

УДК 531
ББК 22.2
П27

При оформлении книги использованы иллюстрации по лицензии:

от Shutterstock.com:

A Aleksii, ActiveLines, Aleutie, Alexander_P, Allies Interactive, ALXR, Anatolir, Andrei Zhukov, Andrew Rybalko, Andrey Lobachev, andrey oleynik, Andrey Rudometov, Andrii Stepaniuk, Andrii Symonenko, AndriyA, Anna Panova, art of line, Artistdesign29, artpoint, Artsholic, Artur Balytskyi, ashva, aurielaki, Azuzl, BabLab, babysofja, Bahau, Baurz1973, BigMouse, blambca, BlueRingMedia, BMMir, bojo6666, Brazhyk, brgfx, Cathal_Shtadler, Chaliya, Chinch, chromatos, corbac40, cosmic_fellow, curiosity, Cute Designs, Danussa, DeCe, deeg, Designua, Diego Schtutman, DifferR, Dim Tik, Dimonika, dobrograph, dooodlebuzz, Doremi, Duettographics, Egret77, Elegant Solution, Ellegant, Everett Historical, Evgeny Bornyakov, Faber14, first vector trend, Flame of life, Fouad A. Saad, Gabi Wolf, Gabor Ruzskai, George J, Gerasimov Sergei, GoodStudio, Gordine N, Graphic mooi, GraphicsRF, gst, h4nk, Hanaha, hanec015, happymay, Hennadii H, hrynchak, hvostik, Iconic Bestiary, Ignat Zaytsev, Igogosha, illustratioz, Ilya kovshik, Inotlus, Inspiring, Irinapiet, Iryna Alex, ivector, Jakkarin chuenaka, Javid Kheyrabadi, Javrock, Jemastock, Jesadaphorn, Jiripravda, judyjump, Jurik Peter, Kestutis Zitinevicius, Khaoniewping, kandr, Komleva, Kong Vector, Kovalov Anatolii, Krol, ksanask.art, lady-luck, Lemberg Vector studio, Lisa Kolbasa, Lorelyn Medina, LynxVector, Macrovector, MagicYellow, Malchev, mapichai, Marina Vlasova, marrishuanna, Marusya Chaika, Mascha Tace, MatiasDelCar mine, Meilun, Melok, Memo Angeles, Michele Paccione, MicroOne, miniwide, moj0j0, MoreVector, MSSA, MuchMania, NadzeyaShanchuk, Nature Art, Natykach Nataliia, neoncat, Nicku, Nicolas Primola, Nicoleta Ionescu, nikiteev konstantin, NoPainNoGain, NotionPic, OnE studio, Oleg Erin, Olga Rutko, olliven, ONEVECTOR, ONYXprj, PA AOY, Pan JJ, passengerz, Peter Hermes Furian, petovarga, phipatbig, Photobond, pichayasri, pikepicture, pingebate, PixMarket, PODIS, polygraphus, Pretty Vectors, Pulsmusic, Pushkin, Qistina Satriavi Yusuf, rafyane, REANew, Remo_Designer, ridjam, robuart, Roi and Roi, romawka, Route55, Rouz, RTRO, Rudie Strummer, Rvector, Sabelskaya, Sakurra, SavaSylan, Semiankova Inha, Sentavio, Sira Anamwong, Sky and glass, SLKi, Spreadthesign, Stocklifemax, Studio_G, subarashii21, Sujono sujono, SunshineVector, Susse_n, svaga, Tanasab, Teguh Mujiono, TheBlackRhino, Tomacco, Tond Van Graphcraft, TORWAISTUDIO, Transferaza, twins_nika, tynyuk, Val_Iva, vasabii, Vectomart, Vector, Vector_KiF, VectorMine, vectorOK, Vectorpocket, vectortatu, Veranika_Alferava, VikiVector, Viktoria Kurpas, Visual Generation, Vitaliy Snitovets, Vlad Enculescu, Webspark, WINS86, WowAnna, wowomnom, x7vector, xenia_ok, Yaroshenko Olena, Yevgen Kravchenko, Yuniar91, Zally23, Zentangle, Ziabluk

Перельман, Яков.

П27 Занимательная механика / Яков Перельман. — Москва : Эксмо, 2019. — 320 с. : ил. — (Захватывающая наука Якова Перельмана).

ISBN 978-5-04-098926-3

Книга популярного ученого и педагога Якова Перельмана в увлекательной форме знакомит читателей с миром механики. Сборник состоит из двух частей. Первая — с помощью ясного изложения и подробной инфографики рассказывает о законах и основных понятиях. Вторая — благодаря математическим расчетам и запоминающимся примерам пробуждает интерес к изучению механики.

Мечтаете исследовать науку без непонятных слов и скучных определений? Тогда «Занимательная механика» — это то, что вам нужно!

**УДК 531
ББК 22.2**

© Давлетбаева В. В., художественное оформление, 2019

© ООО «Аудиономикс», 2019

© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2019

ISBN 978-5-04-098926-3

→ Содержание

ИЗ ПРЕДИСЛОВИЯ АВТОРА	7
------------------------------------	----------

ЧАСТЬ I.

Занимательная механика

Глава 1. Основные законы механики.....	10
---	-----------

Задача о двух яйцах.....	10
Путешествие на деревянном коне.....	13
Здравый смысл и механика.....	15
Поединок на корабле	17
Аэродинамическая труба	19
На полном ходу поезда.....	20
Коперник и Птолемей.....	22
Как надо понимать закон инерции?.....	24
Действие и противодействие	28
Задача о двух лошадях	30
Задача о двух лодках.....	31
Загадка пешехода и паровоза.....	32
Что значит «преодолеть инерцию»?.....	34
Железнодорожный вагон	35

Глава 2. Сила и движение	36
---------------------------------------	-----------

Справочная таблица по механике.....	36
Отдача огнестрельного оружия	40
Знание обиходное и научное.....	43
Пушка на Луне	45
Наган на дне океана.....	47
Сдвинуть земной шар	49
Ложный путь изобретательства	53
Где центр тяжести летящей ракеты?.....	56

Глава 3. Тяжесть	58
-------------------------------	-----------

Свидетельства отвеса и маятника.....	58
Маятник в воде	63
На наклонной плоскости	64
Когда горизонтальная линия не горизонтальна?	66
Магнитная гора	71

Реки, текущие в гору.....	72
Задача о железном пруте	74
Глава 4. Падение и бросание.....	76
Семимильные сапоги.....	76
Человек-снаряд.....	82
Рекорд бросания мяча	87
По хрупкому мосту.....	89
Три пути.....	92
Задача о четырех камнях.....	95
Задача о двух камнях	96
Игра в мяч.....	97
Глава 5. Круговое движение.....	98
Простой способ прибавить в весе	98
Небезопасный аттракцион	101
На железнодорожном закруглении.....	102
Дорога не для пешеходов	105
Земля набекрень	107
Почему реки извиваются?.....	109
Глава 6. Удар.....	112
В поисках самого понятного.....	112
Механика удара.....	113
Изучите свой мяч	117
На крокетной площадке	124
«От скорости сила».....	126
Человек-наковальня	128
Глава 7. Кое-что о прочности	130
Для измерения океанских глубин	130
Самые длинные отвесы	132
Самый крепкий материал	134
Что крепче волоса?	136
Почему велосипедная рама делается из трубок?.....	137
Притча о семи прутьях.....	140
Глава 8. Работа, мощность, энергия.....	142
Чего многие не знают о единице работы.....	142
Как произвести килограммометр работы?	144
Как не надо вычислять работу	145
Тяга трактора	147
Живые и механические двигатели	148
Сто зайцев и один слон	150

Машинные рабы человечества.....	152
Отвешивание с походом.....	158
Задача Аристотеля.....	159
Упаковка хрупких вещей.....	161
Чья энергия?.....	163
Самозаводящиеся механизмы	166
Добывание огня трением.....	169
Энергия растворенной пружины.....	173
Глава 9. Трение и сопротивление среды	176
С ледяной горы	176
С выключенным мотором	178
Тележные колеса	179
На что расходуется энергия паровозов и пароходов?.....	180
Камни, увлекаемые водой.....	182
Скорость дождевых капель	186
Загадка падения тел.....	190
Вниз по течению	192
Когда дождь промочит сильнее?.....	195
Глава 10. Механика в живой природе	198
Гулливер и великаны	198
Почему бегемот неуклюж?.....	200
Строение наземных животных	202
Судьба вымерших чудовищ.....	203
Кто лучше прыгает?	205
Кто лучше летает?	207
Безвредное падение	209
Почему деревья не растут до неба?.....	210
Из книги Галилея	212
Глава 11. Занимательная прогулка	
в страну Эйнштейна.....	216
Вступительные замечания.....	216
Мир № 1. Необычайные приключения	
мистера Гарвуда	217
Мистер Гарвуд ищет разгадку.....	221
На сцену выступает автор.....	225
Лечение математикой	234
«Врачу, — исцелился сам».....	240
Последняя ставка.....	242
Без мистера Гарвуда.....	244

Крушение мира № 1	248
Мир № 2. Научная организация фантазии (НОФ).....	250
Построение мира № 2	252
Путешествие нового Гарвуда	259
Слово предоставляется фактам	263

ЧАСТЬ II.

Еще немного механики

Глава из книги «Физика на каждом шагу»

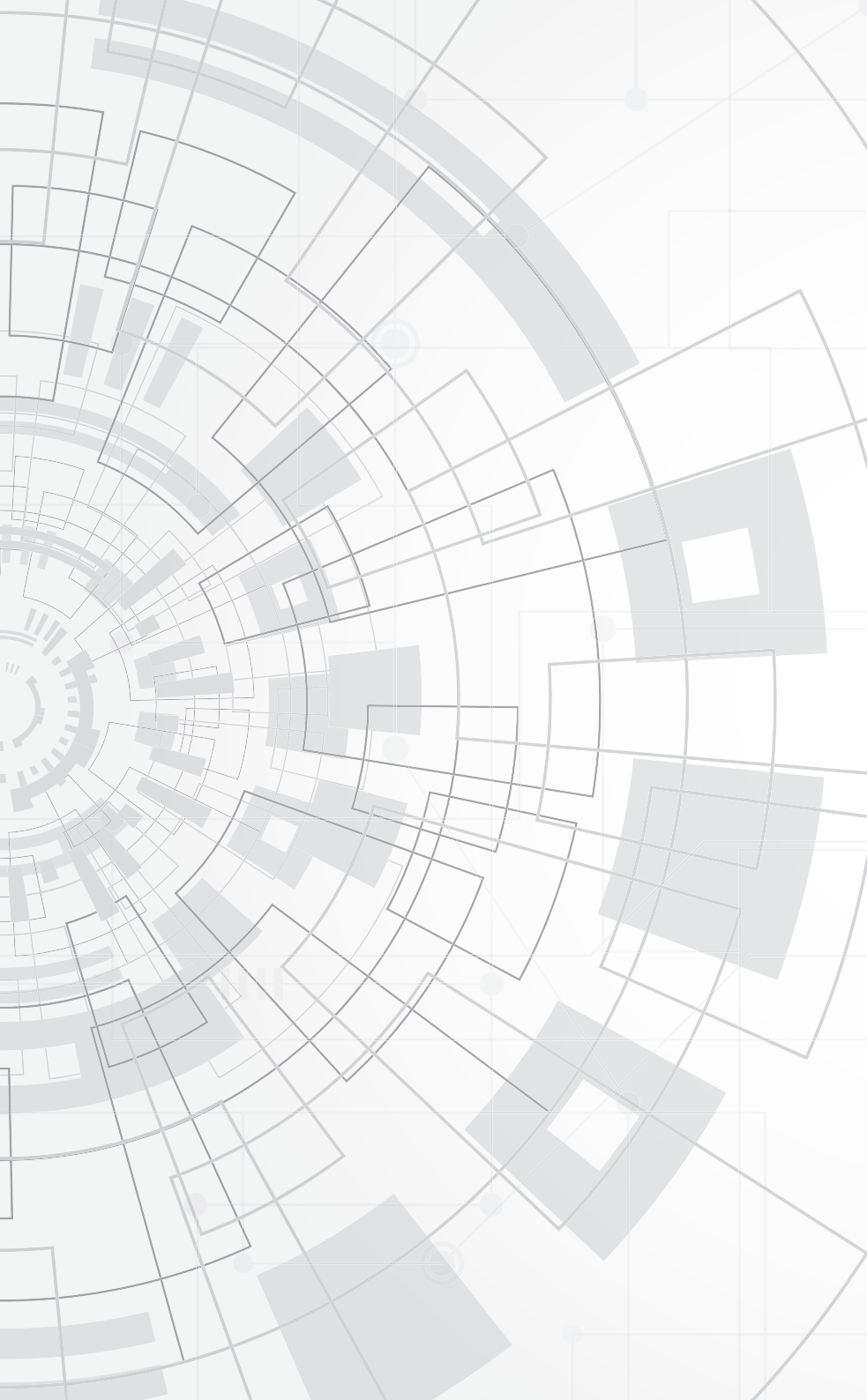
Скала Эдисона	268
От Москвы до Санкт-Петербурга	271
От Земли до Солнца	273
Заглянуть внутрь отливки	274
Какой металл самый тяжелый?	275
Какой металл самый легкий?	276
Две бороны	277
Квашеная капуста	278
Трактор и лошадь	279
Шило и зубило	280
Давление небоскреба	280
В вагоне	283
На пароходе	284
Две монеты	285
Из старинных книг	286
Вверх по уклону	290
Как взвесили Землю?	292
Прыжки вверх	295
Удар	297
Необычайная поломка	299
Рычаги	302
Билетный автомат	306
Ворот и шпиль	307
Золотое правило механики	309
Машины Архимеда	311
Искуснее Колумба	314
Если бы Земля вращалась быстрее	316
Сжатие земного шара	317
Полет на ракете	318

→ Из предисловия автора

Распространение у нас физических знаний, к сожалению, еще не отвечает исключительной важности этой науки. Особенно смутными кажутся широким кругам представления из того отдела физики, с которого начинается ее изучение: из механики, учения о движении и силах. А «кто не знает движения, тот не понимает природы» (Аристотель). Предполагая у читателя некоторые, хотя бы смутно усвоенные или полузабытые, сведения, книга стремится освежить и уточнить их разбором ряда механических задач, любопытных в том или ином отношении. Не претендует книга и на исчерпание всех отделов механики: многие интересные вопросы не рассмотрены, иные — едва затронуты. Цель «Занимательной механики» — разбудить дремлющую мысль и привить вкус к занятию механикой; любознательный читатель сам тогда разыщет и приобретет недостающие сведения. Вопреки установившемуся для популярных книг обычаю, в «Занимательной механике» попадаются математические выкладки. Мне известна неприязнь, которую питают многие к таким местам книг. И все же я не избегаю расчетов, так как считаю физические знания, приобретенные без расчетов, шаткими и практически бесплодными. Немыслимо получить сколько-нибудь полезные и прочные сведения из физики и особенно из механики, минуя относящиеся к ним простейшие расчеты. Создавая книгу, мы черпали материал отовсюду. Это не учебник, а вольная книга, ставящая себе задачей повысить интерес к предмету занимательными сопоставлениями. Приводя ряд примеров применения законов механики в технике, мы включили в нашу книгу также приложения механики к спорту, цирковым представлениям и другим областям. При составлении книги, которая должна быть занимательна для всех, нельзя идти шаблонным путем.



**Яков Исидорович
Перельман
(1882–1942)**



ЧАСТЬ I

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ
МЕХАНИКА

→ Задача о двух яйцах

Держа в руках яйцо, вы ударяете по нему другим. Оба яйца одинаково прочны и сталкиваются одинаковыми частями. Которое из них должно разбиться: ударяемое или ударяющее?



Когда-то на этот вопрос ответил американский журнал «Наука и изобретения». Журнал утверждал, что, согласно опыту, разбивается чаще «то яйцо, которое двигалось», другими словами, — яйцо ударяющее.

«Скорлупа яйца, — пояснялось в журнале, — имеет кривую форму, причем давление, приложенное при ударе к неподвижному яйцу, действует на его скорлупу снаружи; но известно, что, подобно всякому своду, яичная скорлупа хорошо противостоит давлению извне. Иначе обстоит дело, когда усилие приложено к яйцу движущемуся. В этом случае движущееся содержимое яйца напирает в момент удара на скорлупу изнутри. Свод противостоит такому давлению гораздо слабее, чем напору снаружи, — и проламывается».

Когда я предложил эту задачу читателям одной ленинградской газеты, решения поступили крайне разнообразные.



▲ Какое яйцо сломается?



Одни читатели доказывали, что разбиться должно непременно ударяющее яйцо, другие — что именно оно-то и уцелеет. Доводы казались одинаково правдоподобными, и тем не менее оба утверждения в корне ошибочны! Невозможно установить, которое из яиц должно разбиться, потому что между ударяющим и ударяемым яйцами различия не существует. Нельзя ссылаться на то, что ударяющее яйцо движется, а ударяемое неподвижно. Неподвижно по отношению к чему? Если к земному шару, то ведь известно, что наша планета сама перемещается среди звезд, совершая десяток разнообразных движений; все эти движения ударяемое яйцо совершает так же, как и ударяющее, и никто не скажет, которое из них движется среди звезд быстрее. Чтобы предсказать судьбу яиц по признакам движения и покоя, понадобилось бы перевернуть всю астрономию и определить движение каждого из сталкивающихся яиц относительно неподвижных звезд. Да и это не помогло бы, потому что отдельные видимые звезды тоже движутся,





и вся их совокупность, Млечный Путь, перемещается по отношению к иным звездным скоплениям.

Яичная задача, как видите, увлекла нас в бездны мироздания и все же не приблизилась к разрешению.

Впрочем, нет, — приблизилась, если звездная экскурсия помогла нам понять ту важную истину, что движение тела без указания другого тела, к которому это движение относится, не имеет смысла. Одинокое тело, само по себе взятое, двигаться не может. Могут перемещаться только два тела — взаимно сближаться или взаимно удаляться. Оба яйца находятся в одинаковом состоянии движения: они взаимно сближаются — вот все, что мы можем сказать об их движе-

нии. Результат столкновения не зависит от того, какое из них мы пожелаем считать неподвижным и какое — движущимся.

Относительность равномерного движения и покоя, их полная равнозначность была впервые провозглашена Г. Галилеем около 400 лет назад. Этот принцип классической механики получил название «принцип относительности Г. Галилея».

Его не следует смешивать с принципом относительности А. Эйнштейна, выдвинутым в начале прошлого века и представляющим дальнейшее развитие первого принципа. Об учении А. Эйнштейна будет идти речь в главе 11 нашей книги, но для его понимания необходимо хорошо уяснить главные следствия галилеева принципа.



Галилео Галилей
(1564–1642)



→ Путешествие на деревянном коне

Из вышесказанного следует, что состояние равномерного прямолинейного движения неотличимо от состояния неподвижности при условии обратного равномерного и прямолинейного движения окружающей обстановки.

Сказать «тело движется с постоянной скоростью»

и «тело находится в покое, но все окружающее равномерно движется в обратную сторону» — значит

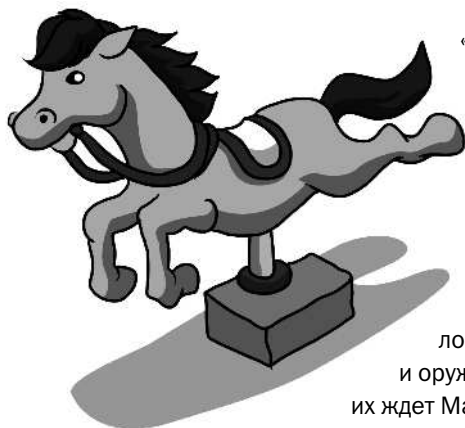
утверждать одно и то же.

Строго говоря, произносить ни первую фразу, ни вторую неверно. Мы должны говорить, что тело и обстановка движутся одно относительно другой. Эту мысль сложно усвоить даже тем, кто имеет дело с механикой и физикой. А между прочим, она была не чужда уже автору «Дон Кихота», жившему четыре столетия назад и не читавшему Галилея. Ею проникнута одна из забавных сцен произведения М. де Сервантеса — описание путешествия прославленного рыцаря и его оруженосца на деревянном коне.



**Мигель
де Сервантес
(1547–1616)**





«— Пускай рыцарь, у которого хватит на это мужества, сядет на эту машину и пускай оруженосец его сядет на ее круп, — объяснили Дон Кихоту. — ...Нужно только повернуть пружину, которая находится здесь, на шее лошади, и она унесет рыцаря и оруженосца по воздуху туда, где их ждет Маламбруно. Но чтобы высота и величие пути не вызвали у них головокружения, нужно, чтобы они закрыли глаза...

Обоим завязали глаза, и Дон Кихот повернул пружину...

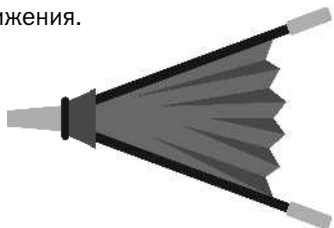
Окружающие стали уверять рыцаря, что он уже несется по воздуху „быстрее стрелы“.

— ...Готов поклясться, — сказал Дон Кихот, — что никогда так спокойно не ездил: мы точно совсем не двигаемся. Полно, мой друг, брось свой страх. Все идет как следует, и ветер дует попутный.

— Вот это так правда, — согласился Санчо, — потому что с той стороны на меня дует такой ветер, словно раздувают тысячи мехов».

Так на самом деле и было, потому что на них дули из нескольких больших мехов.

Деревянный конь Сервантеса — прообраз многочисленных аттракционов, придуманных для катания в парках развлечений. То и другое основано на полной невозможности отличить состояние покоя от равномерного движения.



→ Здравый смысл и механика



Многие привыкли противопоставлять покой движению, как небо — земле и огонь — воде. Устраиваясь в вагоне на ночлег, люди не размышляют, стоит поезд или мчится. Но в теории они часто оспаривают право считать мчащийся поезд неподвижным, а рельсы, землю под ними и всю окрестность — движущимися в противоположном направлении.

«Допускается ли такое толкование здравым смыслом машиниста? — спрашивает Эйнштейн, излагая эту точку зрения. — Машинист возразит, что он топит (во времена Эйнштейна локомотивы приводились в действие энергией от сжигания твердого топлива (угля), закладывая которое в топку должен был машинист. — *Прим. ред.*) и смазывает не окрестность, а паровоз, следовательно, на паровозе должен сказаться и результат его работы, то есть движение».





Довод представляется на первый взгляд очень сильным, едва ли не решающим. Однако вообразите, что рельсовый путь проложен вдоль экватора и поезд мчится на запад, против вращения земного шара. Тогда окрестность будет бежать навстречу поезду и топливо будет расходоваться лишь на то, чтобы мешать паровозу увлекаться назад, вернее, чтобы помогать ему только отставать от движения

окрестности на восток. Пожелай машинист удержать поезд совсем в покое (относительно Солнца), он должен был бы топить и смазывать паровоз так, как нужно для скорости 1700 км/ч. Чтобы убедить тех, кто еще сомневается в законности взаимной замены покоя и движения, приведу слова одного из немногих противников учения Эйнштейна, профессора Ленарда. Критикуя Эйнштейна, он не посягает, однако, на теорию относительности Галилея.

“Пока движение поезда остается вполне равномерным, нет никакой возможности определить, что именно находится в движении и что в покое: поезд или окрестность. Устройство материального мира таково, что всегда во всякий данный момент исключает возможность абсолютного решения вопроса о наличии равномерного движения или покоя и оставляет место только для изучения равномерного движения тел относительно друг друга, так как участие наблюдателя в равномерном движении не отражается на наблюдаемых явлениях и их законах.”

Ф. Э. А. фон Ленард