

Перельман Я. И.

Занимательная физика

Книга 1

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 53
ББК 22.3
П27

П27 **Перельман Я. И.**
Занимательная физика: Книга 1 / Перельман Я. И. – М.: Книга по Требованию, 2013. – 212 с.

ISBN 978-5-458-25399-4

В этой книге автор стремится не столько сообщить читателю новые знания, сколько помочь ему «узнать то, что он знает», т. е. углубить и оживить уже имеющиеся у него основные сведения из физики, научить сознательно ими распоряжаться и побудить к разностороннему их применению. Достигается это рассмотрением пестрого ряда головоломок, замысловатых вопросов, занимательных рассказов, забавных задач, парадоксов и неожиданных сопоставлений из области физики, относящихся к кругу повседневных явлений или черпаемых из общеизвестных произведений научно-фантастической беллетристики. Составитель старался, насколько мог, придавать изложению внешне-интересную форму, сообщать привлекательность предмету. Он руководился той психологической аксиомой, что интерес к предмету повышает внимание, внимание облегчает понимание и следовательно способствует более сознательному и прочному усвоению.

ISBN 978-5-458-25399-4

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2013

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

писалась в течение всех двадцати лет ее существования. В последнем издании от текста первого сохранена едва половина, а от иллюстраций — почти ни одной.

К автору поступали от иных читателей просьбы воздержаться от переработки текста, чтобы не вынуждать их „из-за десятка новых страниц приобретать каждое повторное издание“. Едва ли подобные соображения могут освободить автора от обязанности всемерно улучшать свой труд. „Занимательная физика“ не художественное произведение, а сочинение научное, хотя и популярное. Ее предмет — физика — даже в начальных своих основаниях непрестанно обогащается свежим материалом, и книга должна периодически включать его в свой текст.

К „Занимательной физике“ примыкают два других моих сочинения.¹ Одно предназначено для менее подготовленного читателя, еще вовсе не приступавшего к изучению физики, — это „Физика на каждом шагу“ (изд. „Молодой Гвардии“). Другое, напротив, имеет в виду тех, кто уже закончил изучение средне-школьного курса этой науки; оно озаглавлено „Знаете ли вы физику?“ (Гос. Техничко-теоретическое изд-во, 1934) и является как бы завершением „Занимательной физики“ и „Занимательной механики“.

Я. П.

ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА

Осенью 1934 г. (23 сентября) исполняется 35-летие литературной деятельности автора этой книги Якова Исидоровича Перельмана. За это время им написано свыше тридцати книг, вышедших многими изданиями. Они широко известны в СССР, а некоторые и за его пределами.

Лен. отделение изд-ва „Молодая Гвардия“ выпускает в 1934 г. в числе других книг по серии занимательной научно-популярной литературы следующие книги Я. И. Перельмана: „Занимательная физика“ (I и II кн.), „Занимательная арифметика“, „Занимательные задачи“.

Лен. отд. изд-ва „Молодая Гвардия“.

¹ Помимо „Занимательной механики“ и „Занимательной астрономии“.

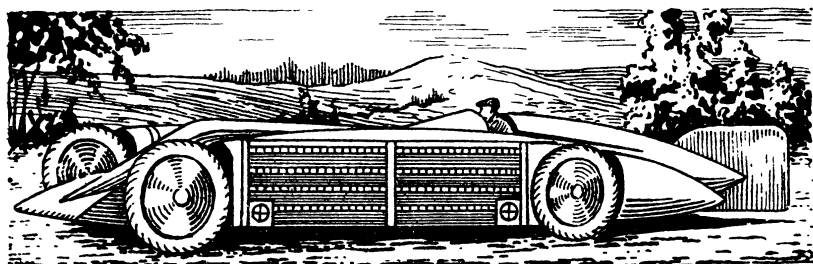


Рис. 1. Автомобиль „Золотая стрела“, поставивший в 1929 г. в Америке мировой рекорд скорости на автомобиле — 370 км в час. Рекорд этот в 1931 г. побит „Синим голубем“ (395 км в час).

ГЛАВА ПЕРВАЯ

СКОРОСТЬ — СЛОЖЕНИЕ ДВИЖЕНИЙ С КАКОЙ БЫСТРОТОЙ МЫ ДВИЖЕМСЯ?

От природы человек наделен способностью развивать лишь довольно скромную скорость передвижения: средний пешеход проходит в секунду около $1\frac{1}{2}$ м. Это немного быстрее, чем движение воды в большей части рек, но медленнее, чем движение умеренного ветра (2 м в сек. или около 7 км в час). По сравнению с улиткой, которая, оправдывая поговорку „улитка едет“, . . . , переползает всего на $1\frac{1}{2}$ мм в секунду, человек, конечно, скороход: он в 1000 раз проворнее ее! Примерно во столько же раз человек при ходьбе движется быстрее черепахи. Микробы перемещаются еще медленнее улитки, хотя в поле зрения сильного микроскопа они и кажутся проносящимися с быстротой курьерского поезда; истинная их скорость не превышает 0,1—0,2 мм в секунду, т. е. 35—70 см в час. Пешеход проворнее их в десять тысяч раз. Но если он вступит в состязание с другими живыми существами, то останется позади: даже муха при спокойном полете движется втрое быстрее, чем пешеход.

Однако уже такое простое механическое приспособление, как коньки, дает человеку преимущество над его соперниками из мира животных. Опытный конькобежец может пробежать до 12 м в секунду, или 43 км в час, и лишь немногие животные способны его догнать. В беге человек не достигает такой скорости: европейский рекорд — 1000 м в 2 мин. 26 сек., т. е. 23 км в час, — поставлен был в

1927 г. немецким бегуном Пельцером на коротком пробеге в 100 м. Мировой рекорд быстроты бега поставлен американским физкультурником Паддоком в 1921 г., показавшим невероятную скорость 34,5 км в час.

СОСТЯЗАНИЕ В СКОРОСТИ

Мы можем мысленно устроить состязание в скорости между человеком, его машинами и различными животными, которое длилось бы, например, один час. За этот промежуток времени улитка, оправдывая свою репутацию образцово-медленного животного, успела бы проползти всего лишь 5—6 м, между тем как гидроаэроплан мог бы отлететь на 700 и более км.¹ Таковы рекорды медленности и быстроты в этом состязании. В промежутке между ними расположились бы остальные участники.

О скорости их можно судить по следующей таблице:

Животные	км в час	Машины	км в час
На суше			
Микробы	0,0007	Танк на шоссе	100
Улитка	0,0054	Паровоз (рекорд)	155
Черепаша	0,007	Электropоезд	210
Рыбы до	3,5	Мотоциклет (рекорд)	242
Лошадь шагом	4,3	Сани-ракета Валье	378
„ „ рысью до	14	Автомобиль (рекорд)	395
Муха	18	В воде	
Лошадь галопом до	30	Подводная лодка (в погружен-	
Лошадь скаковая, рекорд		ном состоянии) до	28
(франц. лош. „Каскадес“) .	61	Пароход „Бремен“, 100 000	
Заяц	65	лош. сил.	55
Орел	80	Эскадр. миноносец (рекорд) . .	177
Собака охотничья до	90	Гонимый катер (рекорд) . . .	190
Человек		Гидро-глиссер (рекорд)	190
Пловец	4,5	В воздухе	
Пешеход до	7	Дирижабль до	140
Гонимая лодка, 8 гребцов. 18		Аэроплан (рекорд)	745
Бегун (рекорд)	36	Не живая природа	
Конькобежец (рекорд) . . .	45	в сек.	
Велосипедист (рекорд) . . .	45	Звук в воздухе	0,33
Велосипедист с лидером ² 114		Земля по ее орбите	30
		Свет в пустоте	300 000

¹ В 1933 г. лейтенант итальянской службы Нери поставил на гидроаэроплане мировой рекорд скорости: 745 км в час. Моторы его аппарата развивали общую мощность 2800 лш. сил.

² Т. е. с едущим впереди мотоциклетом, уменьшающим для велосипедиста сопротивление воздуха.

Итак, из механизмов, сооруженных человеческими руками быстрее всего движутся аэроплан и автомобиль.

Еще быстрее мчатся пули и ядра. Пуля вылетает из ствола ружья со скоростью 800—900 м в секунду (а из недавно изобретенной в САСШ сверхдальнобойной винтовки — со скоростью 1600 м) и следовательно даже на экваторе могла бы „перегнать Солнце“. Современные так называемые „сверхдальные“ орудия извергают свои ядра с еще большей начальной скоростью, достигающей 1700 м в первую

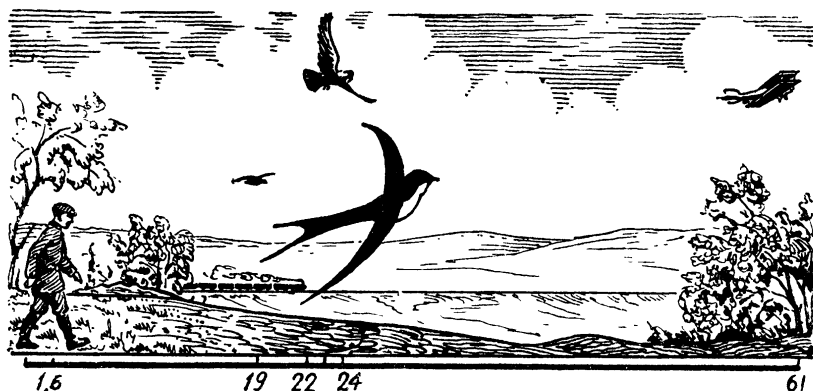


Рис. 2. Состязание в скорости между аэропланом (61 м в сек.), ласточкой (24 м в сек.), орлом (23 м в сек.), скорым поездом (22 м в сек.), голубем (19 м в сек.) и пешеходом (1,6 м в сек.)

секунду; в дальнейшем движении снаряда скорость эта конечно постепенно уменьшается.

Еще недавно принимали, что громадную скорость передвижения обнаруживают птицы во время своих сезонных перелетов. Считалось например установленным, что ласточка может при этом развивать скорость до 300 и более километров в час. Новейшие исследования перелета птиц выяснили однако, что подобные представления ошибочны и что даже самые быстрые летуны из пернатого мира развивают сравнительно умеренные скорости — не свыше 90 км в час: почтовый голубь — 19 м в сек., орел — 23, ласточка — 24.

РАЗНЫЕ СПОСОБЫ ВЫРАЖАТЬ СКОРОСТЬ

В обиходной жизни скорость выражают числом километров в час; в технике предпочитают указывать число метров в секунду, в науке — число сантиметров в секунду. Спортсмены же и физкультурники часто выражают быстроту движения числом секунд, употребляемых на продвижение на 100 м. Выражение одной и той же скорости у лиц различных специальностей звучит по-разному. Вот, например, скажут

неспециалист:	18 км в час;
техник:	5 м в сек.
физкультурник:	100 м в 20 сек.

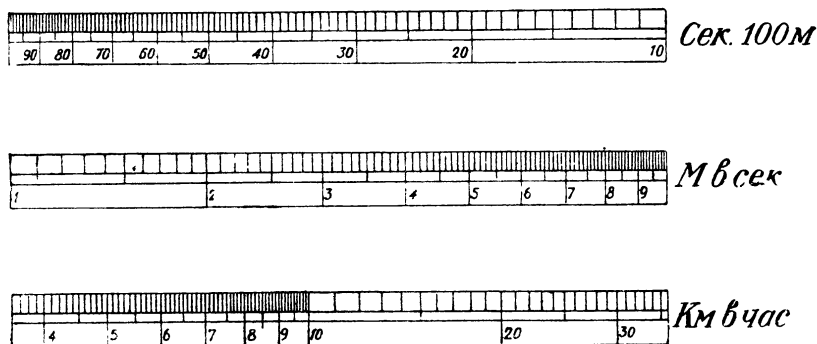


Рис. 3. Шкала для перевода скоростей.

Несложным расчетом одно выражение скорости легко переводится в другое. Но можно обойтись и без выкладок, если пользоваться приложенной здесь шкалой. Обращение с нею не требует долгих пояснений: числа, отвечающие одной и той же скорости, написаны одно против другого. Только для скоростей больше 36 км в час требуется нехитрое дополнительное вычисление.

БЫСТРЕЕ СОЛНЦА И ЛУНЫ

В 1896 г. на автомобильных гонках между Парижем и Брестом, во Франции, была достигнута скорость 20 км в час, т. е. около 6 м в секунду. Это считалось для автомобиля величайшим триумфом. Но уже через год скорость

автомобиля была удвоена, а в 1907 г. автомобили развивали скорость в пять раз большую — 30 м в секунду, или 108 км в час. Чтобы яснее представить, как велика эта скорость — 30 м в секунду, — заметим, что камень, брошенный изо всей силы, пролетает в первую секунду вдвое меньше — 15 м.

Но это далеко еще не предельная скорость, какую способны развить наши машины: на состязании автомобилей в 1923 г. достигнута была скорость в 219 км в час. В 1929 г. в Америке автомобиль особой конструкции¹ развил

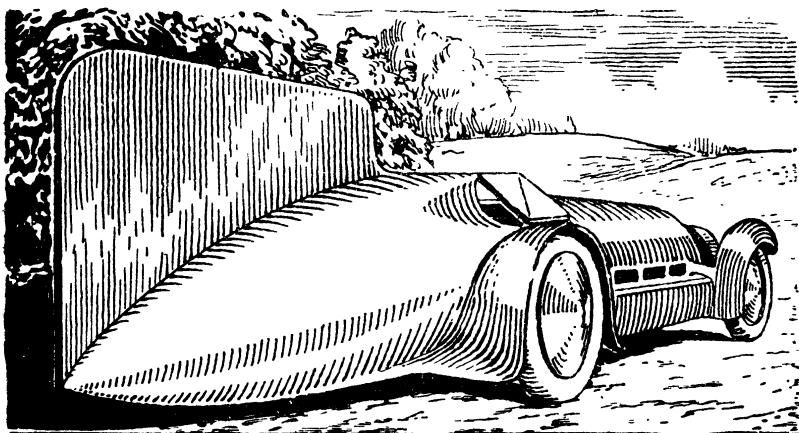


Рис. 4. Автомобиль „Синий голубь“, поставивший в Америке в 1931 г. мировой рекорд скорости на автомобиле — 395 км в час.

неслыханную скорость в 370 км в час, или 100 м в секунду. А в 1931 г. на гоночной машине „Синий голубь“ в 1400 лш. сил был превзойден и этот рекорд: достигнута скорость 395 км в час!

В таком автомобиле можно буквально „перегнать Солнце“, — по крайней мере в полярных широтах. На 77-й параллели (Новая Земля) подобный автомобиль пробегает столько же, сколько успевает за тот же промежуток времени пробежать точка земной поверхности при вращении Земли вокруг оси. Для пассажира такого автомобиля Солнце остановится и будет неподвижно висеть на небе, не приближаясь к за-

¹ „Золотая стрела“ Сигрейва.

кату. Так естественно может современная техника воспроизвести пресловутое библейское чудо, будто бы совершенное некогда Иисусом Навином.

Еще легче перегнуть Луну в ее собственном обращении вокруг Земли. Здесь для повторения описанного „чуда“ по отношению к собственному движению Луны (а не кажущемуся суточному ее движению) вовсе не надо забираться за полярный круг и мчаться с головокружительной быстротой. Луна движется вокруг Земли в 29 раз медленнее, чем Земля вокруг своей оси (сравниваются конечно так называемые „угловые“, а не линейные скорости). Поэтому обыкновенный пароход, делающий 25—30 км в час, может уже в средних широтах „перегнуть Луну“.

О такого рода явлении упоминает Марк Твен в своих очерках: „Простaki за границей“. Во время переезда по Атлантическому океану от Нью-Йорка к Азорским островам „стояла прекрасная летняя погода, а ночи были даже лучше дней. Мы наблюдали странное явление: Луну, появлявшуюся каждый вечер в тот же час в той же точке неба. Причина этого оригинального поведения Луны сначала оставалась для нас загадочной, но потом мы сообразили, в чем дело: мы подвигались каждый час на 20 минут долготы к востоку, т. е. именно с такою скоростью, чтобы не отставать от Луны!“

ТЫСЯЧНАЯ ДОЛЯ СЕКУНДЫ

Для нас, привыкших мерить время на свою человеческую мерку, тысячная доля секунды равнозначна нулю. Некогда люди считали даже и минуту слишком ничтожной величиной, чтобы стоило ее измерять. Древний человек жил такой неторопливой жизнью, что на его часах — солнечных, водяных, песочных — не было особых делений для минут. Только с начала XVIII века стала появляться на циферблате минутная стрелка. А с начала XIX века, когда жизнь еще более усложнилась, сделалась лихорадочнее, появилась и стрелка секундная.

Но если для обиходных, житейских целей достаточно мерить время до одной секунды, то для целей научных этого мало. При изучении производственных движений заводских рабочих (по способу Ф. Д ж и л ь б р е т а) употребляются часы с 1000-ми делениями минуты, а в психотехнических лабораториях можно видеть часы, показывающие 1000-е доли секунды.

Что же однако может успеть совершиться в 1000-ую долю секунды? Очень многое! Курьерский поезд, правда, перемещается в этот промежуток времени всего на $1-1\frac{1}{2}$ см,



Рис. 5. Определение времени дня по положению Солнца на небе (налево) и по длине тени (направо).

но аэроплан передвигается на 10 см, а звук даже на 30 см; земной шар пролетает вокруг Солнца в такую долю секунды 30м, а свет — 300 км.

Мелкие существа, окружающие нас, — если бы они умели рассуждать, — вероятно не считали бы 100-ую долю секунды за ничтожный промежуток времени. Для насекомых, например, эта величина довольно ощутительна.

Комар в течение одной секунды делает 500—600 полных взмахов крылышками; значит, в 1000-ую долю секунды он успевает поднять их или опустить.

Человек неспособен перемещать свои члены так быстро, как насекомые. Самое проворное движение наше — мигание глаз, „мгновение ока“, или „миг“, в первоначальном смысле этих слов. Оно совершается так быстро, что мы не замечаем даже временного затемнения поля нашего зрения. Немногие однако знают, что это движение — синоним невообразимой быстроты — протекает в сущности довольно медленно, если изме-

рять его 1000-ыми долями секунды. Полное „мгновение ока“ длится — как обнаружили точные измерения (Виктора Анри) — в среднем $\frac{2}{3}$ секунды, т. е. 400 тысячных долей ее. Оно распадается на следующие фазы: опускание века (75—90 тысячных секунды), состояние неподвижности опу-

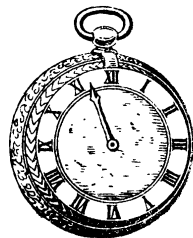
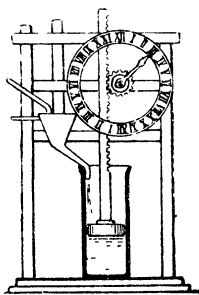


Рис. 6. Водяные часы (налево), употреблявшиеся в древнем мире. Направо — старинные карманные часы. На тех и других часах еще отсутствует минутная стрелка.

щенного века (130—170 тысячных) и поднятие его (около 170 тысячных). Как видите, один „миг“ в буквальном смысле этого слова — промежуток довольно значительный, в течение которого глазное веко успевает даже немного отдохнуть. И если бы мы могли воспринимать впечатления, длящиеся 1000-ую долю секунды, мы увидели бы „в одно мгновение“ два плавных движения глазного века, разделенные промежутком покоя.

При таком устройстве нашей нервной системы мы увидели бы вообще окружающий нас мир преобразенным до неузнаваемости. Наглядное описание странных картин, какие представились бы тогда нашим глазам, дает английский писатель Уэллс в рассказе „Новейший ускоритель“. Герои рассказа выпили особенную — конечно фантастическую — микстуру, которая действует на нервную систему именно таким образом, что делает органы чувств восприимчивыми к раздельному восприятию быстрых явлений (т. е. ускоряет все восприятия). Вот несколько примеров из рассказа:

„— Видали ли вы до сих пор, чтобы занавеска прикреплялась к окну таким манером?

Я посмотрел на занавеску и увидел, что она словно застыла и что уголок у нее как загнулся от ветра, так и остался.

— Не видал никогда, — сказал я. — Что за странность!

— А это? — сказал он и растопырил пальцы, державшие стакан.

Я ожидал, что стакан разобьется, но он даже не шевельнулся; он повис в воздухе неподвижно.

— Вы конечно знаете, — сказал Гибберн, — что падающий предмет опускается в первую секунду на 5 м. И стакан пробегает теперь эти 5 м, — но, вы понимаете, не прошло еще и сотой доли секунды.¹ Это может вам дать понятие о силе моего „ускорителя“.

Стакан медленно опускался. Гибберн провел рукою вокруг стакана, над ним и под ним. . .

Я глянул в окно. Какой-то велосипедист, застывший на одном месте, с застывшим облаком пыли позади, догонял какую-то бричку, которая также не двигалась ни на дюйм.

. . . Наше внимание было привлечено омнибусом, совершенно окаменевшим. Верхушки колес, лошадиные ноги, конец кнута и нижняя челюсть кучера (он только что начал зевать), — все это хоть и медленно, но двигалось; остальное же в этом неуклюжем экипаже совершенно застыло. Сидящие там люди были как статуи.

. . . Какой-то человек застыл как раз в тот момент, когда он делал

¹ Надо иметь в виду, к тому же, что в первую сотую долю первой секунды своего падения тело проходит не сотую часть от 5 м, а 10 000-ю (по формуле $S = \frac{1}{2} g t^2$), т. е. полмиллиметра, а в первую тысячную долю секунды — всего $\frac{1}{200}$ м.м.

нечеловеческие усилия сложить на ветру газету. Но для нас этого ветра не существовало.

... Все, что было сказано, подумано, сделано мною с той поры, как „ускоритель“ проник в мой организм, было лишь мгновением ока для всех прочих людей и для всей вселенной.“

Вероятно читателям интересно будет узнать, каков наименьший промежуток времени, измеримый средствами современной науки? Еще в начале этого века он равнялся 10 000-ой доле секунды, теперь же физик в своей лаборатории способен измерить (электрическим способом) 10 000 000 000-ую часть секунды. Этот промежуток примерно во столько же раз меньше целой секунды, во сколько раз секунда меньше 300 лет!

ЛУПА ВРЕМЕНИ

Когда Уэллс писал свой „Новейший ускоритель“, он едва ли думал, что нечто подобное когда-нибудь осуществится. Ему довелось однако дожить до этого: он может теперь собственными глазами увидеть — правда, только на экране — те картины, которые создал некогда в своем воображении. Так называемая „лупа времени“ показывает нам на экране в замедленном темпе многие явления, протекающие обычно очень быстро.

„Лупа времени“ есть кинематографический фото-аппарат, делающий в секунду не 16 снимков, как обычные киноаппараты, а во много раз больше. Если заснятое так явление проецировать на экран, пуская ленту с обычной скоростью 16 кадров в секунду, то зрители увидят явление совершающимся в соответствующее число раз медленнее нормального. Читателю случалось вероятно видеть на экране такие неестественно плавные прыжки и другие замедленные явления. Помощью более сложных аппаратов того же рода достигается замедление еще более значительное, почти воспроизводящее то, что описано в рассказе Уэллса.

ДНЕМ ИЛИ НОЧЬЮ?

В парижских газетах появилось однажды объявление, обещающее каждому за 25 сантимов указать способ путешествовать дешево и притом без малейшего утомления. Нашлись легковверные, которые прислали требуемые 25 сантимов. В ответ каждый из них получил по почте письмецо такого содержания: