

*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.).

1. ВЕЛИЧАЙШАЯ ГРЁЗА ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

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 вглубь 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°. 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.



Рис. 1

Иначе и быть не может: полет в воздухе и полет в пустоте — проблемы совершенно разные. Воздушные шары поддерживаются на высоте выталкивающим действием окружающего воздуха. Где 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 километров, 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, и в безвоздушном пространстве, не имея никакой опоры вокруг себя. Для разрешения так поставленной задачи техника вынуждена искать принципиально иные пути.

2. ВСЕМИРНОЕ ТЯГОТЕНИЕ И ЗЕМНАЯ ТЯЖЕСТЬ

Прежде чем приступить к этим поискам, уделим внимание тем невидимым цепям, которые приковывают нас к земному шару — по-

знакомимся ближе с действием силы всемирного тяготения, с нею-то, главным образом, и предстоит иметь дело будущим плователям по мировому океану.

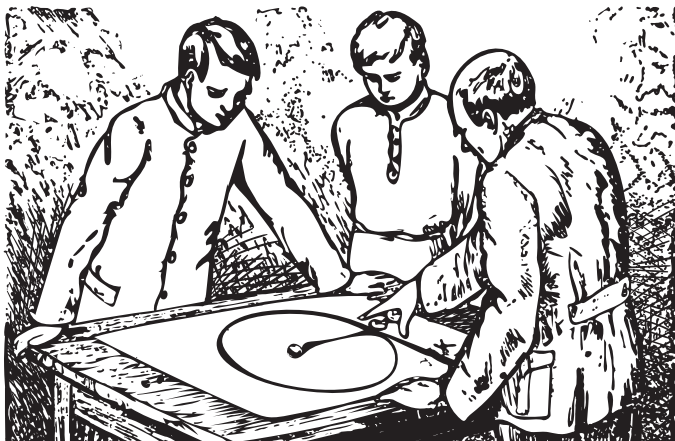


Рис. 2

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 *беспредельно*: оно лишь ослабевает с расстоянием, но никогда и нигде не прекращается вовсе. Когда мы мысленно переносимся с Земли на Луну и попадаем 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, предварение 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: ослабевай с расстоянием, оно несколько не уменьшается с течением времени.

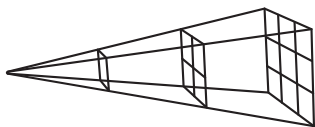


Рис. 3. Всемирное притяжение: закон расстояний.
На двойном расстоянии притяжение уменьшается в 2×2 ,
т. е. в 4 раза, на тройном — в 3×3 ,
т. е. в 9 раз и т. д. — «пропорционально квадрату расстояния».

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.

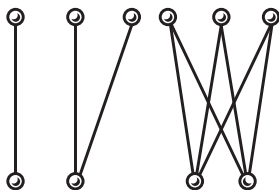


Рис. 4. Всемирное притяжение: закон масс.
1 единица массы притягивает 1 единицу с силой 1 ед.,
2 ед. массы притягивают 1 ед. с силой 2 ед.,
3 ед. массы притягивают 2 ед. с силой 2×3 , т. е. 6 ед. и т. д.

Два яблока, по 100 г каждое, подвешенные одно от другого на расстоянии в 10 см (между центрами яблок), притягиваются с ничтожною силою в $\frac{1}{150\,000}$ мг. Это в сотни тысяч раз меньше веса песчинки. Ясно, что подобная сила едва 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 подошвы 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 тонн каждый, плавающие на расстоянии километра друг от друга, взаимно притягиваются с силою 4 г (см. Приложение 1). Это в сто шестьдесят 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.

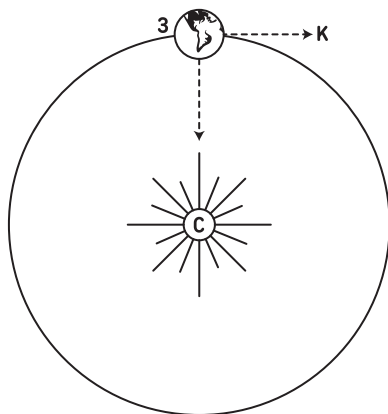


Рис.5. Действие солнечного притяжения на Землю.

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

Земля, несмотря на невероятную 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 тонн. 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 вековечных 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.



Рис. 6. Если бы тяжесть на Земле была бы такая же, как на Эросе...

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/сек¹. 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/сек. Поэтому к концу третьей секунды скорость равна 30 м/сек, 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/сек.: по истечении первой секунды она на 10 м/сек. меньше, чем начальная; по истечении второй — еще на 10 м меньше,

¹ Точнее — 9,8 м/сек; округляем это число ради простоты.

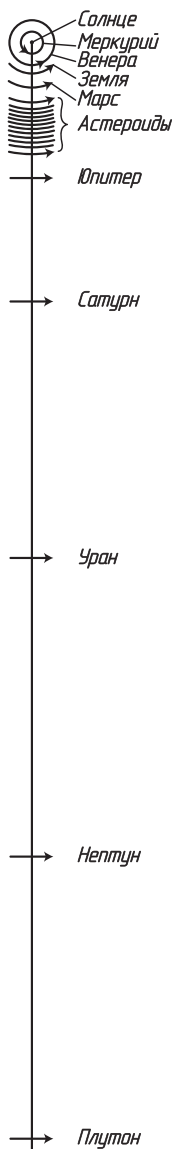


Рис 7.
Относительные
расстояния
планет
от Солнца.

т. е. в итоге на 20 м/сек. 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/сек., 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 гиря дает себя почувствовать 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.

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	2,6
На Сатурне	1,1
На Уране и Нептуне	ок. 1
На Венере	0,9
На Марсе	0,4

3. Можно ли укрыться от силы тяжести

На Меркурии	0,26
На Плутоне	0,2
На Луне	0,17
На астероиде Церере	0,04
На астероиде Эросе.....	0,01

Будь условия тяжести у нас такие, как на Меркурии или на Луне, а тем более на Церере или Эросе, не пришлось бы, пожалуй, теперь писать 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 просторы Вселенной...

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

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

1. можно искать средства *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.

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 уничтожать 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. 8.

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»¹. 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

¹ Подлинник появился в 1901 г. Имеется несколько русских переводов.

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 сгущенного 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 описал 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, 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.

3. Можно ли укрыться от силы тяжести

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.

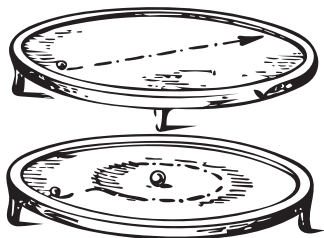


Рис 9. Аналогия тяготения по воззрениям Эйнштейна.

Современное 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 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.

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 на столько, 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 включает *логической* нелепости; но ошибочно думать, будто с помощью него 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.