

Простая наука для детей

Александр Леонович

ФИЗИЧЕСКИЙ КАЛЕЙДОСКОП

Аванта

УДК 51
ББК 22.1я92
Л47

Леонович, Александр Анатольевич.

Л47 Физический калейдоскоп/ А. Леонович. — Москва: Издательство АСТ, 2020. — 286, [2] с. : ил. — (Простая наука для детей).

ISBN 978-5-17-121525-5.

«Физический калейдоскоп» задумывался как одна из рубрик журнала «Квант» с лаконичным и емким материалом по школьному курсу физики, помогающим учителям вести учебную и внеклассную работу, а ученикам — готовиться к ЕГЭ и ОГЭ. За те годы, в течение которых «Калейдоскоп» выходил на страницах журнала, выяснилось, что рубрика пользуется популярностью у читателей. И постепенно мозаики различных выпусков стали складываться в целостную, хотя и собранную из фрагментов, картину жизни физических понятий. В этой книге представлено множество наблюдений и интересных фактов «для сведения», а также вопросов, задач и опытов «для работы ума», позволяющих развить эрудицию и углубить свои знания физики.

Для среднего школьного возраста.

УДК 51
ББК 22.1я92



© Леонович А.А., 2020
© ООО «Издательство АСТ», 2020

НАЧНЕМ ЗНАКОМСТВО?

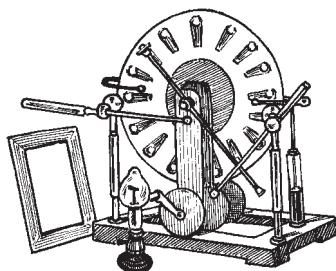
Вы взяли в руки не совсем обычную книгу. Ее можно читать с любой страницы, перескакивать с места на место, выбирать только то, что покажется интересным. Короче говоря, вертеть как хочешь. Одним словом — калейдоскоп.

С другой стороны, как и в настоящем калейдоскопе, внимательный взгляд заметит в многообразии композиций, представленных в книге, вполне определенных участников и ясную конструкцию. Роль осколков цветного стекла, из которых составляются картинки, здесь играют физические понятия — величины, законы, а иногда даже целые области физической науки. При каждом повороте нашего «Калейдоскопа» главным персонажем на время становится одно (или несколько) из понятий, другие отступают в тень или помогают «герою» показать себя во всей красе. А зеркальные пластинки, между которыми мелькают узоры, заменяют

вопросы и задачи, изречения и миниатюры, микроопыты и истории.

Калейдоскоп, как известно, — игрушка, правда, изобретенная физиком — Дэвидом Брюстером. Этой игрушкой можно развлекаться в буквальном смысле — «любоваться сменяющимися красивыми видами» или в переносном — «устраивать быструю смену лиц и событий». Даже если наш «Калейдоскоп» послужит лишь для этих целей, автор и редакция журнала «Квант», на страницах которого многие годы появлялись его выпуски, посчитают, что поработали не зря. Однако...

Не хотелось бы повторять прутковскую мораль о камешках, в воду бросаемых, но мы надеемся, что знакомство с «Физическим калейдоскопом» действительно будет для вас не только «пустою забавою». А тем, кому захочется подробнее узнать об истории и устройстве нашего «Калейдоскопа», советуем заглянуть в конец книги, на страничку с заголовком «Продлим знакомство?».



«ЭТО, ВО-ПЕРВЫХ, ТЕЛА...»

А ТАК ЛИ ХОРОШО ЗНАКОМЫ ВАМ

•

ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ

•

СКОРОСТЬ

•

УСКОРЕНИЕ

•

МАССА

•

СИЛА

•

ДАВЛЕНИЕ

•

ВЫТАЛКИВАЮЩАЯ СИЛА

•

?

ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ

...нельзя наблюдать и определить движения тела, имеющего конечную величину, не определив сначала, какое движение имеет каждая его маленькая частичка или точка.

Леонард Эйлер



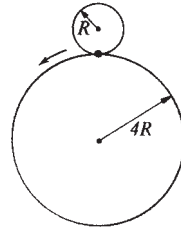
Замечательную возможность изучать самые разнообразные, в том числе и очень сложные, движения предоставляет сведение их к простейшему — движению точки вдоль линии. Но и такое, на первый взгляд, нехитрое движение требует для своего описания введения целого ряда понятий. Прежде всего таких, как траектория, координата, путь и перемещение. За каждым понятием — долгая история, связанная со становлением законов, которым подчиняются движения тел на земле и в космосе.

Большинство же вопросов, на которые вам предстоит ответить, — иллюстрация к той мысли, что и давние понятия могут быть сегодня прекрасными помощниками.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ

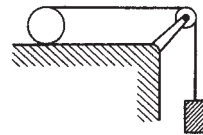
1. Столкнутся ли два шара, если известно, что траектории их центров пересекаются?

2. Круг радиусом R катится по кругу радиусом $4R$. Сколько оборотов совершит малый круг по возвращении в первоначальное положение?

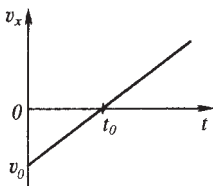
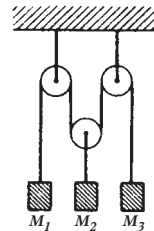


3. Чем отличаются траектории точек кабины аттракциона «Колесо обозрения» от траекторий точек самого колеса?

4. Нерастяжимая нить намотана на цилиндр, а другим концом привязана к грузу. Какой путь пройдет груз, когда катящийся без скольжения цилиндр, длина окружности которого равна l , сделает один оборот?



5. К нерастяжимой нити, перекинутой через блоки, привязаны грузы, как показано на рисунке. Найдите направление и модуль вектора перемещения груза M_2 , если груз M_1 переместился на 5 см вверх, а груз M_3 — на 3 см вниз.

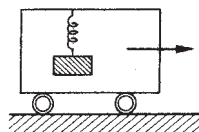


6. Тело движется прямолинейно вдоль оси x , выйдя из точки с координатой x_0 , причем проекция его скорости на ось x меняется так, как показано на графике. Как будут выглядеть

для этого тела графики зависимости координаты, проекции перемещения и пути от времени?

7. По какой траектории и как должна двигаться точка, чтобы пройденный ею путь равнялся модулю перемещения?

8. Какова (относительно земли) траектория колеблющегося на пружинке грузика, помещенного в равномерно движущийся вагон?



9. По какой траектории движется частица в бегущей продольной волне?

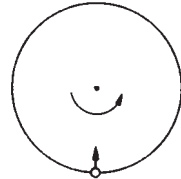
10. Мальчик бросает мячи из вагона в сторону, противоположную движению поезда. Как будут двигаться мячи по отношению: а) к вагону; б) к полотну дороги?

11. По какой траектории станет двигаться заряженная частица, влетевшая в однородное электрическое поле под углом к силовым линиям?

12. Что представляет собой траектория частицы, ускоряемой в циклотроне?

13. Существуют ли такие точки движущегося вагона, которые перемещаются не вперед, а назад? Каковы траектории этих точек?

14. Мелок пускают по диаметру равномерно вращающегося горизонтального круга. За время, пока круг делает половину оборота, мелок относительно земли проходит путь, равный диаметру круга. Какой след оставит мелок на круге? Трение пренебрежимо мало.



15. Осколки снаряда, взорвавшегося на вершине башни, разлетелись с одинаковой начальной скоростью v_0 . Как будут располагаться в пространстве осколки после взрыва? По какой траектории движется каждый осколок?

Микроопыт

Подвесьте тяжелый грузик (гирьку, металлический шарик) на длинной нити и отведите ее на небольшой угол из положения равновесия. Отпустите грузик: а) без начальной скорости; б) со скоростью, направленной перпендикулярно вертикальной плоскости, проходящей через точку подвеса. По каким известным вам траекториям сможет двигаться грузик?

Любопытно, что...

...одна из первых задач астрономии заключалась в разумном объяснении необычных наблюдаемых траекторий планет, например Марса. В некоторых местах его траектория наводила на мысль, будто Марс меняет направление своего движения.

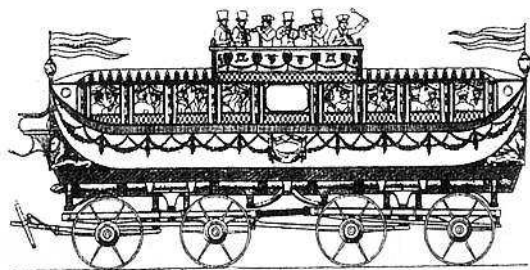
...современное понимание трехмерности физического пространства появилось, по-видимому, в XVII

веке, когда Декарт изобрел прямоугольную систему координат.

...со времен Аристотеля считалось, что траектории летательных снарядов состоят из прямолинейных отрезков и сопрягающих их дуг. И лишь Галилею удалось установить, что траекторией тела, брошенного под углом к горизонту в безвоздушном пространстве, является парабола. А итальянец Тарталья, живший немного раньше, хотя и не знал законов, управляющих движением снарядов, пришел к выводу, что наибольшей дальности стрельбы можно достичь, если наклонить орудие к горизонту под углом 45° .

...только на полюсах Земли тела падают строго вертикально. Во всех остальных точках планеты свободно падающие тела отклоняются от вертикали к востоку за счет так называемой силы Кориолиса, возникающей во вращающихся системах отсчета.

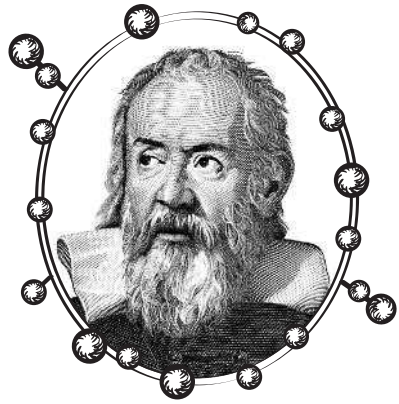
...понятие траектории используется сегодня далеко за рамками кинематики. Скажем, фазовая траектория отображает изменение состояния физической системы и представляет собой линию в так называемом фазовом пространстве, которое в случае сложных систем может быть многомерным или даже бесконечномерным.



СКОРОСТЬ

...если бы камень, выпущенный с вершины мачты плывущего с большой скоростью корабля, упал в точности в то же самое место, куда он падает, когда корабль стоит неподвижно, то какую службу сослужил бы этот опыт с падением для решения вопроса, стоит ли судно неподвижно или же плывет?

Галилео Галилей



Скорость — слово, которое мы начинаем использовать задолго до того, как узнаем, что же скрывается за ним в строгом понимании, связывая его прежде всего с быстротой движения.

Скорость — одна из первых векторных физических величин, с которой мы знакомимся в школе. Чтобы задать скорость, надо определить не только ее модуль, но и направление.

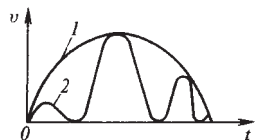
Скорость — величина относительная. Одно и то же тело может одновременно двигаться и находиться в покое в разных системах отсчета.

Скорость, с которой распространяется свет в вакууме, — максимально возможная скорость в природе. И одна из фундаментальных физических констант.

Продолжим же знакомство с этим богатым по содержанию физическим понятием.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ

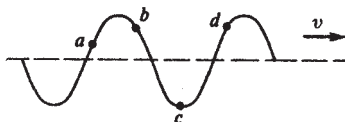
1. График изображает зависимость от времени скоростей двух прямолинейно движущихся тел на протяжении одного и того же промежутка времени. Какое из тел имело за этот промежуток большую среднюю скорость?



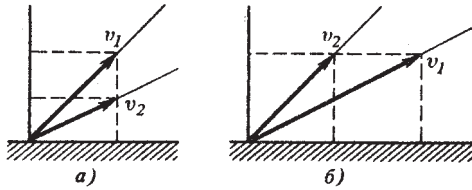
2. Во время езды на автомобиле через каждую минуту снимали показания скорости по спидометру. Можно ли по этим данным определить среднюю скорость движения автомобиля?

3. Лодку подтягивают за веревку к берегу. Определите скорость движения лодки в момент, когда угол наклона веревки к горизонту α , а скорость ее вытягивания v_B .

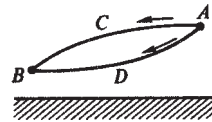
4. На рисунке изображено расположение точек, участвующих в поперечном волновом движении, в какой-то момент времени (v — скорость волны). Каковы направления векторов мгновенных скоростей точек a , b , c и d в этот момент времени?



5. Два камня брошены с земли под различными углами к горизонту \vec{v}_1 и \vec{v}_2 со скоростями и так, как показано на рисунках. Какой из камней улетит дальше? Сопротивлением воздуха можно пренебречь.



6. Тело соскальзывает из точки A в точку B один раз (не отрываясь) по дуге ACB , другой раз по дуге ADB . В каком случае скорость тела в точке B больше, если коэффициент трения один и тот же?



7. Может ли человек бежать быстрее своей тени?

8. Определите скорость падения капель дождя, оставляющих след на стеклах электрички, если известны ее скорость и угол наклона следа к вертикали. Ветра нет.

9. Тело брошено с начальной скоростью под углом α к горизонту. Найдите изменение скорости тела за время полета, пренебрегая сопротивлением воздуха.

10. В какой точке траектории летящее тело (см. задачу 9) обладало наименьшей скоростью?

11. Две материальные точки движутся по окружностям одинакового радиуса с одинаковыми по модулю ускорениями. Ускорение первой точки направлено под углом к касательной, второй — по радиусу. У какой из этих точек модуль скорости больше?

12. Как меняется модуль скорости точки, совершающей гармонические колебания, в те моменты, когда координата точки уменьшается по модулю?

13. Когда скорость иглы проигрывателя относительно виниловой пластинки больше — в начале проигрывания пластинки или в конце?

МИКРООПЫТ

Попробуйте, имея газету и секундомер, показать, что средняя скорость падающего в воздухе тела тем больше, чем меньше площадь его поперечного сечения.

Любопытно, что...

...зная среднюю скорость движения тела на двух одинаковых участках пути, мы сразу же можем оценить минимально возможные значения средних скоро-

стей тела на каждом из участков (попробуйте убедиться в этом самостоятельно).

...на загруженных дорогах даже опытные водители, несмотря на попытки вести машины со скоростью, скажем, 70 км/ч, нарушая ограничение 60 км/ч, не могут проехать больше 50 км за один час.

...увеличение сцепления колес с дорогой, которого добиваются во время автомобильных гонок, практически не влияет на максимальную скорость, определяемую прежде всего мощностью двигателя автомобиля.

...движется и то, что кажется абсолютно неподвижным. Ледники, к примеру, «текут» со скоростью около метра в неделю. А вот юго-западная часть Калифорнии сдвигается на северо-запад вдоль разлома земной коры в среднем на 5 сантиметров в год.

...некоторые объекты могут достигать на Земле скоростей, значительно превышающих вторую космическую, однако от Земли не отрываться. Это, например, электроны, движущиеся в атомах, или сами атомы при тепловом движении.

...скорости, сравнимые со скоростью света, получают в земных условиях на ускорителях элементарных частиц. Однако в природе существуют и гигантские объекты, удаляющиеся от нас с подобными скоростями, — это квазары, расстояние до которых измеряется миллиардами световых лет.

