

Физика внутри автобуса

В. КОТОВ

ХОРОШО ИЗВЕСТНО, ЧТО МНОГИЕ ЯВЛЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ нас действительности имеют физическую природу. Мы каждый день сталкиваемся с ними, не обращая на это внимания. Рассмотрим, например, некоторые физические явления, а именно – механические, которые может наблюдать пассажир автобуса.

Привычные чудеса в движущемся с ускорением автобусе. Происходящее вокруг мы обычно объясняем, связывая себя с неподвижной относительно земли основой. Но немалую часть своей жизни мы проводим в транспорте, в частности в автобусе. Применимы ли привычные нам объяснения для явлений, происходящих в движущемся транспорте? Проверим это.

Пройдем в салон автобуса. Оглядимся. Капли с мокрого зонтика достигают пола точно под местом отрыва, а образующаяся лужица растекается по полу одинаково по всем направлениям. Ничего необычного (пока автобус стоит) нет. В каждом явлении четко прослеживаются причина и следствие. Изменение положения или скорости тел обусловлено известными реальными силами. Если действие сил на тело уравновешено, то тело покоится или движется по инерции, т.е. прямолинейно и равномерно. В этом состоит закон инерции. В стоящем автобусе он действительно выполняется.

Но вот автобус тронулся и стал набирать скорость – тотчас пассажиров и все находящиеся в салоне предметы стало «увлекать» назад, против направления ускорения и движения. Капли теперь падают не под местом отрыва, а позади него. Рассыпанные яблоки катятся по полу уже не одинаково во все стороны, а преимущественно назад. Сидящие пассажиры почувствовали, как их вдавило в стенки сидений, а стоящие – как их потянуло назад. Однако когда движение автобуса стало равномерным, необычные явления в нем прекратились. Все внутри салона теперь происходит так, что создается полное подобие остановки автобуса (если не считать тряски и мелькания пейзажа за окном). Затем автобус стал подъезжать к остановке, и необычные отступления от привычных явлений снова возникли при торможении автобуса. Теперь пассажиров и находящиеся в салоне предметы «потянуло» вперед, против направления ускорения.

Для внешнего наблюдателя (скажем, пешехода) все описанное – результат ускоренного движения автобуса и инертности находящихся в нем тел. Стенка сидения, пол ускоряющегося автобуса воздействуют на пассажира (а не наоборот, как ему кажется), увлекая его. Свободные же предметы сохраняют прежнее положение относительно земли, поэтому они начинают двигаться ускоренно относительно корпуса автобуса.

С точки же зрения пассажира автобуса, чьи наблюдения ограничены стенками салона, происходящее выглядит загадочно и необычно, тем более что источник странных явлений внутри автобуса не обнаруживается.

Попробуем разобраться.

В ускоряющемся автобусе закон инерции не выполняется

– все тела, не связанные с корпусом автобуса, приобретают одно и то же ускорение, равное и противоположное по направлению ускорению автобуса. Это позволяет ввести приложенные ко всем телам в автобусе ускоряющие силы, как будто автобус попал в ускоряющее поле сил. Такие силы равны произведению массы каждого тела на ускорение системы и направлены против этого ускорения – их называют силами инерции. С помощью сил инерции объясняются все описанные выше «чудеса» в салоне автобуса.

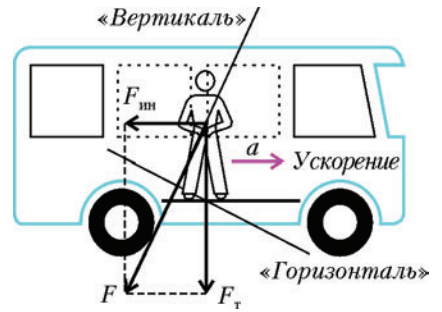


Рис. 1

Наложение на поле тяготения поля сил инерции создает новое поле со своими «горизонталью» и «вертикалью», отличными от земных (рис.1). Важно подчеркнуть, что для каждого тела внутри ускоряющегося автобуса одинаковы отношения сил тяжести F_T и инерции $F_{ин}$, а также угол между ними. Поэтому для всех этих тел направление результирующей силы \vec{F} одно и то же.

Теперь мы можем объяснить некоторые удивительные наблюдения пассажира.

Пол уходит из-под ног. Когда автобус замедляет ход, пассажиру кажется, что пол как бы идет вниз, если человек шагает вдоль салона в направлении движения автобуса, и восходит вверх, если он идет в обратном направлении. А при разгоне автобуса от остановки пол как бы наклоняется в сторону, противоположную движению. Это можно объяснить тем, что на пассажира действуют приложенные в его центре масс сила тяжести и сила инерции, а их равнодействующая совпадает по направлению с новой вертикалью в системе отсчета, связанной с автобусом (см. рис.1).

Теперь мы можем объяснить некоторые удивительные наблюдения пассажира.

Пол уходит из-под ног. Когда автобус замедляет ход, пассажиру кажется, что пол как бы идет вниз, если человек шагает вдоль салона в направлении движения автобуса, и восходит вверх, если он идет в обратном направлении. А при разгоне автобуса от остановки пол как бы наклоняется в сторону, противоположную движению. Это можно объяснить тем, что на пассажира действуют приложенные в его центре масс сила тяжести и сила инерции, а их равнодействующая совпадает по направлению с новой вертикалью в системе отсчета, связанной с автобусом (см. рис.1).

Проанализировав действующие на пассажира в автобусе силы, можно указать приемы сохранения пассажиrom устойчивости без помощи рук. Действительно, условием устойчивости тела, имеющего площадь опоры, является пересечение действующей на тело силы с площадью опоры. Если эта сила выходит за пределы площади опоры, то под ее действием тело пассажира опрокидывается. Противодействовать этому можно, расставив ноги шире или отставив ногу в сторону, противоположную ускорению. Пассажир также может сохранить равновесие, наклонив при этом туловище так, чтобы «ось» тела совпала с новой вертикалью (даже соединив при этом ноги). А чтобы устоять в салоне автобуса, испытывающего ускорение и толчки во всех направлениях, нужно расставить ноги вдоль одной, например продольной, оси салона (X), препятствуя продольным отклонениям, а руки развести в перпендикулярном направлении (Y) и держаться за поручни (рис.2).

Убедиться в изменении положения горизонтали в движущемся с ускорением автобусе можно, проделав простой опыт. Возьмите тарелку с какой-нибудь вязкой жидкостью, например с маслом или глице-

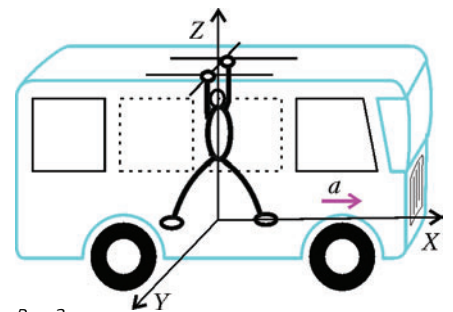


Рис. 2

рином (можно взять пластмассовый стаканчик со сгущенным молоком), и неравномерно двигайте ее по столу. Жидкость будет выливаться через задний край тарелки при резком трогании с места и приливать к переднему краю при прекращении движения. Причем плоскость поверхности жидкости всегда перпендикулярна вектору результирующей силы, полученной сложением сил тяжести и инерции, приложенных к частицам жидкости.

Неприятное происшествие. Представьте, что в автобусе кто-то наступил вам на ногу. Кто виноват?

С вашей (автобуса) точки зрения, разумеется, виноват этот «кто-то». И это верно, если все произошло в стоящем автобусе. Но в автобусе, движущемся с ускорением, нужно учитывать, что на каждое тело действует сила инерции, а управляет ею, точнее ускорением, водитель автобуса.

Рассмотрим происходящее с точки зрения пешехода (земли). Из-за малого взаимодействия с корпусом автобуса и инертности своего тела туловище пассажира при ускорении автобуса продолжает сохранять прежнее положение относительно земли, тогда как его ноги вместе с полом автобуса перемещаются ускоренно. Поэтому тело пассажира смещается относительно салона при резком торможении – вперед, а при рывке – назад. Таким образом, водитель автобуса, подобно фокуснику, может перемещать пассажиров в салоне автобуса, не прикасаясь к ним и помимо их желания. Чем он часто и пользуется: если из-за скопления людей не закрывается задняя дверь, водитель резко тормозит, а если пассажиры скопились на передней площадке – делает рывок. Полу-

чается, что с водителя, в первую очередь, и нужно спрашивать за отдавленную ногу.

Случай с пассажиром. Приходилось ли вам наблюдать за человеком, неосторожно потерявшим связь с корпусом автобуса во время ускоренного движения последнего? С точки зрения других пассажиров, он попадает во власть силы инерции. Подобно листку, сорванному с дерева и гонимому ветром, человек стремительно перемещается вдоль салона, ища за что бы ухватиться. И вот это ему удалось: его протянутая рука судорожно вцепилась в вертикальную стойку поручней автобуса, мимо которой его тащит сила инерции. Ухватившись, пассажир ожидает остановки своего движения, но вместо этого он совершает оборот вокруг стойки и со всего размаху налетает на стоящих рядом пассажиров. Почему так происходит?

Сила, действующая на пассажира со стороны стойки поручней, в нашем случае перпендикулярна направлению движения тела. Поэтому, изменив его скорость по направлению, стойка не может изменить величину скорости. Переводя прямолинейное движение во вращательное, она выполняет роль центростремительной силы. Зависящая от скорости кинетическая энергия поступательного движения переходит в энергию вращательного движения ... со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Итак, вооружившись знанием физики, смело ищите и разгадывайте предложенные окружающим миром загадки, не забывая о правилах поведения пассажиров в общественном транспорте и правилах уличного движения.

Наблюдения в «нефизическом» мире

А. УСОЛЬЦЕВ

ПОЧЕМУ *ВЗРОСЛЫЕ* ЗАПРЕЩАЮТ ДЕТЯМ ИГРАТЬ В КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИГРЫ столько, сколько хочется? Возможно, из зависти – ведь в *их* молодые годы солдатики были только пластмассовые или оловянные, *они* и подумать не могли о том, чтобы управлять почти что живыми армиями, бегать с гравитационной пушкой и «крошить» всякую там нечисть. В общем, реальность никакого сравнения с виртуальным миром не выдерживает.

Но давайте задумаемся: а так ли уж интересно, если при прыжке вниз наш герой ни с того ни с сего вдруг полетит вверх или если выпущенная пуля, вместо того чтобы поразить врага, станет летать по кругу? Наверное, любая самая увлекательная компьютерная игра становится интересной тогда, когда на ее фантастический сюжет накладываются физические закономерности окружающего мира, которые и придают правдоподобность нашим удивительным приключениям. Конечно, монстры чем страшнее, тем лучше, но физика и в игре должна быть физикой.

Попробуем через окно нашего монитора увидеть физические закономерности удивительного электронного мира.

Вот перед нами игра – автосимулятор «Underground 2» (или другая аналогичная игра). В этой игре, как и в реальной жизни, многое зависит от технического совершенства нашего автомобиля, поэтому много усилий и денег мы потратим на «покупку» запчастей. Для начала купим для машины маховик большей массы и установим его. Теперь наш автомобиль меньше трясет, но скорость он набирает медленнее, так как инерционность маховика не позволяет создавать большое ускорение. Установка регуляторов давления позволяет экономить топливо, а значит, экономить деньги и время на заправку. Обязательно покупаем новые шины, что сразу улучшает сцепление с дорогой.

Можно сказать, что мы вошли во вкус. Однако пробежимся по всему перечню товаров: фильтры топлива, новые тормозные колодки, ..., *недостаток* мощности!? Зачем же мне покупать себе своими руками недостаток мощности? Может, это связано с издержками перевода текста игры с английского на русский? Хорошо, пусть это будет *избыток* мощности, но зачем мне избыток мощности? Вот *увеличение* мощности автомобиля для гонки нам не помешает. Только в реальности нельзя купить абстрактное увеличение мощности, оно достигается лишь путем материальных изменений машины или топлива к ней.

Тут мы и выявили первое несоответствие игры и реальной жизни. Да, в жизни оказывается все намного сложнее.

Давайте теперь немного постреляем, благо в виртуальной жизни мы не чувствуем боли, да и жизнью у нас много... Итак, мы в мире игры «Half Life 2», где помогаем повстанцам победить диктатора и страшных зомби с пауками на голове.

Вот груз, который может качаться на веревке. Толкнем его, измерим время, за которое груз совершит десять колебаний, найдем период колебаний T , затем оценим длину