Если тело относительно определённой инерциальной системы отсчёта движется с постоянной скоростью, то по отношению к системе отсчёта, которая сама движется со скоростью, это тело согласно закону сложения скоростей будет двигаться с некоторой новой, но также постоянной скоростью. Ускорение тела в обеих системах отсчёта равно нулю.

Напротив, любая система отсчёта, движущаяся с ускорением относительно инерциальной системы отсчёта, уже будет неинерциальной. Действительно, если, а скорость изменяется, то скорость также будет меняться с течением времени. Следовательно, характер движения тела будет изменяться при переходе от одной системы отсчёта к другой: в первой системе отсчёта движение тела равномерное, а во второй - ускоренное.

Так как систему отсчёта, связанную с Землёй (рис. 2.27), можно приближённо рассматривать как инерциальную, то и системы отсчёта, связанные с поездом, движущимся с постоянной скоростью, или с кораблём, плывущим по прямой с неизменной скоростью, также будут инерциальными. Но как только поезд начнёт увеличивать свою скорость, связанная с ним система отсчёта перестанет быть инерциальной. Закон инерции и второй закон Ньютона перестанут выполняться, если рассматривать движение по отношению к таким системам.

Геоцентрическая система отсчёта инерциальна лишь приближённо.

Наиболее близка к инерциальной система отсчёта, связанная с Солнцем и неподвижными звёздами. Земля же движется по отношению к этой системе отсчёта с ускорением. Во­ первых, она вращается вокруг своей оси и, во-вторых, движется по замкнутой орбите вокруг Солнца.

Ускорение, обусловленное обращением 3емли вокруг Солнца, очень мало, так как велик период обращения (год). Значительно больше (примерно в 6 раз) ускорение, возникающее из-за вращения Земли вокруг оси с периодом. Но и оно невелико. На поверхности 3емли у экватора, где это ускорение наибольшее, оно равно.

Составляет всего 0,35 % от ускорения свободного падения. Именно поэтому систему отсчёта, связанную с Землёй, можно лишь приближённо рассматривать как инерциальную.

Доказательство вращения Земли. Однако существуют явления, которые нельзя объяснить, если считать геоцентрическую систему отсчёта инерциальной. К ним относится вращение относительно Земли плоскости колебаний маятника в знаменитом опыте Фуко, доказывающем вращение Земли.

Впервые опыт с маятником был выполнен французским физиком-экспериментатором Жаном Фуко (1819-1868) в узком кругу. Его результаты заинтересовали Л. Бонапарта, и он предложил Фуко провести демонстрацию этого опыта в грандиозном масштабе под куполом Пантеона в Париже в присутствии множества зрителей. Эту публичную демонстрацию, устроенную в 1851 г., и принято называть опытом Фуко.

Рассмотрим колебания маятника в гелиоцентрической инерциальной системе отсчёта. Для большей наглядности и простоты будем считать, что опыт проводится на полюсе.

Пусть в начальный момент маятник отклоняют от положения равновесия. Действующие на маятник сила притяжения к Земле и сила упругости подвеса маятника лежат в той же вертикальной плоскости (рис. 2.29). Согласно второму закону Ньютона ускорение маятника совпадает по направлению с равнодействующей силой и поэтому лежит в той же вертикальной плоскости. А это значит, что с течением времени плоскость колебаний маятника в инерциальной системе отсчёта должна оставаться неизменной. Так и происходит в гелиоцентрической системе. Однако система отсчёта, связанная с Землёй, не является инерциальной, и относительно неё плоскость колебаний маятника поворачивается вследствие вращения Земли. Чтобы это обнаружить, необходимо подвес сделать таким, чтобы трение в нём было мало, а сам маятник - достаточно массивным. Иначе трение в подвесе заставит плоскость колебаний следовать за вращением Земли.

Смещение плоскости колебаний маятника относительно Земли становится заметным уже через несколько минут. На средних широтах колебания маятника будут выглядеть несколько сложнее, во суть явления не изменится.