

Законы механики: от Аристотеля до Ньютона

П. Н. Николаев*

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
физический факультет, кафедра квантовой статистики и теории поля
Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2*

(Статья поступила 25.04.2016; Подписана в печать 05.05.2016)

Исследуется история возникновения основных понятий механики и установления ее законов. Отмечена причинная связь этого процесса.

PACS: 01.65.+g , 01.70.+w

УДК: 530

Ключевые слова: история науки, философия науки.

Представление о механическом движении прошло длительный путь развития, прежде чем законы классической механики были сформулированы Исааком Ньютоном. В работах Аристотеля, 2400 лет со дня рождения которого исполняется в этом году, впервые были сформулированы основные принципы и понятия, которые позволяющей говорить о механике Аристотеля, просуществовавшей до механики Ньютона на протяжении двух тысяч лет [1–3].

Частному случаю движения — изменению положения тела с течением времени (механическому движению) Аристотель дал название локального движения. Все виды механических движений он разбил на две группы: движение небесных тел и движение всех остальных тел.

Движение небесных тел — вращательное круговое равномерное движение. Круговое движение совершенное, не имеет ни начала, ни конца, у него нет материальной причины. На небе все совершенно, на Земле все возникает и исчезает. В результате в системе Аристотеля было нарушено единство мира. Это явилось следствием обыденных наблюдений за природой. На небе все оставалось постоянным, на Земле все менялось.

Движение всех остальных тел разделялось на два вида — естественное и насильственное: «... всякое движение бывает или насильственным, или [происходящим] по природе» [4, т. 3, с. 138]. Естественное движение — это движение тела к своему естественному месту: падение тяжелого тела вниз, подъем легкого вверх. Естественное движение по Аристотелю не требует силы. Введение естественных движений явилось следствием обобщения грубых качественных наблюдений: движение дыма от огня происходит вверх, тела падают вниз и т. п.

Для естественных движений Аристотель пишет: «Мы видим, что одна и та же тяжесть и тело перемещаются быстрее по двум причинам: или из-за различия среды, через которую оно проходит (например через воду, или землю, или воздух), или, если все прочее остается тем же, из-за различия [самого] перемещаю-

щегося [тела] вследствие избытка тяжести или легкости» [4, т. 3, с. 139]. То есть скорость пропорциональна степени тяжести или степени легкости и обратно пропорциональна сопротивлению среды. Получаемые и анализируемые после этого соотношения являются следствием этого утверждения.

Аристотель понимает, что неясен вопрос, чем приводятся в движение тела при естественном движении: «Ведь в противоположные места они движутся силой, а в свойственные им — легкое вверх, тяжелое вниз — по своей природе; а чем они приводятся в движение — это еще не так ясно, как в том случае, когда они движутся против природы» [4, т. 3, с. 231]. Сила Архимеда будет открыта через сто, а закон всемирного тяготения — через две тысячи лет.

Для насильственных движений скорость тела пропорциональна силе и обратно пропорциональна сопротивлению среды. При этом сопротивление среды определяется и средой, и свойствами движущегося тела.

В механике Аристотеля существовала сложность описания движения, которые первоначально имели контакт с источником силы, а затем его утратили (брошенный камень, выпущенная стрела и т. п.). Она решается им следующим образом: «Но поскольку природа есть причина движения, содержащаяся в самой вещи, сила — [причина движения, содержащаяся] в чем-то другом или [в самой вещи], поскольку она другое, а всякое движение либо естественно, либо насильственно, то естественное движение (как, например, для камня движение вниз) будет [всего лишь] ускорено силой, тогда как противоестественное движение будет полностью произведено самой [силой]. В обоих случаях [сила] пользуется воздухом как своего рода орудием [для передачи движения], поскольку по своей природе он легкий и тяжел: движение вверх он способен осуществлять, поскольку он легкий (когда подвергнется толчку и получит начало [движения] от силы), а движение вниз — поскольку тяжелый; и в том и в другом случае [сила] передает [движение] телам, как бы приложив [его к воздуху]. Вот почему [предмет], приведенный в движение силой, продолжает двигаться даже тогда, когда то, что привело его в движение, больше его не сопровождает. Если бы не существовало тела с такими свойствами, [как у воздуха], насильственное движение было бы невозможным.

*E-mail: nikolaev@phys.msu.ru

Сходным образом [воздух], словно попутный ветер, подгоняет и естественное движение каждого [тела]. Итак, что среди указанных тел каждое — либо легкое, либо тяжелое, а также каков механизм их противоестественных движений — показано» [4, т. 3, с. 349].

Данные аргументы оставались основной точкой зрения вплоть до создания теории импульса.

По Аристотелю траектория тела, брошенного под углом к горизонту, состоит из трех участков: прямолинейного наклонного, прямолинейного вертикального и кругового, соединяющего эти два участка. Лишь в XVI веке было получено решение для кривой полета снаряда в виде параболы, и что наибольшая дальность полета соответствует углу в 45° (Н. Тарталья «Новая наука» («Nova Scientia», 1537)) [5]. Вместе с тем следует отметить, что если рассматривать движение снаряда в плотной среде, либо достаточно легкого тела в воздухе, то вопрос о преимуществе той или иной кривой для описания движения требует дополнительного анализа.

Из своей динамики Аристотель делает вывод о том, что скорость падения тела пропорциональна его весу, что соответствовало повседневным наблюдениям (лист падает медленнее, чем яблоко и т. п.). Эта точка зрения была широко распространена вплоть до Галилея.

Вплоть до Галилея введение новых понятий сводилось к видоизменению механики Аристотеля (например, гипотезы Коперника [6]). Система Птолемея основывается на механике Аристотеля, из которой сле-

дует невозможность движения Земли. Тогда Коперник видоизменяет теорию естественных и насильственных движений Аристотеля. Он предлагает считать движение тел вместе с Землей естественным.

Но уже в работах Галилея, а затем и Ньютона возникает новая механика [7, 8]. И. Ньютон писал: «До сих пор я излагал начала, принятые математиками и подтвержденные многочисленными опытами. Пользуясь первыми двумя законами и первыми двумя следствиями, Галилей нашел, что падение тел пропорционально квадрату времени Из этих же двух законов и из третьего кавалер Христофор Врен, Иоанн Уиллис S. T. D. и Христиан Гюйгенс . . . вывели законы удара и отражения тел. . . » [8].

Аристотель начал изучение и классификацию механических движений, ввел ряд новых понятий механики — силы, скорости. В его работах затронуты практически все естественнонаучные проблемы того времени. В трудах Аристотеля встречаются и исключительно глубокие обобщения, и наивные объяснения. Механика Аристотеля была первым опытом математического описания движения с большой долей философских дополнений.

Но после его работ, в которых было подведены итоги предшествующего развития науки, происходит самоопределение и дифференциация научного знания. Аристотелевская «Физика» стала предтечей последующей физической науки.

[1] *Lo Presti R.* Nature. **512**. P. 250. (2014).

[2] *Матвеев А.Н.* Оптика. (М.: Высшая школа, 1985).

[3] *Николаев П.Н., Николаева О.П.* История и методология физики. **2**. (М., 2014).

[4] *Аристотель* Сочинения. В 4-х томах. (М.: Мысль, 1975–1983).

[5] История математики с древнейших времен до начала XIX века. **2**. (М., 1970).

[6] *Коперник, Николай* Полное собрание сочинений. **1–2**. (Варшава–Краков, 1973–1986).

[7] *Le opera di Galileo Galilei.* Edizione Nazionale. **I–XX**. (Firenze, 1929–1939).

[8] *Newton Isaac* Philosophiae naturalis principia mathematica. (Londini, 1687).

The laws of mechanics: from Aristotle to Newton

P. N. Nikolaev

*Department of Quantum Statistics and Field Theory, Faculty of Physics,
M.V.Lomonosov Moscow State University, Moscow 119991, Russia
E-mail: nikolaev@phys.msu.ru*

The history of the basic concepts of mechanics and establishment its laws is investigated. A causal link of this process has been noted.

PACS: 01.65.+g , 01.70.+w

Keywords: history of science, philosophy of science.

Received 25.04.2016.

Сведения об авторе

Николаев Павел Николаевич — докт. физ.-мат. наук, профессор, тел.: (495) 939–12–90, e-mail: nikolaev@phys.msu.ru.