

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКИЗ ИСТОРИИ ФИЗИКИ

53(092)

**КАК СКЛАДЫВАЛОСЬ ПОНЯТИЕ УСКОРЕНИЯ
В МЕХАНИКЕ ГАЛИЛЕЯ****В. А. Фабрикант**

Современное понятие ускорения привычно для всех нас. Поэтому трудно себе представить, что было время, когда отсутствовала ясность в определении этого важного понятия. Галилей колебался между двумя определениями ускорения — изменение скорости с пройденным путем или со временем. Сначала Галилей остановился на первом определении и применил его к анализу закона падения тел. Не проведя еще достаточно точных опытов с применением наклонной плоскости, Галилей считал, что при падении постоянна величина ускорения, соответствующая первому определению. Однако, еще до выполнения опытов, путем чисто логического анализа Галилей пришел к правильному выводу, что такой закон движения вообще не может быть реализован при падении тел. Как мы увидим, первоначальное предположение, высказанное Галилеем, было неверно, хотя и привело его в дальнейшем к правильному выводу. Это далеко не единственный пример, когда великий ученый, рассуждая сначала неправильно, приходит за тем к правильному выводу.

Приведем соответствующие выдержки из знаменитого сочинения Галилея «Диалоги», полное название которого: «Беседы и математические доказательства, касающихся двух новых отраслей науки, относящихся к механике и местному движению, синьора Галилео Галилея — философа и первого математика светлейшего великого герцога Тосканского» (1638 г.) [1]. Двум собеседникам Галилей дал имена своих друзей — флорентийца Сальвиати и тосканца Сагредо, третьего назвал Симплицио, т. е. проstack. Интересующий нас вопрос об ускорении обсуждается в третий день «Бесед».

Сагредо говорит: «Равномерно ускоренное движение есть такое, при котором скорость возрастает пропорционально пройденному пути». В современной записи это означает $dv/ds = b$ при постоянном b .

«Сальвиати»: Для меня служит большим утешением, что я имею такого сотоварища по заблуждению; к тому же ваше рассуждение кажется столь простым и правдоподобным, что когда я изложил его нашему Автору, то последний сообщил мне, что и сам он одно время верил в это ложное положение. Но наиболее удивительной оказалась в конце концов достаточность лишь четырех простых слов для доказательств не только ошибочности, но и простой невозможности этих утверждений, столь правдоподобных, что среди многих лиц, которым я излагал их, не нашлось никого, кто бы тотчас же не признал их справедливости.

Симплицио: Вероятно и я оказался бы среди последних. В самом деле, то, что падающий груз приобретает при падении силу, причем скорость его возрастает пропорционально пройденному пути, и что импульс удара вдвое больше при падении с двойной высоты,— эти положения могут быть приняты без возражений и сомнений.

Сальвиати: А вместе с тем они также неправильны и невозможны, как если бы утверждать, что движение происходит мгновенно, и вот вам ясное тому доказательство. Если бы скорости были пропорциональны пройденным, или имеющим быть пройденными, расстояниям, то такие расстояния проходились бы в равные промежутки времени; таким образом, если бы скорость, с которой падающее тело проходит расстояние в четыре локтя, была вдвое больше скорости, с которой оно проходит расстояние в два первых локтя (на том основании, что одно расстояние вдвое больше другого), то промежутки времени для прохождения того и другого расстояния должны были бы быть одинаковыми....

Мы же видим, что падающее тело совершает свое движение во времени и что два локтя оно проходит в меньший срок, нежели четыре локтя. Следовательно, утверждение, что скорости растут пропорционально пройденным путям, ложно».

Очень любопытно замечание, сделанное затем Сагродо: «Слишком много ясности и слишком много простоты вносите вы в разъяснение темных вещей: в конце концов, доступность положений имеет следствием то, что знание их кажется нам менее ценным».

Галилей неявно пользуется средней скоростью. При начальной скорости, равной нулю, скорость, усредненная по пути, будет равна половине конечной скорости. Он считает, что средняя скорость в данном случае, благодаря линейному ее росту, просто равна половине суммы начальной и конечной скоростей. Это верно, но таким образом усредненной скоростью нельзя пользоваться для вычисления времени прохождения пути. Для вычисления времени падения надо брать скорость, усредненную по времени. При первоначальном предположении Галилея зависимость скорости от времени не будет линейной: $v = Ae^{bt}$. Линейный закон роста скорости со временем справедлив, согласно приведенной формуле, только при малых значениях времени.

Интересны детали окончательных экспериментов Галилея: «Чтобы измерять время, он уже не довольствовался, как в других случаях, счетом ударов пульса, а взял ведро с водой и вставил в его дно тонкую трубочку, которую открывал при пуске шарика и прикрывал пальцем по проходе им отмеченных длин. Вытекающая вода собиралась в подставленную чашку и взвешивалась, причем количества воды были пропорциональны соответствующим промежуткам времени, пройденные пути оказались пропорциональными квадратам промежутков времени». Это, разумеется, правильно, и среднее по времени значение скорости справедливо А. Н. Крылов [2] и Г. Липсон [3] не отмечают первоначальное определение ускорения Галилеем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Галилей Г.* Сочинение. Т. 1.— М.; Л.: ГТТИ, 1934.
2. *Крылов А. Н.* Галилей как основатель механики // Собрание трудов. Т. 1, ч. 2. — М., Л.: Изд-во АН СССР, 1951.
3. *Липсон Г.* Великие эксперименты в физике.— М.: Мир, 1972.