечному снаряду начальную скорость 8 км/с, мы превращаем его в маленькое небесное тело, которое, победив земное притяжение, уже не возвращается на Землю. Что же будет, если сообщить снаряду еще большую начальную скорость? В небесной механике доказывается, что при начальной секундной скорости в 8, 9, 10 км/с, снаряд, выброшенный пушкой, будет описывать около Земли не окружность, а эллипс – тем более вытянутый, чем значительнее начальная скорость; центр Земли занимает один из фокусов этого эллипса.

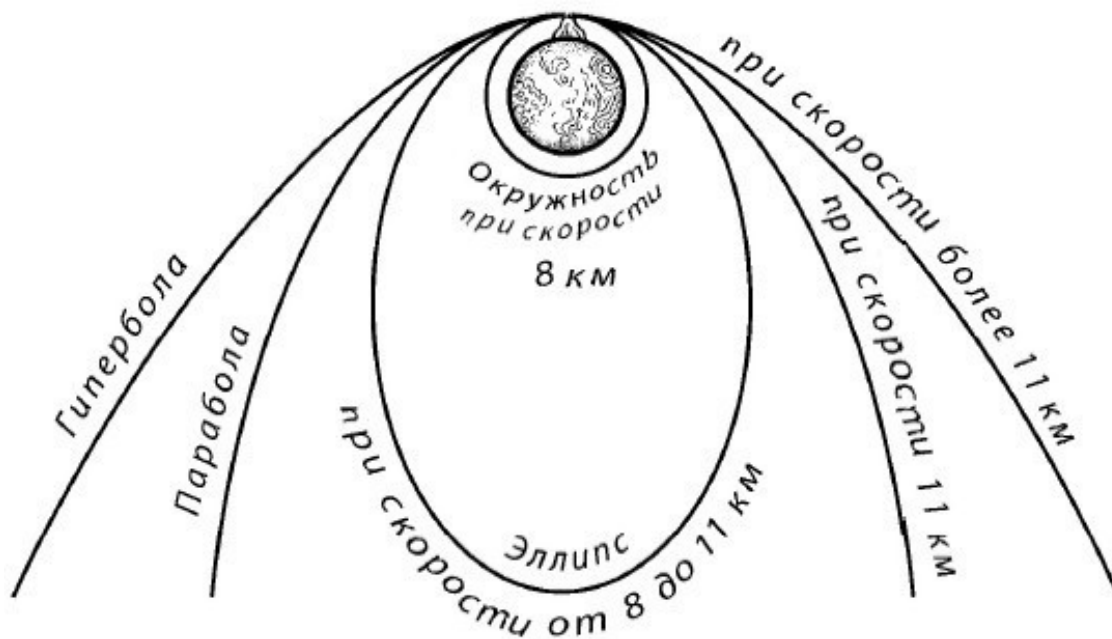


Рис. 15. Какие пути должны описывать в пустом пространстве тела, брошенные с Земли горизонтально со скоростью 8 км/с и более

Когда же мы доведем начальную скорость приблизительно до 11 км/с, эллипс превратится уже в незамкнутую кривую – в параболу (рис. 15). Точнее говоря, он должен был бы превратиться в параболу, если бы Земля была единственным телом, притяжение которого влияет на путь нашего снаряда. Могучее притяжение Солнца также действует на снаряд и мешает ему удалиться в бесконечность. Брошенный с указанной скоростью в направлении годового

движения Земли снаряд избегнет падения на Солнце и будет вечно обращаться вокруг него, подобно земному шару и другим планетам. В астрономическом смысле он повысится в ранге: из спутника Земли превратится в спутника Солнца, в самостоятельную планету. Человеческая техника подарит солнечной системе нового миниатюрного члена.

Ради простоты мы начали с рассмотрения тела, брошенного горизонтально. В небесной механике доказывается, однако, что те же выводы справедливы и для тела, брошенного под любым углом к горизонту, даже отвесно, как ядро в романе Жюль Верна. Во всех случаях при достаточной скорости снаряд покидает Землю навсегда и уносится в мировое пространство.

Вот какие чудесные возможности открывает перед нами теория. Что же говорит ее несговорчивая сестра – практика? В состоянии ли современная артиллерия осуществить эти возможности?

Величайшая пушка, действительно сооруженная, – это то знаменитое сверхдальнобойное орудие, которым немцы в 1918 г. обстреливали Париж с расстояния 120 км. В следующей табличке сопоставлены данные об обеих пушках – германской¹⁵ и Жюль-Верновой:

| | Германское орудие | Колумбиада Жюль Верна |
|--------------------|-------------------|-----------------------|
| Длина ствола | 34 м | 275 м |
| Вес орудия | 750 т | 68 000 т |
| Наружный диаметр | 1 м | 6,75 м |
| Толщина стенок | 40 см | 200 см |
| Калибр | 21 см | 275 см |
| Длина снаряда | 95–111 см | 400 см |
| Вес снаряда | 100–115 кг | 8 000 кг |
| Вес заряда | 150 кг | 180 000 кг |
| Начальная скорость | 2000 м/с | 16 000 м/с |

Сравнивая оба исполина – реальный и фантастический, – мы видим, что германские артиллеристы создали орудие, которое по линейным размерам всего в 7–8 раз было меньше Жюль-Верновой колумбиады и выбрасывало снаряд со скоростью 2 км/с. Эта рекордная начальная скорость в 5,5 раз меньше того, что необходимо для переброски снаряда с Земли на Луну.

Переход от 2 к 11 как будто не так уже значителен. Техника в победном шествии своем преодолела гораздо большую дистанцию, когда заменила древние катапульты мощными орудиями современной артиллерии. Римские legionеры назвали бы безумцем всякого, кто сказал бы, что их потомки будут перебрасывать снаряды в тонну весом на расстояние 40 и более километров. Энергия, выбрасывающая снаряд из крупного орудия, в десятки миллионов раз превышает энергию человека, невооруженной рукой бросающего камень. Если мы могли так головокружительно далеко превзойти силу первобытного дикаря, то не опрометчиво ли ставить какие-нибудь границы дальнейшему росту могущества артиллерийской техники?

Досадно, конечно, что земная тяжесть так значительна. На Луне напряжение тяжести вшестеро слабее, чем на Земле, и совершенно отсутствует атмосфера, служащая серьезным препятствием полету снаряда; поэтому там для превращения снаряда в спутник почти достаточно была бы одна из тех дальнобойных пушек, которыми наша техника уже располагает в данный момент (нужна начальная скорость 2,3 км/с). А на спутнике Марса – крошечном Фобосе – можно просто бросить камень рукой, чтобы он никогда уже не упал обратно.

Однако мы живем не на Фобосе и не на Луне, а на Земле. Нам необходимо поэтому добиваться секундной скорости около 13–17 км, чтобы иметь возможность перекидывать пушечные снаряды на иные планеты. Достигнем ли мы этого когда-нибудь?

¹⁵ По данным «Артиллерийского журнала» (1935, № 1), почерпнутым из немецкой книги Эйсгрубера «Как мы обстреливали Париж». 1934.

Глава 7. Из пушки на луну. Практика

Итак, можно ли надеяться, что артиллерия когда-нибудь осуществит смелый замысел членов Пушечного клуба, подсказанный им фантазией Жюль Верна?

Нет, – и вот почему.

Нетрудно сообразить, что газы, образующиеся при взрыве орудийного заряда, могут сообщить выталкиваемому снаряду скорость не большую той, какую они обладают сами. С того момента, как скорость снаряда делается равной скорости молекул пороховых газов, последние перестанут на него напирать, и дальнейшее нарастание скорости прекратится. Энергию же движения газы эти черпают из запаса химической энергии заряда. Зная это, можно вычислить ту предельную скорость, какую данное взрывчатое вещество способно сообщить артиллерийскому снаряду. Черный порох, например, выделяет при сгорании 685 больших калорий на килограмм своей массы. В единицах механической энергии это соответствует – считая по 427 кгм на калорию – 290 000 кгм. Так как живая сила килограмма вещества, движущегося со

скоростью v , равна $\frac{v^2}{20}$ кгм, то имеем уравнение:

$$290\,000 = \frac{v^2}{20},$$

откуда $v \approx 2400$ м/с. Значит, наибольшая скорость, какую черный порох способен сообщить снаряду, – 2400 м/с, и никакие усовершенствования огнестрельного оружия не превзойдут этого предела.

Из всех известных нам взрывчатых веществ наибольший запас энергии заключает нитроглицерин: 1580 больших калорий на килограмм (пироксилин, отправивший на Луну героев Жюль Верна, развивает при взрыве всего 1100 калорий). В переводе на механическую энергию получим 670 000 кгм, а из уравнения

$$670\,000 = \frac{v^2}{20},$$

узнаем соответствующую предельную скорость снаряда: 3660 м/с.

Как видите, это еще далеко от тех 11–17 км/с, какие нужны для выстрела в мировое пространство.

Если для сообщения артиллерийскому снаряду космической скорости не годятся современные взрывчатые вещества, то нельзя ли надеяться на то, что химия снабдит нас когда-нибудь более мощными взрывчатыми составами? Однако химики дают на этот счет мало обнадеживающие сведения. «Нельзя ждать значительного успеха в изобретении сильных взрывчатых веществ. Наши взрывчатые вещества и без того дают очень много тепла и приводят к очень высоким температурам... Трудно надеяться, чтобы химическими способами можно было выйти далеко за пределы этих температур. Таким образом, нельзя рассчитывать изобрести взрывчатые вещества, которые давали бы много больше работы, чем современные» (Е. Шилов «Пределы силы взрывчатых веществ»).

Как видим, пушка, заряжаемая взрывчатыми составами, совершенно недостаточна для обстрела мирового пространства и навсегда останется такой. Но, быть может, это будет осуществлено когда-нибудь пушками электромагнитными, слухи об изобретении которых проникли в печать? Здесь мы вступаем в область неизвестного.

Будем оптимистами и станем надеяться, что это неизвестное сулит успех и поможет людям со временем перебросить снаряд на Луну.

Если бы вопрос состоял только в этом, если бы мы искали способа установить между планетами своего рода небесную почту, если бы мы стремились лишь отправлять в далекие миры посылки для неведомых адресатов, то задача решалась бы электромагнитной пушкой вполне удовлетворительно.

Но мы заботились пока только о снаряде, о том, чтобы он полетел достаточно быстро и достиг своей цели. Подумаем теперь и о том, что будет происходить внутри снаряда. Ведь перед нами не простой артиллерийский снаряд; это своего рода вагон, в котором находятся живые существа. Какая участь ожидает их при полете?

Здесь, а не в самой мысли перекинуть снаряд на Луну, кроется слабое место заманчивого проекта Жюль Верна.

Небывалое путешествие должно было пройти для пассажиров Жюль-Вернова снаряда далеко не так благополучно, как описано в романе. Не думайте, впрочем, что опасность грозит им во время путешествия от Земли до Луны. Ничуть! Если бы пассажирам удалось остаться живыми к моменту, когда они покинут канал пушки, то в дальнейшем путешествии им нечего было бы уже опасаться. В океане Вселенной нет ни бурь, ни волн, ни качки. Встреча с метеором весьма маловероятна; тот «второй спутник Земли», который едва не преградил путь снаряду Жюль Верна, в действительности не существует. А огромная скорость, с которой пассажиры летели бы в мировом пространстве вместе с их вагоном, была бы столь же безвредна для них, как безвредна для нас, обитателей Земли, та секундная скорость в 30 км, с какой мы мчимся вокруг Солнца.

Опасный момент для Жюль-Верновых путешественников представляют те сотые доли секунды, в течение которых снаряд-вагон движется в канале ствола самой пушки. В этот ничтожно малый промежуток времени скорость движения пассажиров должна неимоверно возрасти: от нуля до 16 км/с¹⁶. Герои романа были вполне правы, утверждая, что момент, когда снаряд полетит, будет столь же опасен для них, как если бы они находились не внутри снаряда, а прямо перед ним. Действительно, в момент выстрела нижняя площадка (пол) каюты должна ударить пассажиров с такой же силой, с какой обрушился бы снаряд на любое тело, находящееся впереди него. Напрасно пассажиры воображали, что отделаются лишь сильными приливами крови к голове.

Дело неизмеримо серьезнее. Произведем несложный расчет. В канале ствола пушки снаряд движется ускоренно – скорость его увеличивается под постоянным напором газов, образующихся при взрыве; в течение ничтожной доли секунды она возрастает от нуля до 16 км. Как же велико «ускорение» этого движения, т. е. на какую величину нарастает здесь скорость в течение полной секунды? Нужды нет, что движение длится лишь малую долю секунды: расчет можно вести на целые секунды. Оказывается, что секундное «ускорение» ядра, скользящего в канале ствола орудия, выражается огромным числом – 640 км/с (см. Приложение 6). Для сравнения напомним, что секундное ускорение трогającegoся курьерского поезда – не более 1 м/с.

Все значение этого числа – 640 км/с за секунду – мы постигнем лишь тогда, когда сравним его с ускорением падающего тела на земной поверхности, ускорением, составляющим всего около 10 м/с за секунду, т. е. в 64 000 раз меньше. Это значит, что в момент выстрела каждый предмет внутри снаряда придавливался бы ко дну снаряда с силой, которая в 64 000 раз более веса самого предмета. Пассажиры почувствовали бы, что внезапно сделались в десятки тысяч раз тяжелее. Цилиндр мистера Барбикена один весил бы десятки тонн. Правда, это длилось бы всего 40-ю долей секунды, но можно не сомневаться, что под действием такой колоссаль-

¹⁶ Жюль Верн выбрал для снаряда именно такую скорость в расчете преодолеть не только силу тяжести, но и сопротивление атмосферы.

ной тяжести люди были бы буквально расплющены. Бессильны все меры, принятые героями Жюль Верна для ослабления силы удара: пружинные буфера и двойное дно с водой. Продолжительность удара от этого, правда, растягивается, и, следовательно, быстрота нарастания скорости уменьшается. Но при тех огромных величинах, с которыми приходится иметь здесь дело, выгода получается ничтожная: сила, придавливающая пассажиров к полу, уменьшается на какую-нибудь сотую долю, не более.

Нет ли средств избежать при взрыве роковой быстроты нарастания скорости?¹⁷

Этого можно было бы достигнуть весьма значительным удлинением канала пушки. Легко убедиться вычислением (см. Приложение), что если, например, мы хотим иметь «искусственную» тяжесть внутри ядра в момент выстрела равную обыкновенной тяжести на земном шаре, то нам нужно изготовить пушку длиною – ни много ни мало – в 6000 км. Жюль-Вернова колумбиада должна была бы простираться в глубь земного шара почти до самого центра, чтобы пассажиры были избавлены от этих неприятностей: они почувствовали бы, что стали только вдвое тяжелее.

Надо заметить, что человеческий организм в течение весьма краткого промежутка времени без вреда переносит увеличение собственной тяжести в несколько раз. Когда мы скатываемся с ледяной горы вниз и здесь быстро меняем направление своего движения, то в этот краткий миг вес наш увеличивается раз в 10 (т. е. тело наше в десятки раз сильнее обычного прижимается к салазкам)... Если даже допустить, что человек может безвредно переносить в течение короткого времени 20-кратное увеличение своего веса, то для отправления людей на Луну достаточно будет отлить пушку в 200 км длиною. Однако и это малоутешительно, потому что подобное сооружение лежит за пределами технической достижимости¹⁸. Не говорю уже о том, что извергающая сила такой непомерно длинной пушки должна значительно уменьшиться вследствие трения ядра в 300-километровом канале орудия.

¹⁷ В сущности, это огромное ускорение есть лишь другое название для того, что мы именуем сотрясением.

¹⁸ В настоящее время ученые рассматривают возможность создания нового варианта «пушки». Речь идет о применении трубопроводного транспорта. Для достижения больших скоростей надо создавать в трубопроводе вакуум и пускать по нему контейнеры с грузом. Достоинство такой «пушки» в том, что выводимый на орбиту груз с момента пуска летит без огромной массы топлива. Как утверждает ученый из Центрального НИИ машиностроения В.П. Богомолов, такую пушку, в принципе, можно применять уже сейчас на Луне: «Из лунной пушки – на Землю!»



Рис. 16. При скатывании с ледяной горы вес нашего тела увеличивается в несколько раз

Физика указывает и на другое средство ослабить силу удара. Самую хрупкую вещь можно уберечь от поломки при сотрясении, погрузив ее в жидкость равного удельного веса. Так, если заключить хрупкий предмет в сосуд с жидкостью такой же плотности и герметически закупорить его, то подобный сосуд можно ронять с высоты и вообще подвергать сильнейшим сотрясениям, при условии, разумеется, что сосуд остается цел, – и хрупкий предмет от толчков почти не страдает. Мысль эта впервые высказана К.Э. Циолковским:

«Известно, – пишет он, – что все слабое, нежно устроенное – зародыши – природа помещает в жидкости или окружает ими... Возьмите стакан с водою, куриное яйцо и соль. Яйцо положите в воду, а соль подсыпайте в стакан до тех пор, пока яйцо не начнет подниматься со дна к поверхности воды. Тогда прибавьте немного воды, чтобы яйцо находилось в равновесии во всяком месте сосуда, т. е. чтобы оно, будучи на средней высоте, не поднималось кверху и не опускалось на дно. Теперь ударьте смело стаканом о стол настолько сильно, насколько позволяет крепость стекла, – и от этого яйцо в стакане не шелохнется. Без воды яйцо, конечно, и при самых слабых ударах моментально раскалывается. Опыты эти описаны мною в трудах Московского общества любителей естествознания за 1891 г.».

Не следует думать, однако, что мы могли бы поэтому осуществить смелую затею Жюль-Верновых артиллеристов, если бы наполнили внутренность снаряда соленой водой средней плотности человеческого тела и в эту среду погрузили пассажиров, одетых в водолазные костюмы, с запасом воздуха; после же выстрела, когда нарастание скорости прекратится и пассажиры приобретут скорость снаряда, они могли бы уже выпустить воду и устроиться в каюте, не опасаясь неприятных неожиданностей. Такая мысль ошибочна, потому что тела живых существ имеют неоднородное строение: они состоят из частей различного удельного

веса (кости, мускулы и т. п.), а окружить каждую отдельную часть жидкостью соответствующей плотности невозможно.

В частности, невозможно оградить от сотрясения мозг, заключенный в черепной коробке. Между тем, как показали опыты, именно этот орган всего более чувствителен к резким изменениям скорости (мозг сильно придавливается тогда к внутренним стенкам черепа).

Итак, вот какие затруднения нужно было бы преодолеть, чтобы осуществить в действительности заманчивый проект Жюль Верна:

1) Придумать способ метать снаряды со скоростью, всемерно большей, чем начальная скорость быстрейших современных снарядов.

2) Соорудить пушку длиною километров в 300.

3) Поместить пушку так, чтобы жерло ее выступало за пределы земной атмосферы, избегнув этим сопротивления воздуха.

А в результате – отправиться в небесное странствование без малейшей надежды вернуться не только живым, но даже и мертвым: ведь только счастливая случайность помогла героям романа возвратиться на Землю. Жюль-Верново ядро – снаряд неуправляемый; чтобы дать ему новое направление, надо зарядить им пушку. А где взять пушку в мировом пространстве или на другой планете?

Невольно вспоминается глубокое изречение Паскаля: «Никто не странствовал бы по свету, если бы не надеялся когда-нибудь рассказать другим о том, что видел»... Но именно этой надежды пушка Жюль Верна нам не оставляет.

Глава 8. К звездам на ракете

После ряда разочарований мы подходим наконец, к единственному действительно осуществимому проекту межпланетных путешествий. Путь этот указан был впервые нашим ученым К.Э. Циолковским (в 1903 г.) и стоит в стороне от всех фантастических замыслов, рассмотренных ранее. Здесь перед нами уже не фантазия романиста, не просто любопытная задача из области небесной механики, а глубоко продуманный механический принцип, реальный путь к осуществлению заатмосферных полетов в управляемом снаряде – звездолете.

Ничто не может быть проще той мысли, которая положена в основу этого проекта, – двигаться, управляясь в пустом пространстве без опоры. На первых уроках физики знакомимся мы с законом «действия и противодействия», иначе называемым «третьим законом Ньютона»: каждая сила всегда вызывает равную ей силу противодействия. Эта-то последняя сила и поможет нам умчаться в бездны мироздания. Сила противодействия проявляется на каждом шагу, – быть может, именно потому мы и не отдаем себе ясного отчета в ее существовании; нужны особые обстоятельства, чтобы заставить мысль остановиться на ней.

Когда вы стреляете из ружья, вы чувствуете его «отдачу»: давление взрывных газов отбрасывает пулю в одну сторону и с равной силой отталкивает ружье в обратную сторону. Если бы ружье весило столько же, сколько и пуля, приклад ударял бы стреляющего с такою же скоростью, с какою ударяет пуля, выпущенная в упор; каждый стрелок был бы тогда самоубийцей. Но ружье значительно тяжелее пули, и во столько же раз ослабляется действие его возвратного удара. Надо всегда помнить, что вообще действие силы на тело зависит от массы этого тела: одна и та же сила сообщает грузному телу меньшую скорость, чем легкому (соответственно обратному отношению их масс). Закон «равенства действия и противодействия» не следует понимать буквально: само **действие** почти никогда не равно противодействию, равны лишь действующие при этом силы, могущие вызвать весьма различные результаты.

Наблюдая падение яблока на Землю, не думайте, что земной шар остается неподвижен, нарушая закон противодействия. Притяжение и здесь взаимное; сила действия Земли на яблоко вызывает точно такую же силу противодействия. Яблоко и Земля буквально **падают друг на друга**, влекомые равными силами; но так как масса земного шара неизмеримо больше массы яблока, то скорость падения Земли неизмеримо меньше скорости падения яблока. Пока яблоко падает с дерева на Землю, наша планета перемещается навстречу яблоку едва на одну стотриллионную долю сантиметра. Практически Земля остается неподвижной и замечается лишь движение яблока.

Этот-то закон, впервые провозглашенный великим Ньютоном, открывает перед нами возможность свободно двигаться, ни на что не опираясь. Перемещаться, ни от чего не отталкиваясь, одними лишь внутренними силами – не звучит ли это так, как поднятие самого себя за волосы по анекдотическому способу барона Мюнхгаузена? Но сходство – чисто внешнее. По существу разница здесь огромная, и насколько бесполезно поднимать себя за волосы, настолько действителен способ движения по принципу отдачи. Природа давно уже осуществила такое перемещение для многих живых существ. Каракатица набирает воду в жаберную полость и затем энергично выбрасывает струю воды через особую воронку впереди тела; вода устремляется вперед, а тело каракатицы получает обратный толчок, отбрасывающий ее назад; направляя трубку воронки вбок или вниз, животное может таким своеобразным способом двигаться в любом направлении. Подобным же образом перемещают свое тело медузы, сальпы, личинки стрекоз и многие другие обитатели вод. Пользуется этим приемом и человеческая техника: вращение водяных и так называемых реакционных паровых турбин тоже основано на законе противодействия.

Нигде, однако, интересующий нас способ перемещения не проявляется так наглядно, как при полете обыкновенной ракеты. Сколько раз любовались вы ее эффектным взлетом, – но приходило ли вам в голову, что вы видите перед собою уменьшенное подобие будущего межзвездного дирижабля? А между тем еще гениальный Гаусс предрекал ракете в будущем великое значение, более важное, чем открытие Америки...

Отчего ракета взлетает вверх при горении наполняющего ее пороха? Даже среди людей науки приходится нередко слышать, будто ракета летит вверх потому, что газами, которые вытекают из нее при горении пороха, она «отталкивается от воздуха». На самом же деле воздух не только не обуславливает движение ракеты, но даже мешает ей: в безвоздушном пространстве ракета должна лететь быстрее, чем в атмосфере. Истинная причина движения ракеты состоит в том, что когда пороховые газы стремительно вытекают из нее вниз, сама трубка ракеты, по закону противодействия, отталкивается вверх. Весьма наглядно объяснены механические условия такого полета в предсмертной записке известного революционера-первомартовца Кибальчича, о котором у нас еще будет речь. Он писал:

«Представьте себе, что мы имеем из листового железа цилиндр, закрытый герметически со всех сторон и только в нижнем дне своем имеющий отверстие. Расположим по оси этого цилиндра кусок прессованного пороха и зажжем его. При горении образуются газы, которые будут давить на всю внутреннюю поверхность цилиндра. Но давления на боковую поверхность цилиндра будут взаимно уравниваться, и только давление газов на закрытое дно цилиндра не будет уравновешено противоположным давлением, так как с противоположной стороны газы имеют свободный выход через отверстие¹⁹. Если цилиндр поставлен закрытым дном кверху, то при известном давлении газов цилиндр должен подняться вверх». – Прилагаемые чертежи поясняют сказанное.

При горении пороха ракеты происходит, в сущности, то же, что и при выстреле из пушки. Снаряд летит вперед, пушка отталкивается назад.

¹⁹ Это надо понимать в том смысле, что противодействующая сила порождает здесь не напор на стенку, а истечение газов из отверстия.

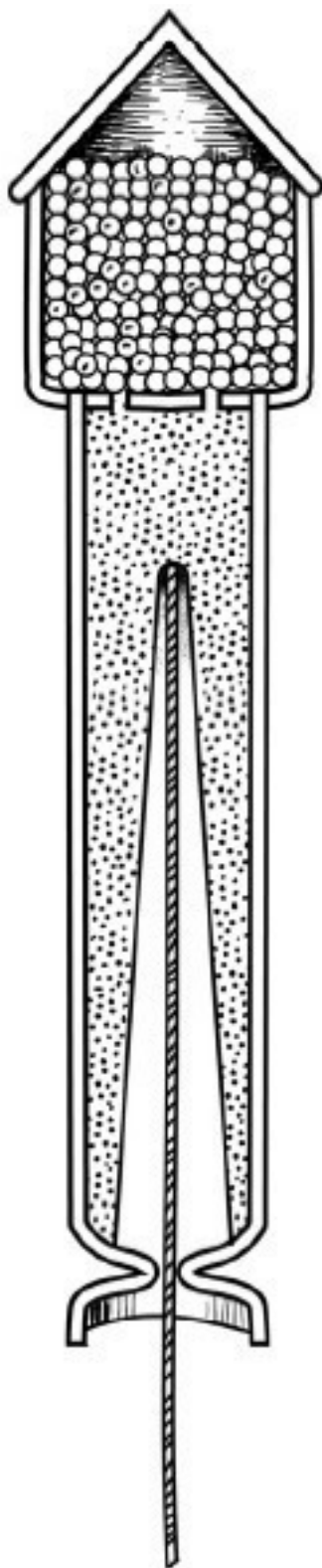


Рис. 17. Увеселительная ракета с цветными звездками (шарики состава бенгальского огня в головной части ракеты)

Если бы пушка висела в воздухе, ни на что не опираясь, она после выстрела устремилась бы назад со скоростью, которая во столько раз меньше скорости снаряда, во сколько раз он легче пушки. Ракета – нечто как раз противоположное пушке; в пушке назначение взрыва –

выбросить снаряд, почти не сдвигая ствола пушки; в ракете же взрывные газы предназначены именно для перемещения самого тела ракеты. Скорость и масса этих газов так значительны, что «отдача» заставляет тело ракеты быстро взлетать вверх. Все время, пока происходит горение пороха, скорость ракеты возрастает; к прежней скорости непрерывно, каждую секунду, прибавляется новая²⁰, да и сама ракета, теряя свои горючие запасы, уменьшает свою массу и потому заметнее поддается действию силы.

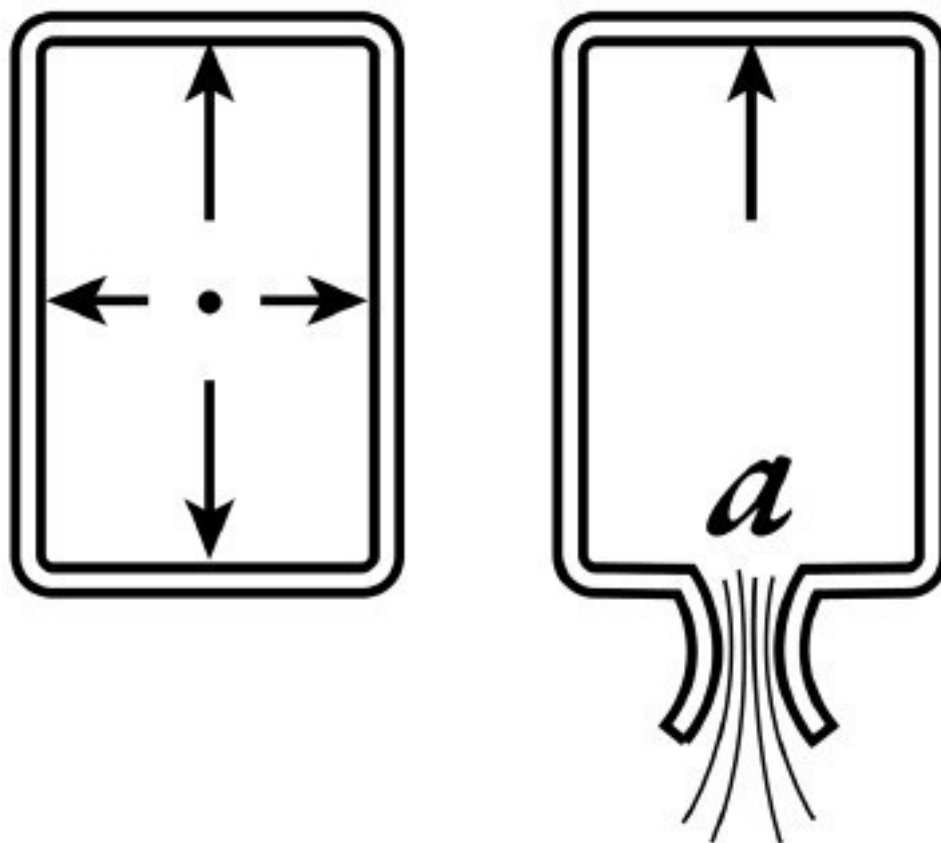


Рис. 18. Действие газов внутри ракеты (схема)

Опишу несложный прибор, действие которого объясняется тем же принципом. Прибор нетрудно устроить самому. Он наглядно убеждает в существовании силы, которая должна увлекать ракету в сторону, противоположную истечению газов. Стекланный сосуд (рис. 19) подвешен к подставке на нитях. В сосуд наливают воды и подставляют под него горелку. Когда вода закипит, пар будет струйкой выбиваться из сосуда, сам же сосуд при этом откатнется в обратную сторону. Но, очутившись вне пламени, реторта скоро охладится; вода перестанет кипеть, пар больше выбиваться не будет, и сосуд вернется в прежнее положение. Опять начнется кипение, опять реторта откатнется, и т. д. Сосуд будет качаться, как маятник («тепловой маятник» Цельнера).

Ньютон, говорят, проектировал устройство самодвижущегося экипажа, устроенного подобным же образом, т. е. в сущности, то, что выполнено теперь строителями ракетного автомобиля.

²⁰ Ускорение, с каким движется вверх пиротехническая ракета, в десятки раз больше ускорения земной тяжести.

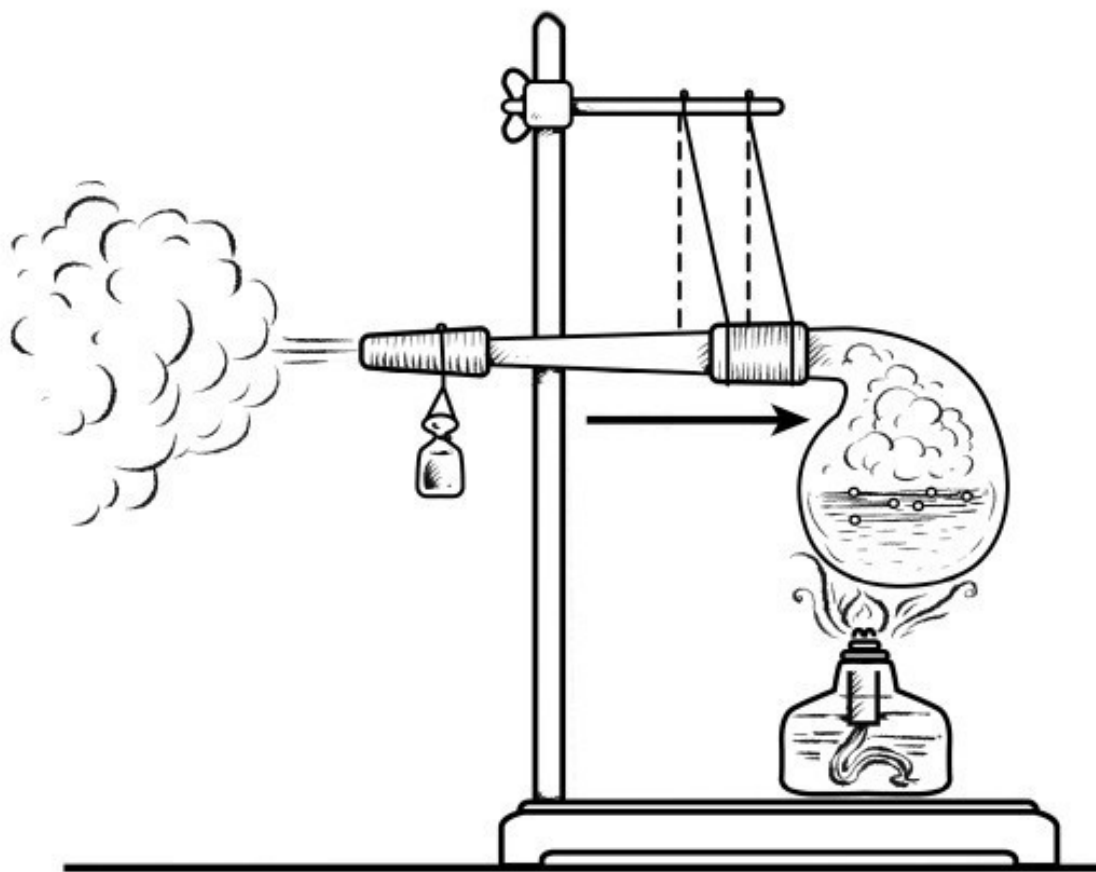


Рис. 19. «Тепловой маятник» Цельнера

Однако вернемся к ракете и к идее межпланетного корабля. Когда порох в ракете весь выгорит, пустая ракетная трубка, пролетев еще некоторый путь по инерции, падает обратно на землю: ее скорость недостаточна для окончательного преодоления силы тяжести. Но вообразите ракету в десятки метров длиною, снабдите ее таким запасом горючего, чтобы она успела накопить секундную скорость в 11 км (эта скорость, мы знаем, достаточна, чтобы безвозвратно покинуть Землю), – тогда цепи земного тяготения будут разорваны. Способ странствовать в мировом пространстве найден!

Вот физические соображения, приводящие к мысли об устройстве летательного аппарата, способного двигаться не только в атмосфере, но и за ее пределами. Впервые идея подобного аппарата – правда, для земных, а не для межпланетных полетов – была высказана в 1881 г. известным русским революционером-изобретателем Н.И. **Кибальчицем** в проекте, составленном этим замечательным человеком незадолго до казни. Проект Кибальчица был высказан лишь в форме основной идеи: «Будучи на свободе, я не имел достаточно времени, чтобы разработать свой проект в подробностях и доказать его осуществимость математическими вычислениями», писал он. Гораздо обстоятельнее разработана та же мысль недавно умершим физиком К.Э. **Циолковским**, создавшим идею настоящего межпланетного дирижабля-звездолета и обосновавшим его на строгом математическом расчете.

По тому же пути, независимо от русских изобретателей, пошли на Западе и другие исследователи, о которых у нас еще будет речь.

Аппарат К.Э. Циолковского – не что иное, как огромная ракета с каютой для пассажиров. «Представим себе, – писал он еще в 1903 г., – такой снаряд: металлическая продолговатая камера, снабженная светом, кислородом, поглотителями углекислоты и других животных выделений, предназначена не только для хранения разных физических приборов, но и

для управляющего камерой разумного существа. Камера имеет большой запас веществ, которые при своем смещении тотчас же образуют взрывчатую массу. Вещества эти, правильно и равномерно взрываясь в определенном для этого месте, текут в виде горячих газов по расширяющимся трубам. В расширенном конце, сильно разредившись и охладившись от этого, они вырываются наружу через раструбы с громадной скоростью. Понятно, что такой снаряд, при известных условиях, должен подниматься в высоту... Люди в этом аппарате смогут при помощи особого руля направлять его в любую сторону. Это будет настоящий управляемый космический корабль, на котором можно умчаться в беспредельное мировое пространство, перелететь на Луну, к планетам... Пассажиры смогут, управляя горением, увеличивать скорость своего звездолета с необходимой постепенностью, чтобы возрастание ее было безвредно».

Мы еще вернемся к более подробному описанию проектов подобного рода, а пока отметим существенные преимущества, которыми обладает звездолет К.Э. Циолковского по сравнению с пушечным снарядом Жюль Верна. Прежде всего, сооружение его, конечно, гораздо осуществимее, нежели сооружение исполинской пушки Жюль Верна. Затем, звездолет развивает свою чудовищную скорость не сразу, как пушечное ядро, а постепенно, избавляя пассажиров от опасности быть раздавленными стремительным возрастанием их собственного веса.

Не опасно для ракетного звездолета и сопротивление воздуха: аппарат прорезает атмосферу не с космической скоростью, а с гораздо меньшей, – например, со скоростью современной пули; полную же межпланетную скорость он развивает, лишь очутившись за пределами воздушной оболочки. Там, в мировом пространстве, взрывание может быть совершенно прекращено: звездолет умчится по инерции со скоростью, которая будет убывать лишь под действием земного притяжения. Он может мчаться так, без затраты горючего вещества, миллионы километров, и лишь для перемены направления полета, для изменения скорости или для ослабления удара при посадке на планету понадобится снова пустить в действие взрывной механизм.

Но самое главное преимущество ракетного звездолета состоит в том, что он даст будущим морякам Вселенной возможность, обогнув Луну или посетив какую-нибудь малую планету, в желаемый момент снова возвратиться на родную Землю. Нужно лишь обильно запастись взрывчатыми веществами, как полярные мореплаватели запасаются топливом.

Некоторую опасность представляет разве что встреча с крупным метеоритом – с одним из тех космических камней, которые стремительно прорезают во всех направлениях пустыни межпланетного пространства. Расчет показывает, однако, что вероятность встречи с метеоритом опасных размеров крайне ничтожна (к метеорной опасности мы вернемся еще в другом месте).

Так заманчивая возможность достижения иных миров, путешествия на Луну, на астероиды, к Марсу может превратиться в реальную действительность. Воздух для дыхания нетрудно будет взять с собой (в виде сжиженного кислорода), как и аппараты для поглощения выдыхаемой углекислоты. Мыслимо также снабдить небесных путешественников запасом пищи, питья и т. п. С этой стороны не предвидится серьезных препятствий – по крайней мере, для не слишком долговременных межпланетных путешествий.

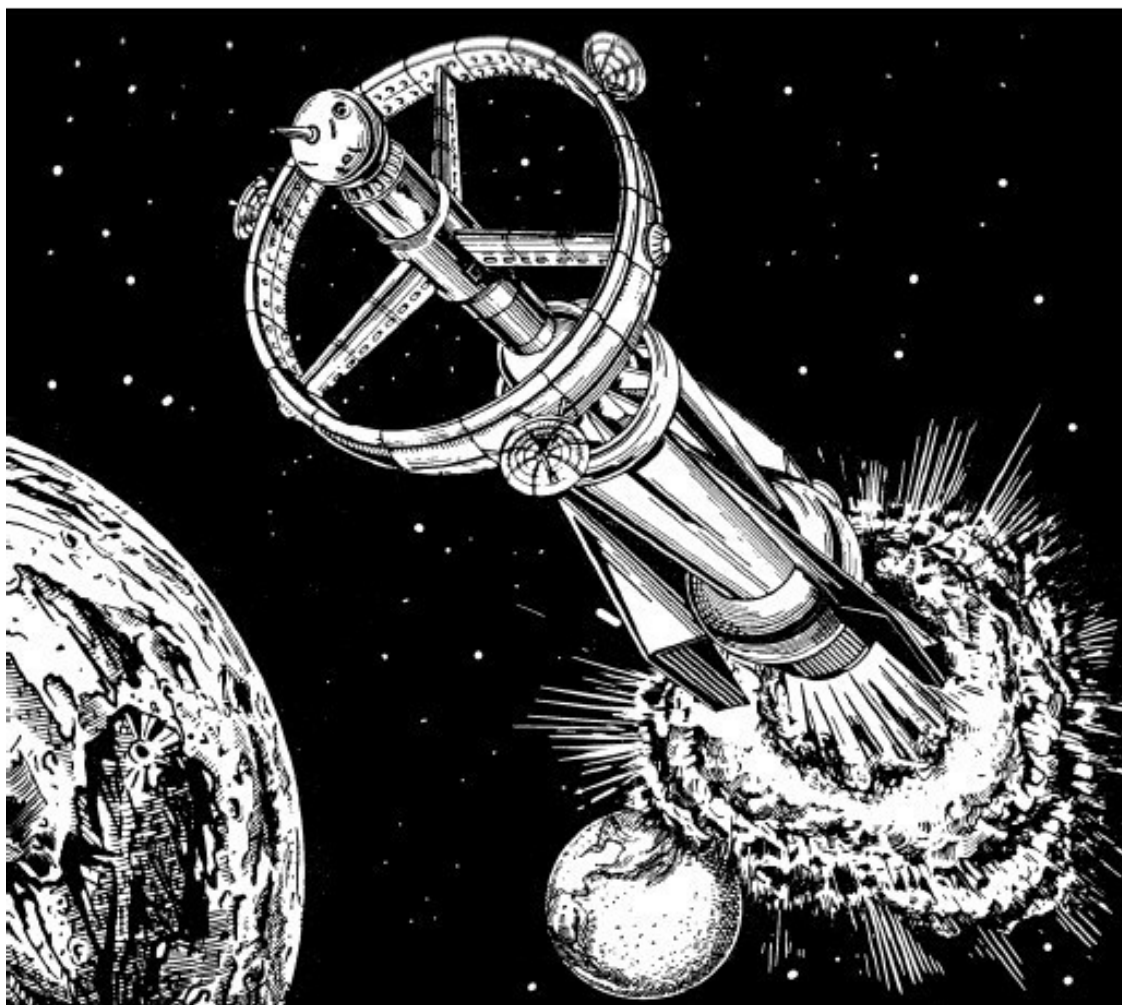


Рис. 20. Ракетный звездолет (фантастический рисунок)

Высадка на Луну, на астероид или на один из мелких спутников больших планет – если только поверхность их в таком состоянии, что делает спуск возможным, – будет лишь вопросом достаточного количества взрывчатых веществ. Надлежаще направленными взрывами можно уменьшить огромную скорость ракеты настолько, чтобы падение ее совершалось плавно и безопасно. Но надо иметь еще в запасе достаточно взрывчатого вещества, чтобы вновь покинуть это временное пристанище, преодолеть силу притяжения планеты и пуститься в обратный путь с необходимым запасом для плавного спуска на Землю.

В особых непроницаемых костюмах, вроде водолазных, будущие Колумбы Вселенной, достигнув планеты, смогут рискнуть выйти из небесного корабля. С запасом кислорода в металлическом ранце за плечами будут они бродить по почве неведомого мира, делать научные наблюдения, изучать его природу, мертвую и – если такая имеется – живую, собирать коллекцию... Стать на почву астероидов, поднять камень с Луны, наблюдать Марс на расстоянии нескольких десятков километров, высадиться на его спутник или даже на самую его поверхность, – что, по-видимому, может быть фантастичнее? Однако только с момента применения ракетных приборов начнется новая великая эра в астрономии: эпоха более пристального изучения неба» (Циолковский).

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.