

# Знание без Границ

Приключения Ансельма Лантюрлю

*Его*

*ВЕЛИЧЕСТВО*

**Ампер**

**Жан-Пьер Пети**



# Знание без границ

Номера в прибылях решений ассоциация создана в 2005 году и удалось с помощью двух французских ученых .  
Цель : распространять научные знания с помощью группы, взятой из бесплатных загружаемых PDF-файлов. В 2020 году : 565 переводы на 40 языков , что , таким образом , была достигнута . С более чем 500 000 загрузок .



Jean-Pierre Petit

Gilles d'Agostini

Ассоциация является Totall у добровольным .  
Деньги полностью пожертвованы переводчикам .

Чтобы сделать пожертвование,  
воспользуйтесь кнопкой PayPal  
на главной странице:

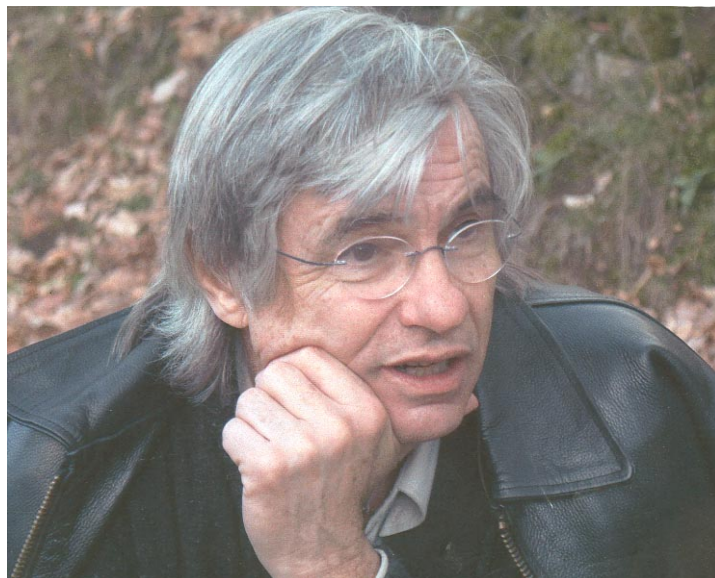
<http://www.savoir-sans-frontieres.com>



à Vladimir Golubev,  
mon frère

# Знание без границ

Association Loi 1901



**Жан-Пьер Пети, Президент Ассоциации**

Постоянный руководитель Национального научно-исследовательского центра, астрофизик, основатель нового жанра: научные комиксы. Созданная в 2005 г., совместно с его другом Жилем д'Агостины, ассоциация «Знание без границ», имеет своей целью бесплатное распространение знаний, включая научные и технические знания мирового масштаба. Ассоциация, которая работает благодаря пожертвованиям, оплачивает переводы в размере до 150 евро (в 2007г.), принимая на себя все банковские расходы. Благодаря работе переводчиков ежедневно увеличивается число переведенных альбомов (в 2007г.: 200 альбомов для бесплатного копирования на 28 языках, среди которых языки Лаоса и Руанды).

Файлы pdf можно свободно копировать полностью или частично, для использования преподавателями в своих лекциях, при условии, что эти действия не имеют своей целью получение прибыли. Они могут быть использованы в муниципальных, школьных и университетских библиотеках, как в печатной форме, так и через сети типа Интернет.

Автор решил дополнить эту коллекцию самыми простыми альбомами (для 12 летнего возраста). Также на уровне создания находятся «говорящие» альбомы для безграмотных и «двуязычные» для использования в изучении языков, исходя из своего родного языка.

Ассоциация постоянно ищет переводчиков на свои родные языки, обладающих достаточными техническими знаниями, которые позволили бы им делать точный перевод прилагаемых альбомов.

**Для контакта с ассоциацией см. домашнюю страницу её сайта**

<http://www.savoir-sans-frontieres.com>

**Банковские реквизиты во Франции → Выписка из банковского счёта (RIB):**

Отделение банка	Код отделения банка	№ Счёта	Код клиента банка (удостоверения клиента банка) RIB
20041	01008	1822226V029	88

**Месторасположение:** La Banque Postale  
Centre de Marseille  
13900 Marseille CEDEX 20  
France

**Для иностранных граждан → Стандартизированный Международный Номер Счёта (IBAN):**

IBAN
FR 16 20041 01008 1822226V029 88

**и → Банковский Идентификационный Код (BIC):**

BIC
PSSTFRPPMAR


Устав ассоциации (на французском языке) есть на её сайте. Здесь доступен бухгалтерский учёт по состоянию на настоящий момент. Ассоциация не удерживает никакую сумму из этих пожертвований, помимо расходов по банковским переводам исключительно для оплаты работы переводчиков.

Ассоциация не оплачивает работу своих сотрудников, все они работают на общественных началах. Они берут сами на себя рабочие расходы, в частности, по руководству сайтом, по которому ассоциация не несёт расходов.


Таким образом, вы можете быть уверены в этом виде «гуманного, культурного благотворительного дела», каким оказалась бы пожертвованная вами сумма, она *полностью* будет предназначена для оплаты переводчиков.

В среднем, в месяц мы размещаем на сайте десять новых переводов.

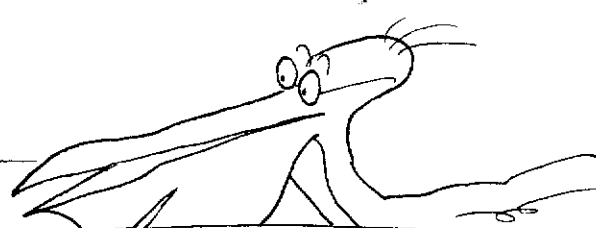
# ПРОЛОГ



Дождь, невозможно  
выйти из дома.




Бумага, ножницы, верёвка ...  
вздор! Что можно со всем этим  
создать? Ничего ...




Что вы там рассказываете?  
Чудесная погода!

О, да, понадобились бы настоящие  
лабораторные средства для  
создания стоящих вещей.  
Циклотрон ... лазер?



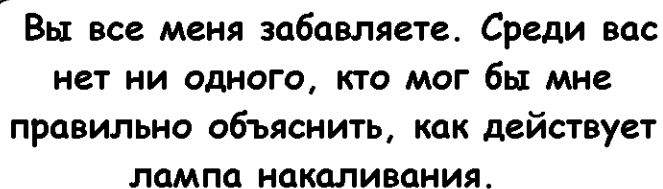
О чём вы плачетесь?  
У вас всё под рукой!

Ты не заставишь меня  
поверить, что в этом доме  
есть чем иллюстрировать  
великие научные проблемы!

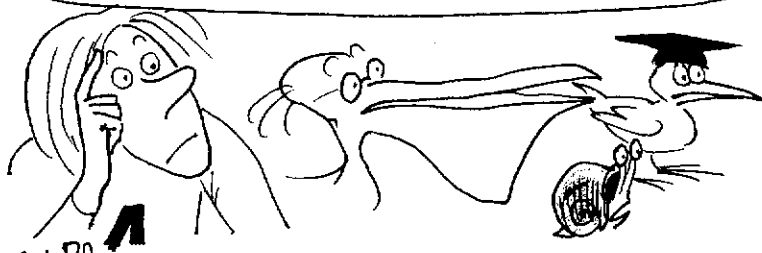


Резерфорд (\*) сказал бы, что он бы  
мог проводить исследования  
хоть на Северном полюсе.

Но здесь-то,  
что можно здесь  
сделать?



Вы все меня забавляете. Среди вас  
нет ни одного, кто мог бы мне  
правильно объяснить, как действует  
лампа накаливания.



(\*) Новозеландский физик, открывший в 1905 году атом.

Хорошо. Не паникуем. Нить накаливается потому, что через неё проходит ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК ...

Что же это такое, электрический ток?..

СЛАБАКИ!  
Вы все слабаки!

Гм, всё усложняется ...

Почему накаливается нить?

# СИЛА ТОКА

Посмотрим, я думаю, что это можно смоделировать с помощью гидравлической аналогии

Умывальник, повторно используемый в качестве амбара, отключенный водомер ...

Полагал бы, что слышу их, говорящими об электричестве?

Проще простого. Разность уровней  $h$  представляет РАЗНОСТЬ ПОТЕНЦИАЛОВ

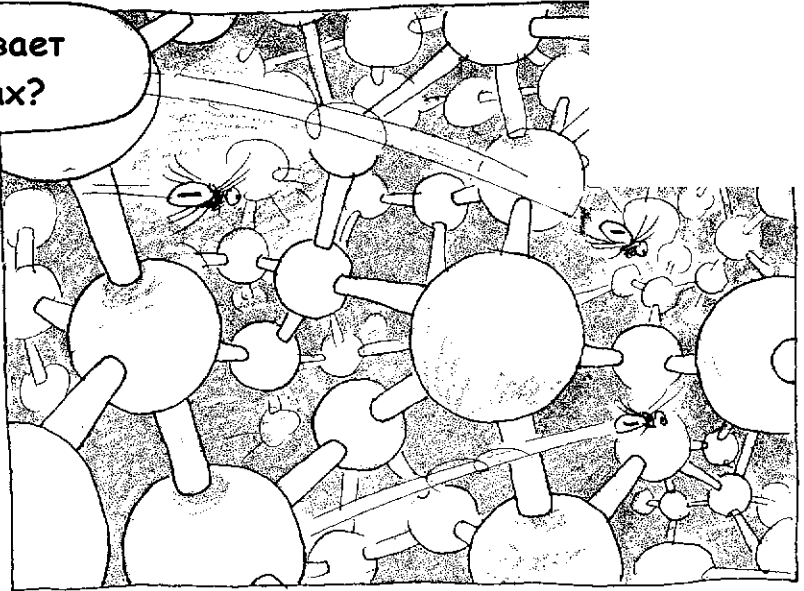
Трубка представляет ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ.  
Если  $L$  - её длина и  $S$  - её сечение, расход пропорционален  $\frac{hs}{L}$ .

Если удваивают длину трубки, расход уменьшается вдвое.

# СОПРОТИВЛЕНИЕ

Софи, какой вид трения ограничивает скорость электронов в проводниках?

Медная проволока не является поллой трубкой.



Атомы неподвижны в металле и образуют нечто вроде сети. При любой температуре существуют свободные электроны, которые могут перемещаться в этой сети. Это столкновения с атомами, которые будут мешать движению вперёд, создавая таким образом этот эффект, - ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ.

Но почему металл нагревается?



Эти столкновения расшатывают атомную структуру, и эти сотрясения распространяются последовательно, вызывая эффект ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Ах, да, это то, что называют ЭФФЕКТОМ ДЖОУЛЯ ...

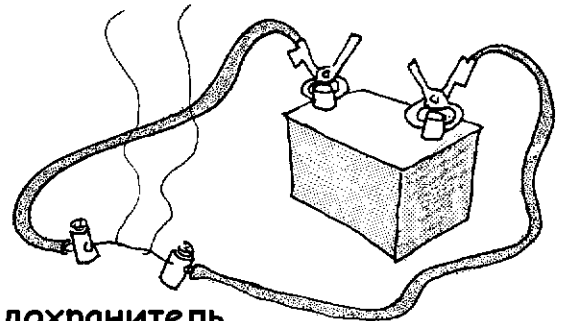
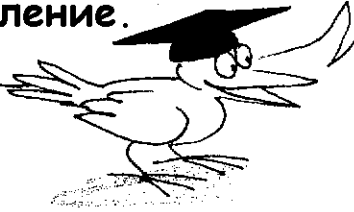
Всё проясняется



... но это не объясняет, почему нить накала лампы излучает свет ...



Эти сотрясения даже металлическую сеть могут раздробить. Тогда происходит плавление.



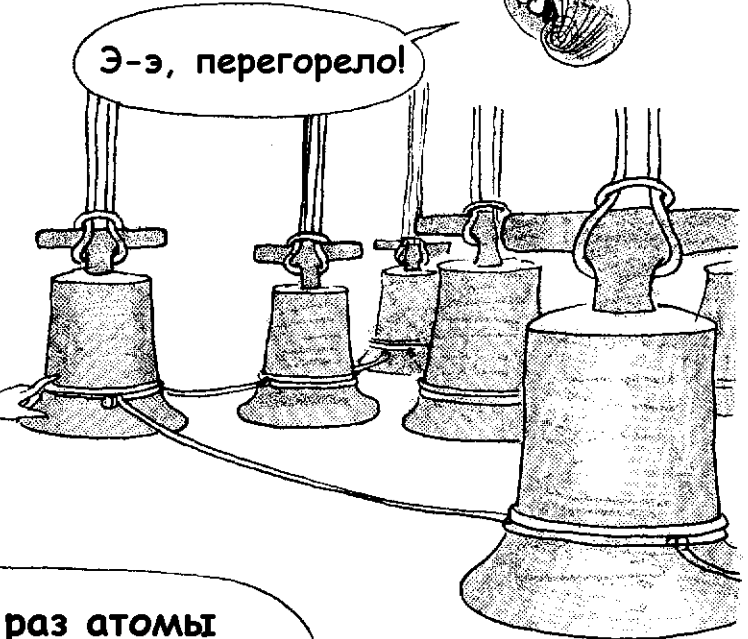
предохранитель



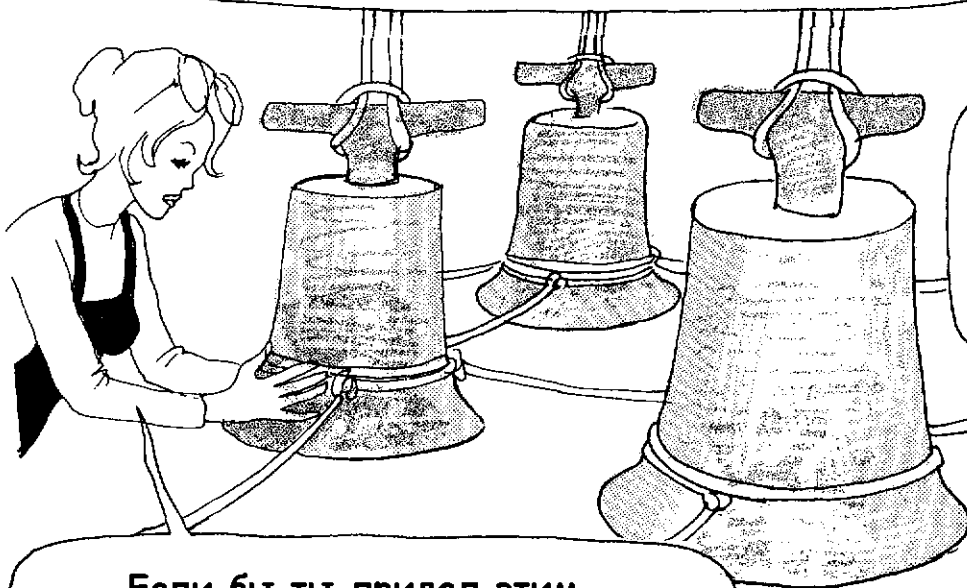
А свет, откуда он поступает?



Э-э, перегорело!

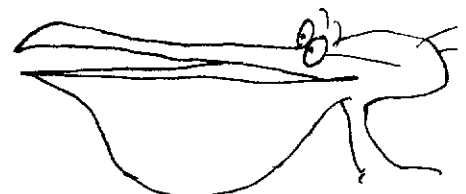


Вообрази, что на этот раз атомы представлены в виде колоколов, связанных друг с другом эластичными связками ...



Это создаёт хорошее изображение процесса теплопроводности в твёрдом теле.

Если бы ты придал этим "атомам-колоколам" довольно слабые последовательные импульсы, то они постепенно распространились бы через посредство эластичных связок.



# НАКАЛИВАНИЕ

Но если импульс слишком резок, или скапливается большое число импульсов, то колокол эффективно выбросит наружу эту ЭНЕРГИЮ, испуская звуковые волны.

Понятно: так же и атомы нити накала излучают световую энергию, начиная с некоторой температуры, для вывода наружу избыточной энергии, которую больше не в состоянии рассеять эффект электропроводности.



Более того, в лампочке создают вакуум, чтобы свести к минимуму потери тепла при теплопроводности.

Передача энергии излучением будет тем более интенсивней, чем будет выше температура твёрдого тела. Значит, в нитях накаливания используют материалы наподобие вольфрама, которые, не расплавляясь, выдерживают температуру в  $3000^{\circ}$ .

Ясно, что нагретые твёрдые тела испускают излучение.

Но почему это железо НАКАЛЕНО ДОКРАСНА?



Потому что у него температура намного ниже, чем у нити накала лампы. Этот уют также испускает излучение ...

Надень эту хромированную кастрюлю себе на голову. Ты увидишь, что она отражает излучение (\*), испускаемое твоей кожей.

А-а, да, я очень хорошо это чувствую

Ты также испускаешь излучение.

А разве я тоже испускаю излучение?

Вы знаете, моя дорогая Тирезия, являясь холоднокровным животным, Вы не должны сильно излучать.

На самом деле, единственным моментом, когда атомы твёрдого тела перестают вибрировать и испускать излучение, является тот, при котором у твёрдого тела температура равна **АБСОЛЮТНОМУ НУЛЮ**, который соответствует состоянию с минимальной энергией.

(\* ) Этот невидимый тип излучения, испускаемый телами, находящимися при средних или низких температурах, назван **ИНФРАКРАСНЫМ** излучением.

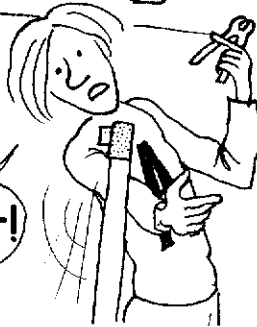
Хорошо, теперь мы знаем всё о лампе накаливания, я думаю, что мы закончили раскрывать тайны этого скромного хозяйства.



Ансельм, неоновая лампа на кухне только что перегорела. Можешь ты её заменить?

# НЕОНОВАЯ ТРУБКА

О, чёрт!



Надо же!?



В трубке нет нити накаливания ...



Нет надобности!

Это именно атомы неона заполняют трубку, которые в виде излучения выделяют энергию, сообщаемую через столкновения с передвигающимися здесь электронами

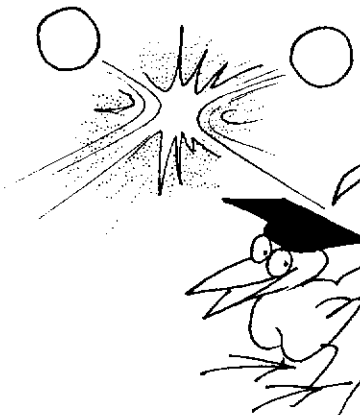
Конечно. Газ, огонь, солнце, как ты думаешь, что из этого подходит?



Атомы газа могут излучать свет?



Да, конечно.

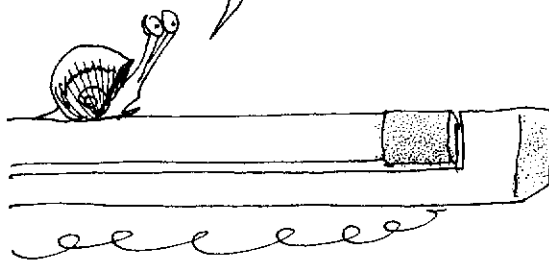


В горячем газе именно столкновения между молекулами, связанными **ТЕПЛОВЫМ ДВИЖЕНИЕМ**, порождают световое излучение

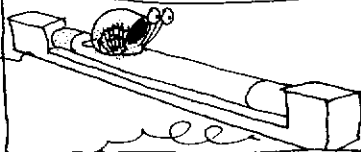
Хорошо. Это не должно быть слишком сложно. Подключают напряжение. Подаётся ток. Газ нагревается и излучает свет.



Есть только одна неприятность, Ансельм ... При работе трубки газ остаётся холодным

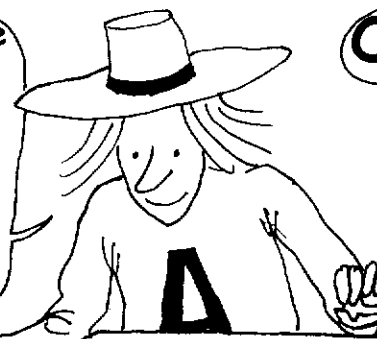


Ты прав. Есть что-то, что ускользает от меня ...

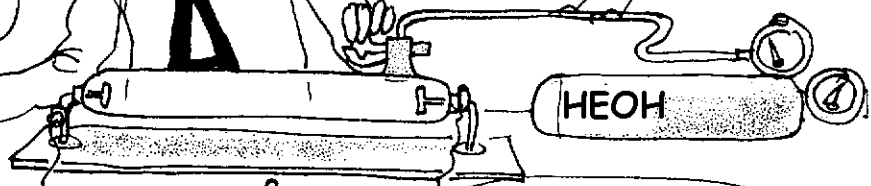
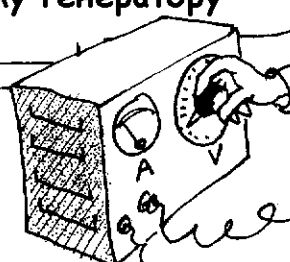


# ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОВОДИМОСТЬ

В данных случаях самое надёжное руководство - это опыт. Подаём неон в трубку. На двух концах я разместил два электрода, подсоединённые к одному электрическому генератору

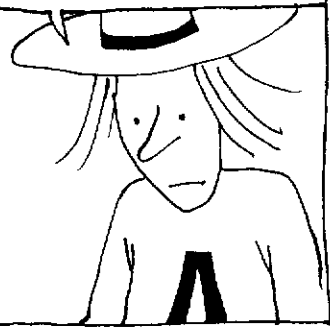


**Обожаю опыты**



Ты подаёшь неон под атмосферным давлением

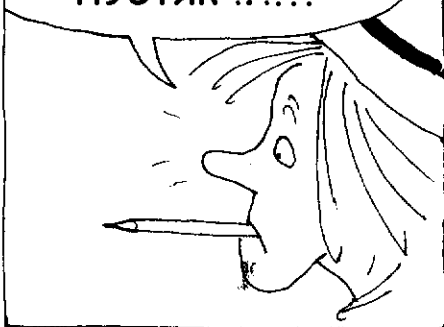
Двести двадцать  
вольт. Пустяк ....



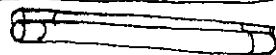
Две тысячи вольт.  
Пустяк !?!



Двадцать тысяч вольт.  
ПУСТЯК !?!...



Однако, на кухне в неоновой  
лампе - один ампер при  
двухстах двадцати вольтах!?



Быть может,  
вопрос ощущения?

Софи!



В ПРОВОДНИКЕ прохождение  
электрического тока происходит за  
счёт движения СВОБОДНЫХ  
ЭЛЕКТРОНОВ.

Почему ток проходит  
в металле?

Потому что он  
природно обогащён  
свободными электронами.

Однако, при обычной температуре  
у неона их крайне мало.

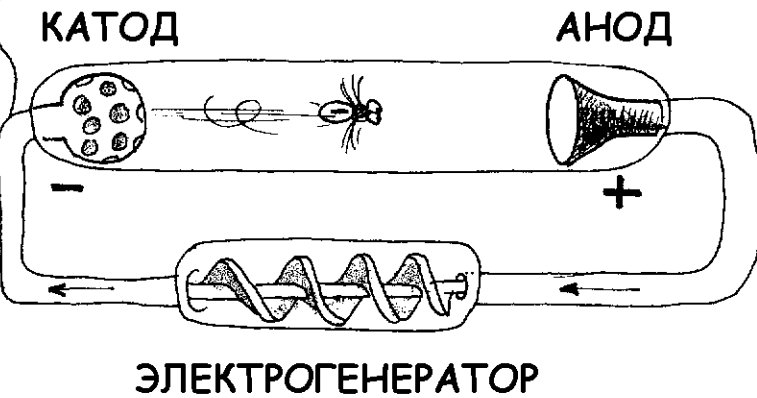
Ты хочешь сказать, что в холодных газах нет электронов?



Нет, но они все заняты вращением по своей орбите, вокруг атомных ядер.

Что заставляет электроны двигаться?

Они приводятся в движение в ГЕНЕРАТОРЕ, который действует как насос.



Хорошо, тогда в чём проблема?



Потрясающе, работает

Тирезия, убирайся отсюда!

Я!

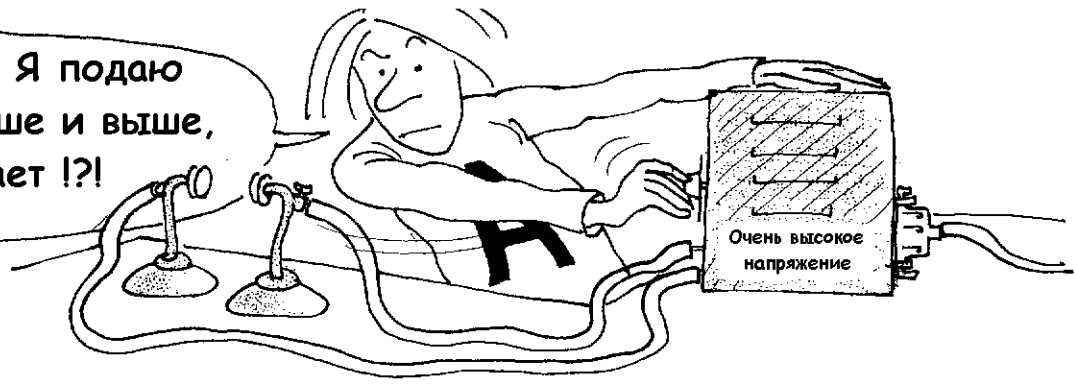
Ансельм изобрёл свой ЭЛЕКТРОНАСОС.

Это электрогенератор постоянного тока при высоком напряжении

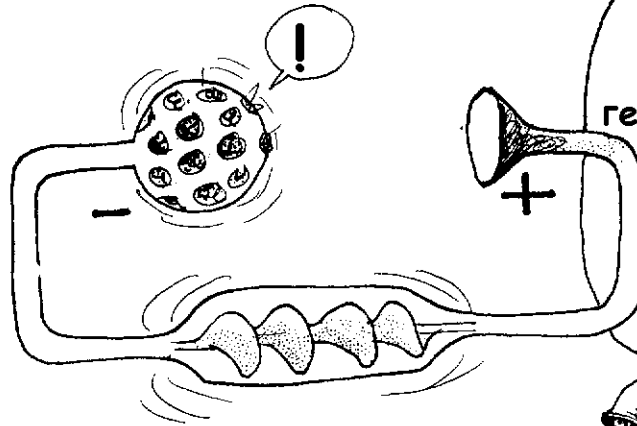


# ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ДУГА

Это любопытно. Я подаю напряжение всё выше и выше, а ток не поступает !?!

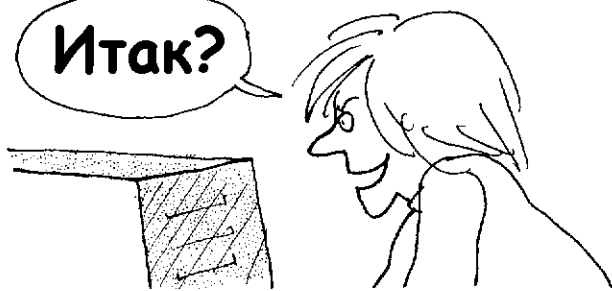


Двадцать тысяч вольт ...  
тридцать тысяч ...



Продвигая напряжение генератора, Ансельм увеличивает "электронное давление" в катоде.

Итак?



Можно узнать, что произошло?



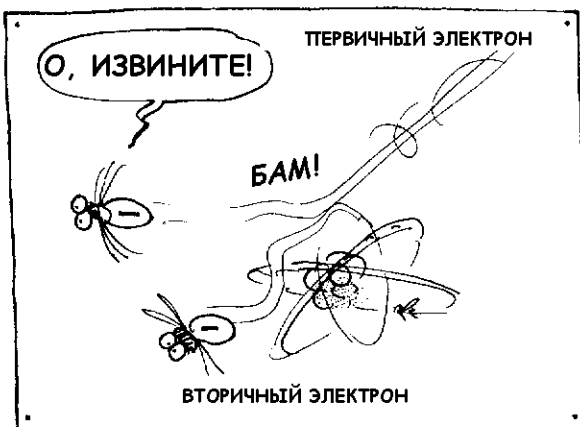
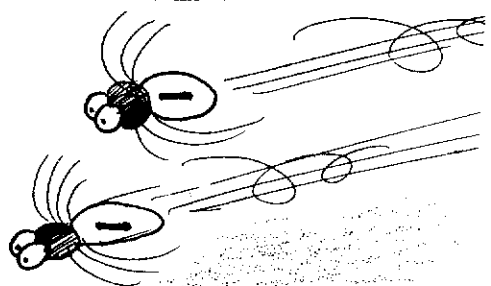
С тобой ничего?

Вы можете вернуться, это закончилось.



# ЭЛЕКТРОННАЯ ЛАВИНА

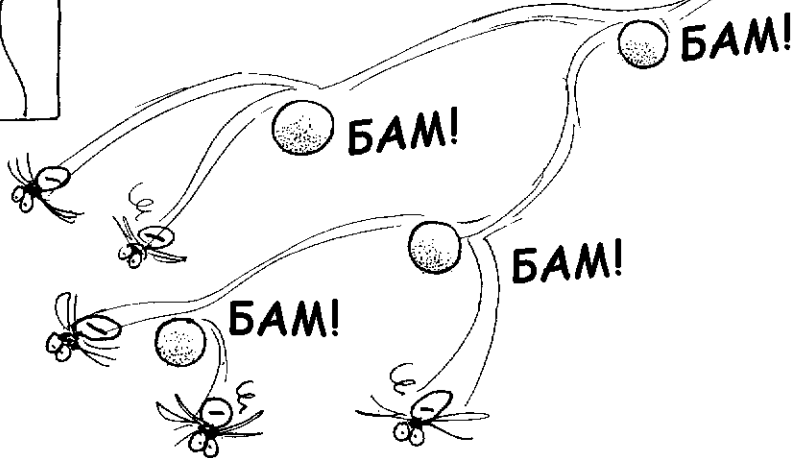
Между своими электродами электрогенератор создаёт ЭЛЕКТРОДВИЖУЩУЮ СИЛУ, которая стремится привести в движение свободные электроны. Но даже в газах с обычной температурой их небольшое количество, они будут резко притянуты от катода к аноду. Ускоряясь между двумя столкновениями с атомами, эти электроны, называемые первичными, приобретут достаточно (кинетической) энергии чтобы попытаться вырвать из этих атомов связанные электроны и превратить их заново в свободные электроны.



Каждый вырванный электрон становится СВОБОДНЫМ ЭЛЕКТРОНОМ, который сразу же начинает ускоряться.

Таким образом, каждый первичный электрон может дать рождение большому числу новых вторичных электронов.

Это называют ЭЛЕКТРОННОЙ ЛАВИНОЙ.

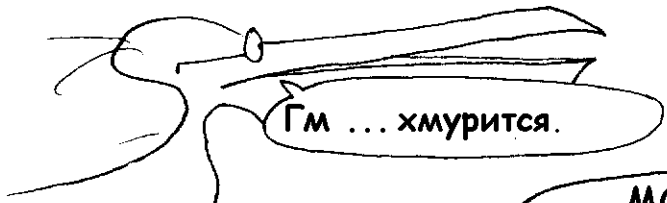




Только что в опыте это выразилось очень быстрым увеличением интенсивности электронного потока

Говоря иначе, газ, помещённый между электродами, вдруг стал очень проводящим. Генератор, оказавшийся в состоянии короткого замыкания, сгорел.

На воздухе ГРОМ происходит при атмосферном давлении, когда разница потенциалов достигает 30 000 вольт на сантиметр.



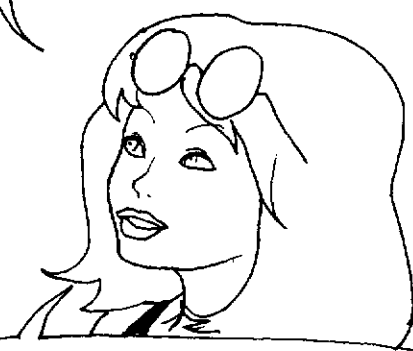
Гм ... хмурится.

**БАХ!**

МОЛНИЯ - это электрическая дуга, которая происходит, когда разница потенциалов между тучей и землёй превышает порог разряда.



Как электричество может производить такой шум?



В электрической дуге происходит мощное выделение тепла, которое приводит к появлению УДАРНОЙ ВОЛНЫ.

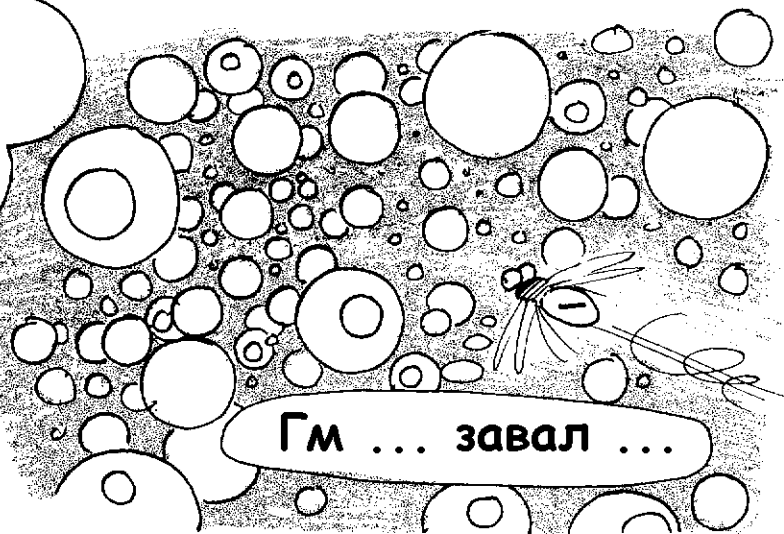


Всё это не решает мою проблему, не объясняет, почему поступает ток в неоновую трубку на кухне.

Остаётся сплошной тайной!

# СРЕДНЯЯ ДЛИНА СВОБОДНОГО ПРОБЕГА

Посмотрим. Электронная лавина зарождается, когда электрону удаётся набрать достаточно энергии в зависимости от длины свободного пространства на своей траектории ...



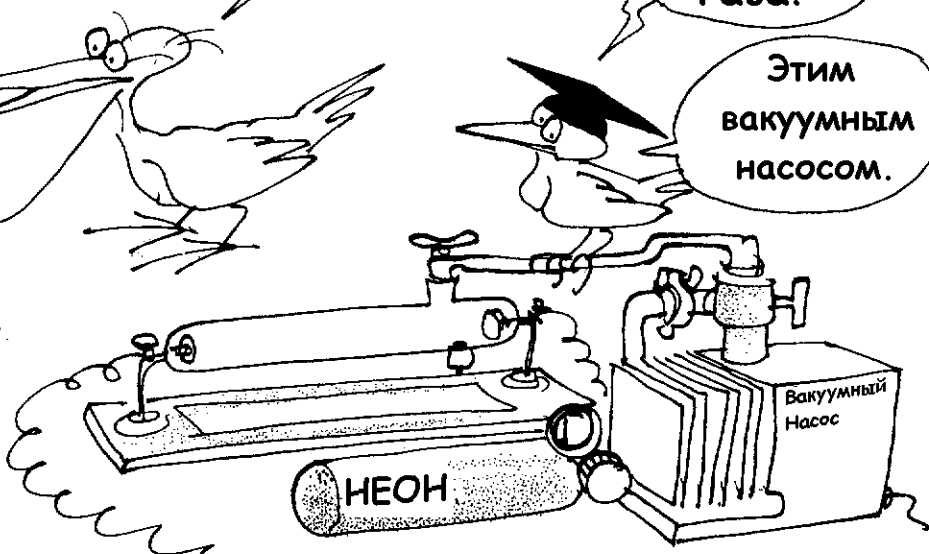
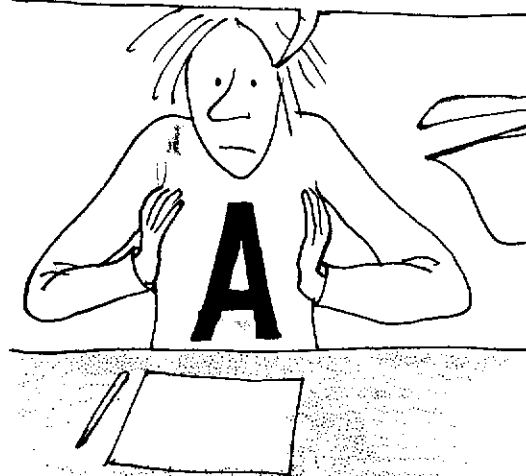
Что называется СРЕДНЕЙ ДЛИНОЙ СВОБОДНОГО ПРОБЕГА

Мне кажется, что если бы я увеличил эту среднюю длину свободного пробега электрона, то он бы более длительно ускорялся, следовательно, он получил бы больше энергии.

Но ... как увеличить этот свободный пробег?

Просто, ты уменьшаешь плотность газа!

Этим вакуумным насосом.

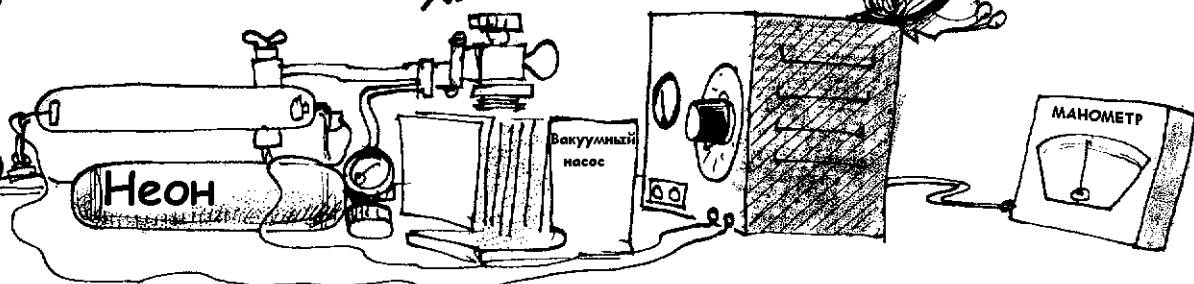


Я ставлю двести вольт и накачиваю.



ХЛОП  
ХЛОП  
ХЛОП

Давление падает.

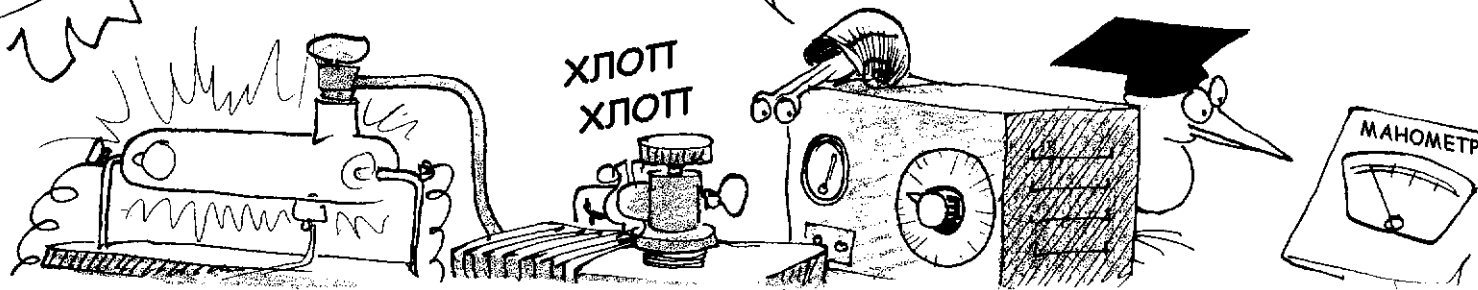


Ура!  
Здорово!

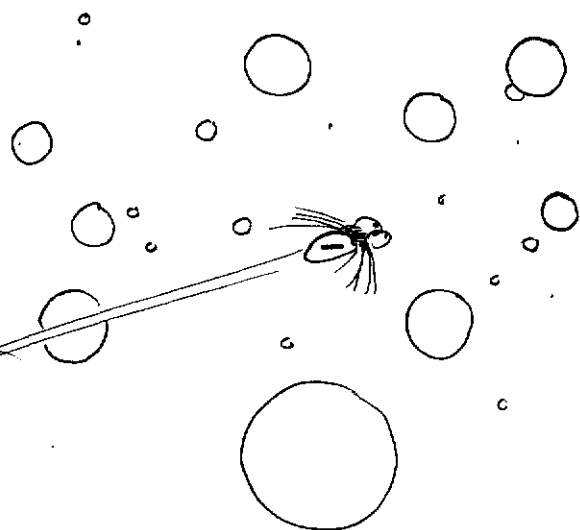
Софи, трубка загорается!

Ток пошёл!

Давление снизилось до одной десятичной атмосферы.



При достаточно низком давлении и довольно слабой плотности, напряжение в двести вольт, приложенное к этой пятидесятисантиметровой трубке, достаточно для создания электронной лавины



# ИОНИЗАЦИЯ

## ДЕИОНИЗАЦИЯ

В этой ... лавине, о которой вы говорите, происходит непрерывное создание свободных электронов. Но ... если разряд продолжается, в конце концов ничего больше не остаётся, кроме свободных электронов, да?

Ты видишь, Леон, всякий электрон, покидающий атом, оставляет положительный непарный заряд; атом, заряженный таким образом, называется ИОН.

Все атомы в конце концов ионизируются?

Нет

Но ... заряды с противоположными знаками притягиваются, да?

Ион

электрон

⊖

Ион

⊖

Нейтральный атом


Всё правильно. Значит, электроны беспрестанно пытаются направиться к ионам, нейтрализуя их. Это процесс ДЕИОНИЗАЦИИ.

Тогда как одновременное создание свободных электронов и ионов - это процесс ИОНИЗАЦИИ

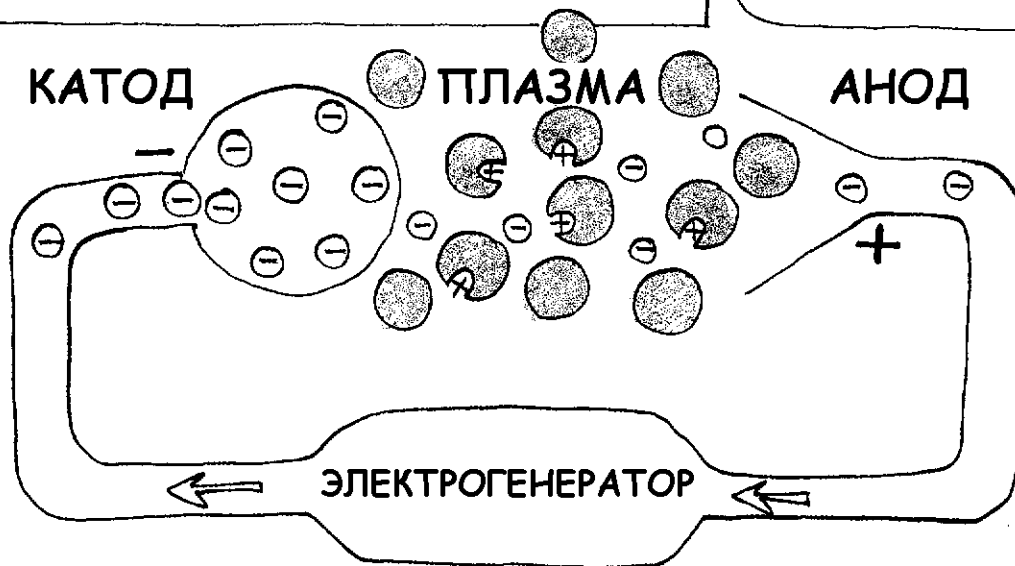
При деионизации неизбежный избыток энергии рассеивается в форме излучения, которое вносит свой вклад в излучение света газом.

# ПЛАЗМА

Подведём итог. Один из электронных насосов, называемый электрогенератором, обогащает **КАТОД** электронами. Этот катодный заряд действует на электроны газа, ускоряя их и непрерывно создавая там новые свободные электроны при помощи электронной лавины. Когда процессы **ИОНИЗАЦИИ** и **ДЕИОНИЗАЦИИ** уравниваются, получают смесь ионов, электронов и нейтральных атомов, которую называют электрически нейтральной **ПЛАЗМОЙ**.



Циркулирует поток из электронов. Они испускаются катодом и собираются анодом.



Чёрт возьми! Таким образом, когда я включаю неоновую лампу, я создаю ПЛАЗМУ!



Это безумие, что творится в доме!



Плазму !?.

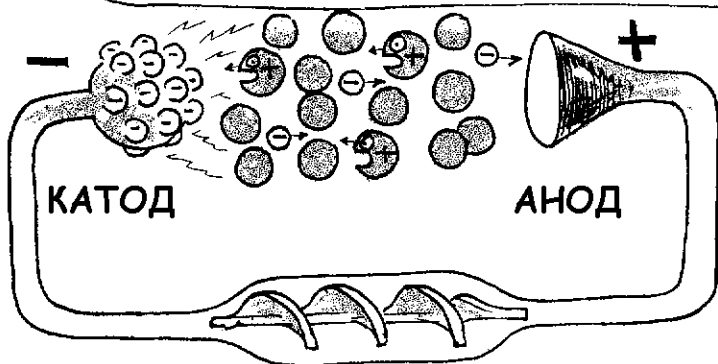
Работающая неоновая трубка содержит плазму. Макс говорит, что солнце - тоже плазма, огромный шар из ионизированного газа. Но почему оно горячее, тогда как неоновая трубка остаётся холодной?

В этом виде "холодной" плазмы именно столкновения электронов с атомами поддерживают ионизацию, тогда как на солнце - это столкновения атомов. Здесь они неизбежно очень возбуждены, что означает, что газ - горячий.

В неоновой трубке - НЕТЕРМИЧЕСКАЯ ИОНИЗАЦИЯ.

Но в этой плазме есть два вида зарядов: электроны и ионы. В принципе, электрическая сила действует на оба, да?

Точно. Электрическое поле, которое преобладает в трубке и которое приводит заряды в движение, оттягивает



электроны в одну сторону, а ионы - в другую. Поле способствует накоплению электронов в катод, обязанному электронному "давлению".

Столкновения с нейтральными атомами тормозят продвижение зарядов. Только электронам, лёгким и подвижным, удаётся прокладывать дорогу в этой толкотне.

Это значит, что в неоновой трубке ИОННЫЙ ТОК остаётся ничтожным относительно ЭЛЕКТРОННОГО ТОКА.

# КАТОДНЫЕ ЛУЧИ

Что происходит, если я понижаю давление до образования ВАКУУМА?

Можно было бы сказать, что ослабляется свечение ...

... понижается сила тока.

ХЛОП  
ХЛОП  
ХЛОП

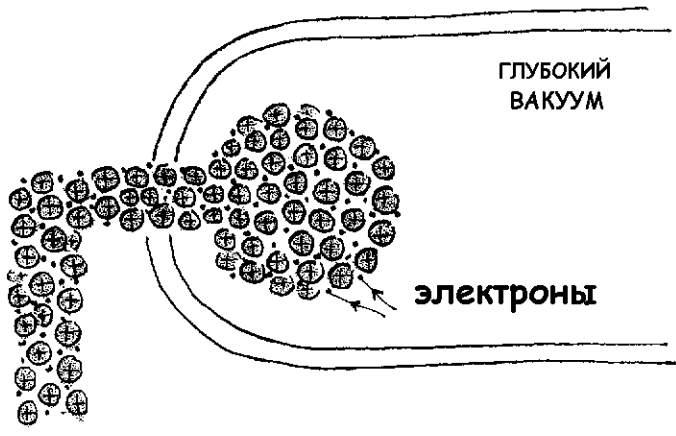
вакуумный насос

Я не понимаю. При высоком давлении ничего не работало. Потом, при низком давлении, это заработало. Но сейчас, когда продолжают понижать это давление, ток резко падает. Можно сказать, что катоду всё труднее "выплёвывать" свои электроны

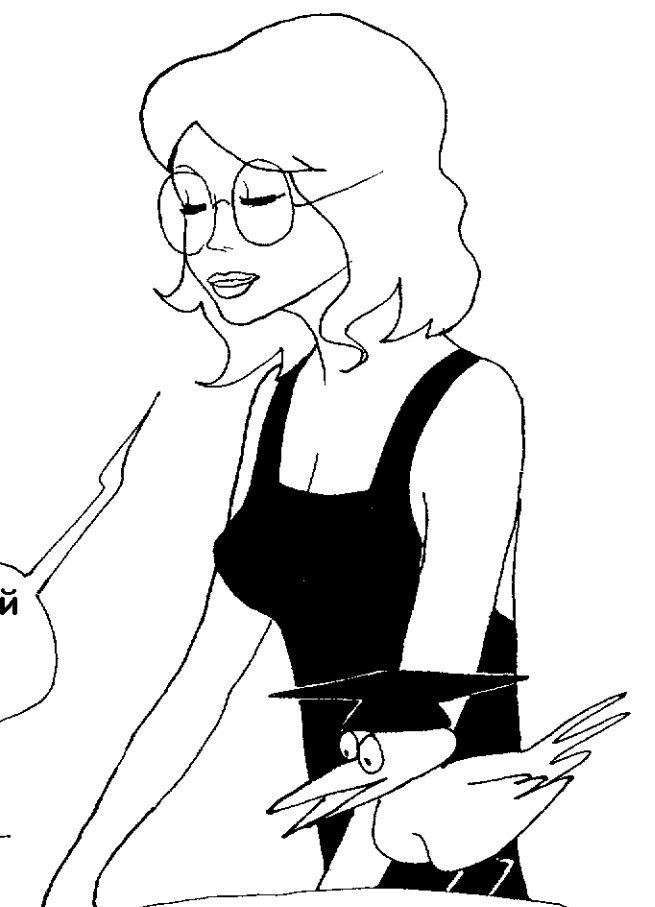
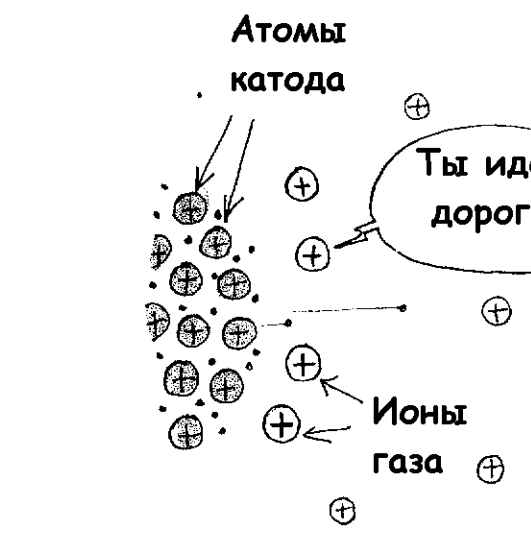
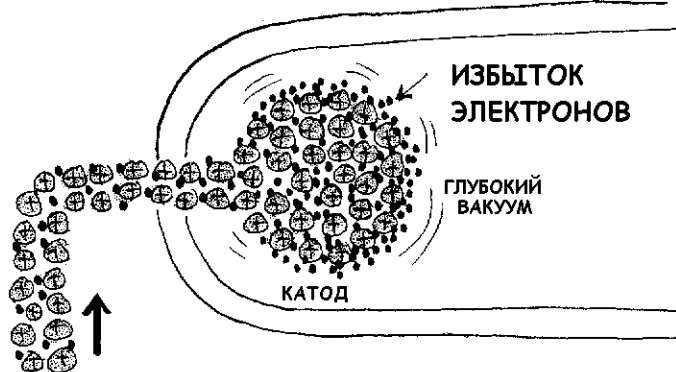
Почему?

АМПЕРЫ





Катод - это кусок металла, состоящий из ядер атомов, заряженных положительно, и электронов.



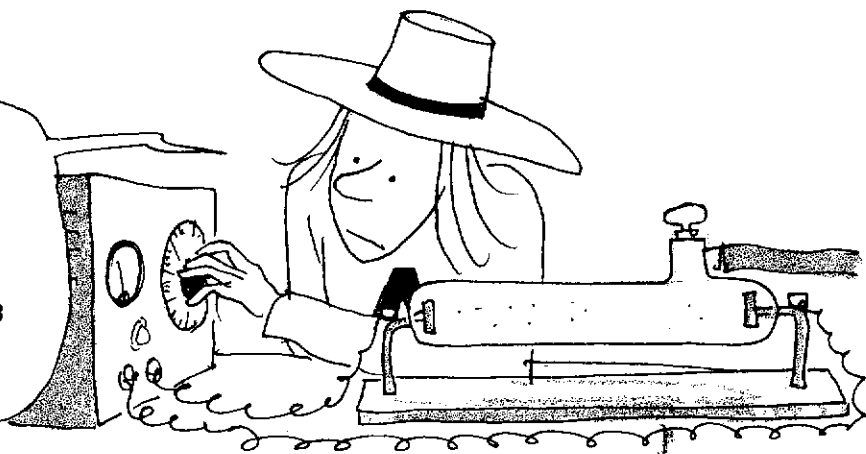
Как следствие, электрогенератор накапливает свободные электроны металла в катоде. Но если напряжение остаётся недостаточным, это электронное давление остаётся слишком слабым для того, чтобы позволить электронам вырваться из атомов металла.

Напротив, если имеются атомы газа в ионизированном состоянии, они облегчат это электронное бегство.

Но если газ слишком плотный, ток больше не пойдёт. Нужно сделать так, чтобы было оптимальное давление (\*)

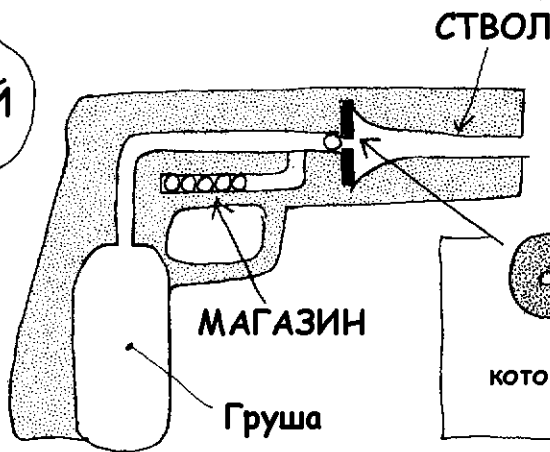
(\*) Минимум Пашена

Когда в трубке преобладает глубокий вакуум, нужно приложить напряжение в несколько тысяч вольт, чтобы заставить испускать электроны из катода "капля за каплей".



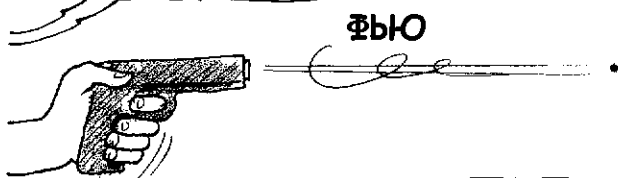
Это напряжение зависит только от металла, из которого сделан этот катод.

Это старый ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ пистолет



Каучуковая мембрана, проколота отверстием, которое слегка меньше пули.

Когда сжимают грушу, мембрана деформируется, и пуля с силой выбрасывается

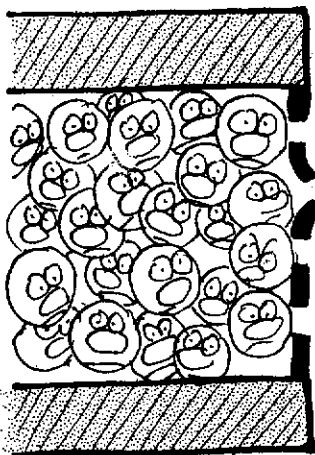


Фью

Плюют, как косточку от вишни.

Эй, впереди, осторожно! Берегись!

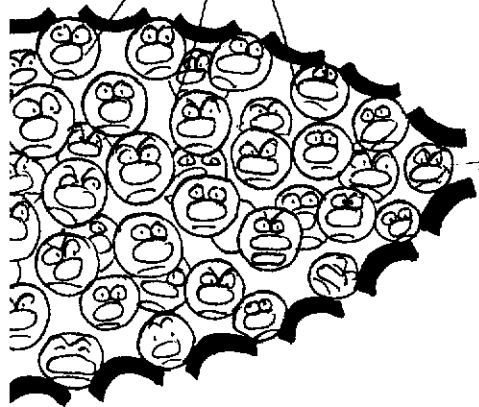
Фью!



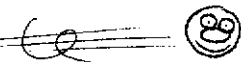
Когда катод излучает, он действует наподобие дуршлага, насквозь пронизанного множеством маленьких отверстий, сквозь которые электроны резко выбрасываются "электронным давлением".

# ЭФФЕКТ ОСТРИЯ

ЭЛЕКТРОНЫ



ХЛОП!

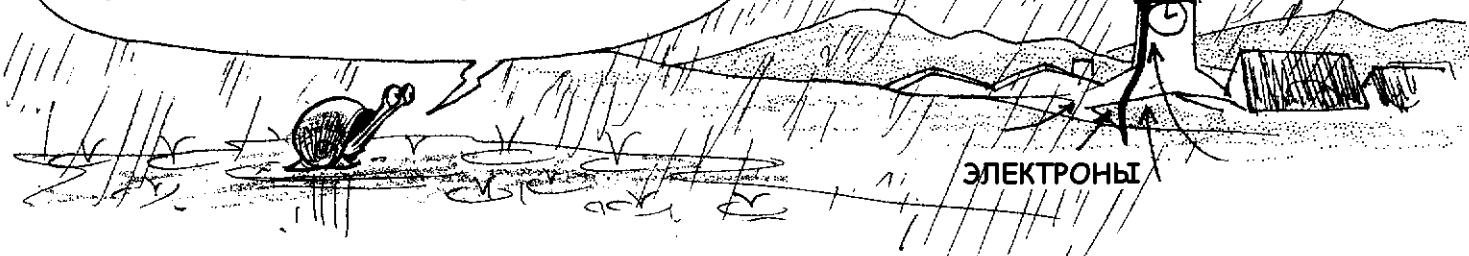


Прежде всего, шарики-электроны наиболее легко пересекают эластичную перегородку там, где она согнута.



При некоторых метеорологических условиях, на море, по краям мачт и рей это вызывает то, что называют ОГНЯМИ СВЯТОГО ЭЛЬМА ...

... и это также объясняет, почему молния предпочитает проходить вдоль громоотводов.



ЭЛЕКТРОНЫ

Вернёмся к разрядам в вакуумных трубках:

ТОК ПОДОГРЕВАТЕЛЯ  
КАТОДА

НАГРЕТЫЙ  
КАТОД

Можно значительно облегчить эту электронную эмиссию, к примеру, нагревая катод, вызывая здесь циркуляцию тока в небольшом контуре, снабжённом вторым генератором с низким напряжением (может быть достаточно одной батарейки).

Разрядный ток  
в трубке

Термическая эмиссия  
электронов в ВАКУУМЕ

Главный "насос"  
Высокое напряжение

О, ля, ля!  
Это здорово  
продуктивно.  
Я собираюсь  
пропустить через  
трубку ток при  
напряжении менее  
ста вольт

Софи, все чем-то заняты,  
но чем же?

Вся эта игра с  
электронами ...

Это называется ЭЛЕКТРОНИКА!

Чему служит электроника?

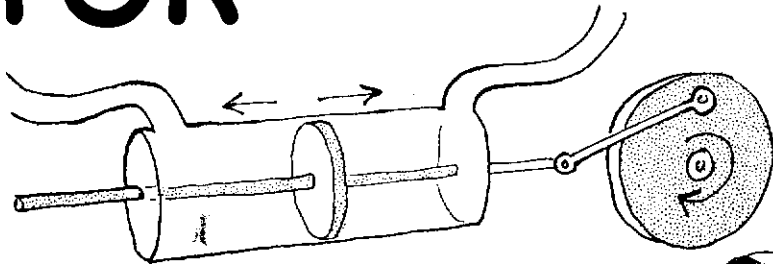
Клянусь честью ...

Э-э, приятели, подождите ...

Вначале, электрогенераторы представляют чем-то вроде насосов. Но дома, если не ошибаюсь, всё, что получают, это - переменный ток ...

Итак, любимые мои, вы полагали, что в доме было всё так просто?

# ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК



Вот другой вид электрогенератора - насос, который работает попеременно

Поистине смешной "насос", который попеременно всасывает и нагнетает !?

Пойми попробуй ...

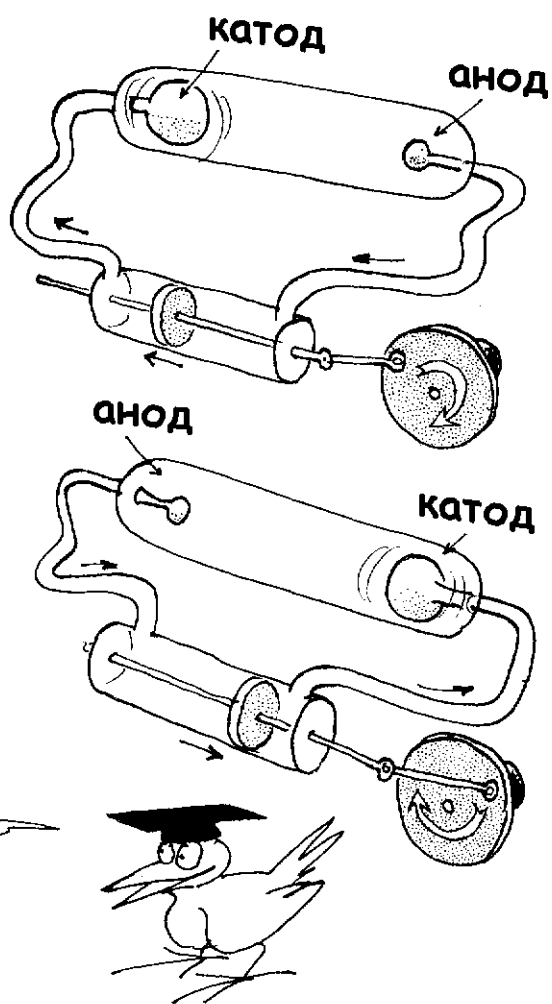
Но тогда, где помещают анод, и где - катод?

Поочерёдно, электроды  
выполняют две роли.



Но тогда, может  
применяться всё,  
о чём говорилось  
ранее?

Электронная лавина,  
нетермическая ионизация  
и всё остальное ...



Гм, это логично, в противном случае,  
я не вижу, как неоновая трубка на кухне  
могла бы работать с переменным  
напряжением 220 V.

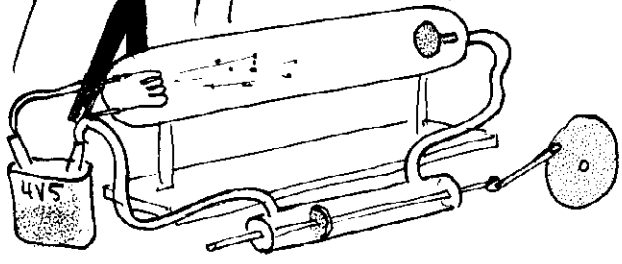
# ДИОД

Но что происходит,  
если я подаю переменный ток  
в ранее смонтированную трубку,  
у которой один электрод нагрет,  
а другой холодный?

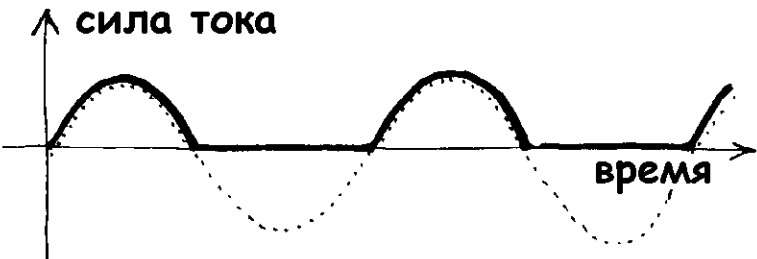




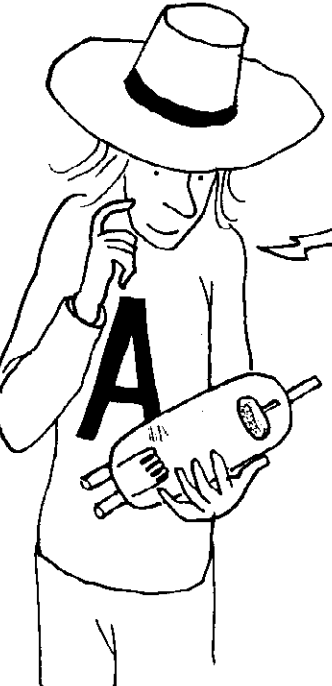
Когда в качестве катода применяется горячий электрод, он эмитирует.



Но когда пытаются получить эмиссию из холодного электрода, он отказывается, и ток не проходит. Ансельм, ты изготовил ВЫПРЯМИТЕЛЬ ТОКА.



Тунктирными линиями обозначили в некотором роде "электронное давление" в горячем катоде и чёрной толстой линией - расход электронов через него.



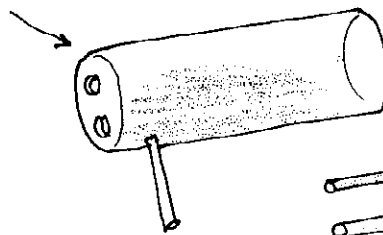
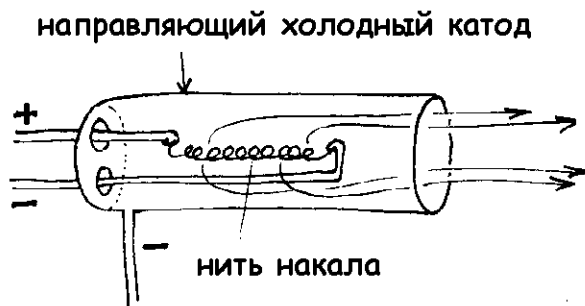
Я не знаю, почему дом снабжается переменным током, но ясно, что этот ДИОД может быть использован для "выпрямления" тока, то есть, для преобразования переменного тока в "почти постоянный" ток.



# ЭЛЕКТРОННАЯ ПУШКА

В итоге, есть два вида катодов, и только горячий катод может эмитировать электроны для подачи тока. Холодный катод - это всего лишь носитель отрицательных зарядов

Твой горячий катод излучает электроны во всех направлениях.



нить накала  
(нагретый катод)

С этим холодным катодом (ток через который самый незначительный), Ансельм заставляет эмитируемые горячим катодом электроны выходить вдоль оси ЭЛЕКТРОННОЙ ПУШКИ, которая является для них единственным выходом.

И это всё сосредоточено в ВАКУУМНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ЛАМПЕ.

Источник тока с низким напряжением, обеспечивающий нагрев нити накала катода





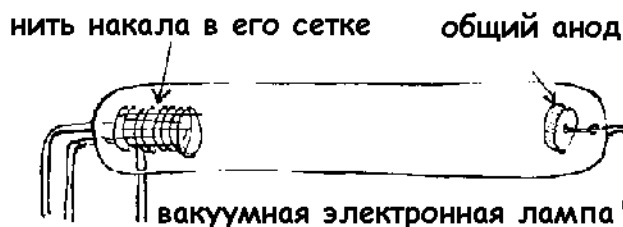
# ТРИОД



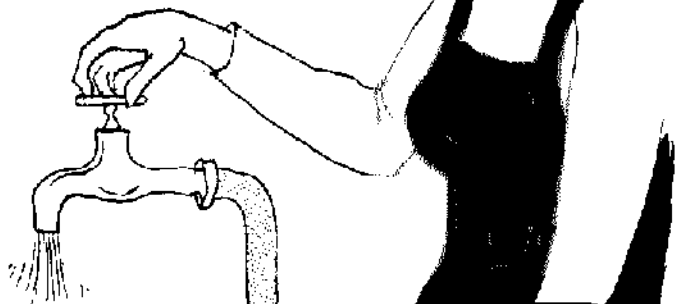
Посмотри: Я поместил свой горячий катод, свою нить накала электронного эмиттера в своего рода решётчатую клетку. Когда она не заряжена, электроны проходят свободно. Но если я её заряжаю отрицательно, она выбрасывает электроны, которые пытались оторваться от нити накала и которые снова возвращаются на неё. Я прерываю ток.

Ты сделал УПРАВЛЯЮЩУЮ СЕТКУ.

Меня электрический заряд своей сетки через её напряжение, ты можешь сколько угодно значительно изменять ток, расходуя самую незначительную энергию.

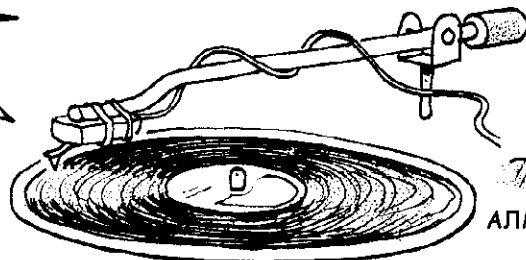


А-а, да, точно так, как при открытии или закрытии крана.



ТРИОД, у которого три электрода: свой горячий катод, свой общий анод и своя сетка, является основой УСИЛИТЕЛЯ ТОКА.

Итак, электроника?



Вот тебе на! Ты видишь здесь слабые электрические импульсы, созданные пьезоэлектрическим кристаллом, жёстко соединённым с алмазной иглой этой ручки электрофона, служащие для модулирования тока, производимого усиливающим триодом.



Э-э, да, нет сомнений в сложности законов, которые действуют на кухне, в ванной комнате или в гостиной.



Вот тебе! На самом деле, телевизор, как он работает?


Что заставляет светиться экран?

Вот это уж другое дело

Иду!




# ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯ



Некоторые вещества имеют способность поглощать излучение на некоторых частотах и излучать заново на других.


А-а, да, флуоресцирующее вещество поглощает белый свет, который является смесью всех цветов призмы, и имеет свойство заново излучать только в зелёном свете.




Этот нейлон поглощает ультрафиолет и заново излучает в голубом свете. Я видела это в ночном клубе. У людей были совершенно светящиеся воротнички рубашек!



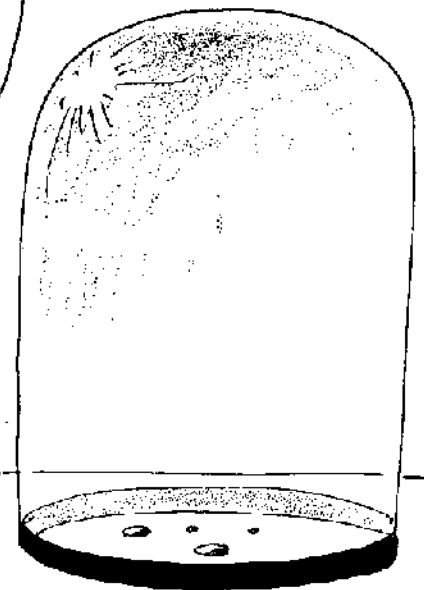
Как, Тирезия? Вы ходите в ночные клубы!



Неоновая трубка покрыта изнутри веществом, которое действует противоположно флуоресценции. Оно поглощает голубой свет, излучаемый неоном, и заново излучает белый свет



Я нашёл вакуумный колпак. Это будет намного удобней в опытах с газонаполненной лампой.





Я поместил капельку флуоресцентного материала на внутреннюю поверхность колпака. Насос - снизу.

Я вижу катод - электронную пушку и собирающий анод



Отличное оборудование!

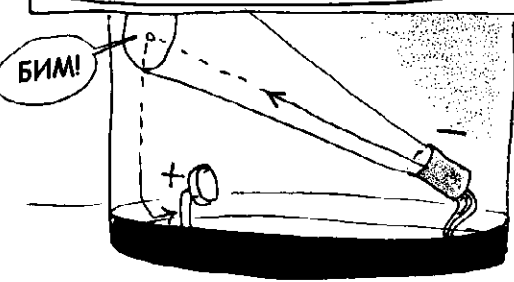


Создают вакуум и ... что же !?!

Трипомни-ка сейчас пистолет со свинцовой пулей. Катод выбрасывает свои электроны с очень значительными скоростью и кинетической энергией, по сравнению с которыми притягивающая сила анода - пустая возня.

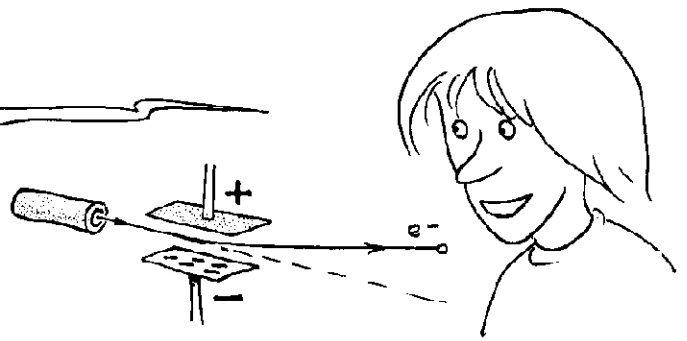
Электроны как будто безумно насмеваются над положением анода

Но, ведь необходимо, чтобы эти электроны в конце концов были собраны этим анодом!

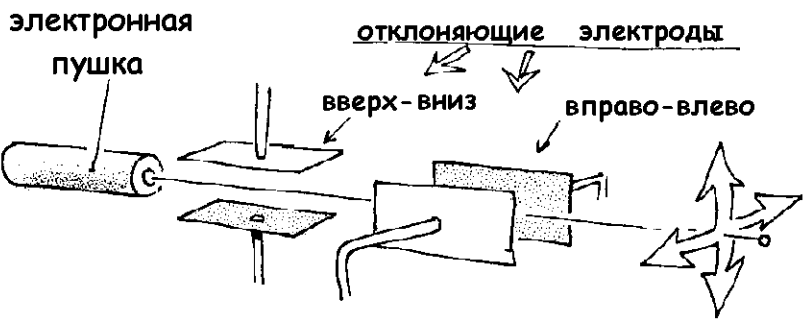


Они пройдут к нему потихоньку после потери своей энергии от ударов о стекло.

В электронной пушке я мог направлять электроны, излучаемые нитью накаливания. Холодные катоды, таким образом, могут дать мне возможность отклонять тонкий пучок электронов по моему усмотрению



Двумя действиями электродов достигают полный и точный контроль пучка



Этот телевизор имеет конструкцию, отвечающую требованиям геометрии вакуумного колпака.



Надо же!?

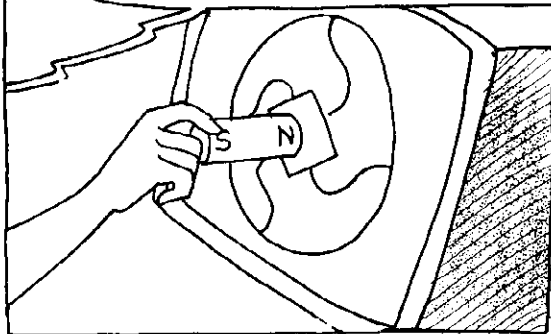


Софи! Непременно нужно, чтобы ты пришла посмотреть на это. Это супер!..

Завтра ... я сплю



Когда я прикладываю к экрану этот магнит, изображение искажается!



Это чёрно-белый телевизор. Пойдём посмотрим, что из этого выходит на цветном телевизоре.

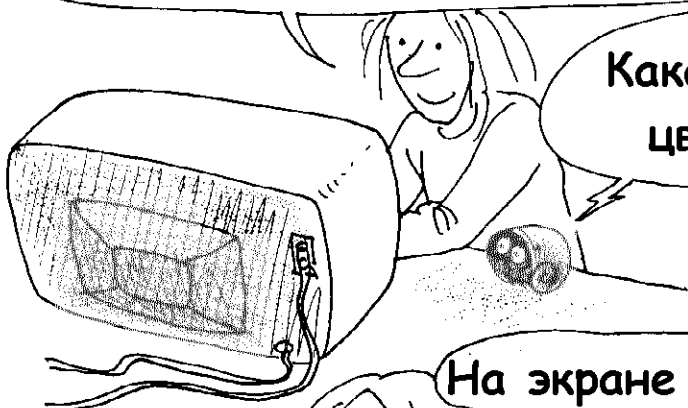


Что происходит?



О-о, как обычно.

Это даёт великолепную иризацию!



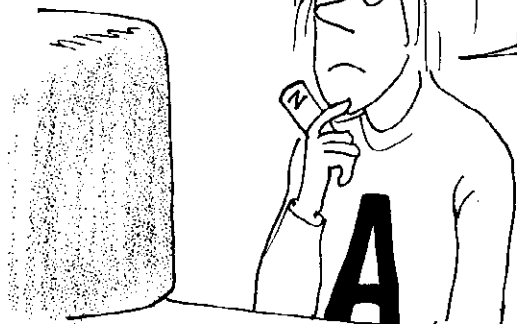
Какая игра цвета!

Ансельм, похоже, здесь проблема??



На экране остаются цветные пятна!

Здесь это не идёт. Вот беда ...



Это мне напоминает занятия по химии на ковре гостиной.



Бесполезно пытаться удалить эти пятна: ОНИ ВНУТРИ!

Видимо, сегодня боги науки были против нас.



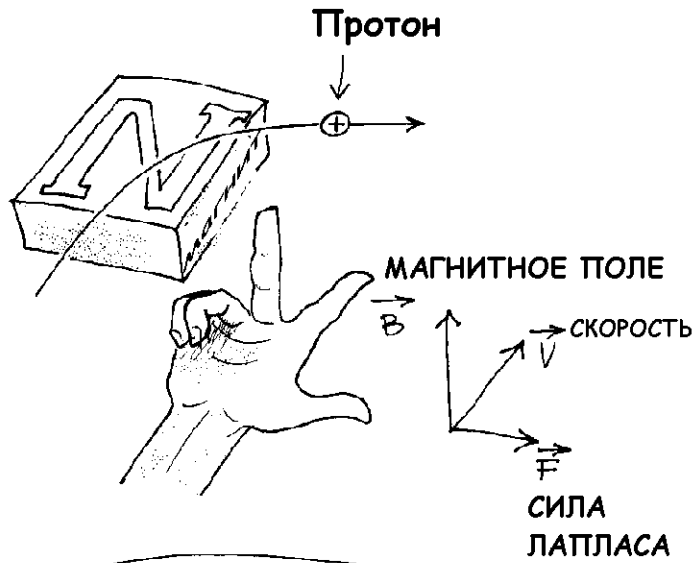
Да, завтра здесь будет видно намного яснее.

Но как прочистить ВНУТРИ электронно-лучевой трубки телевизора?



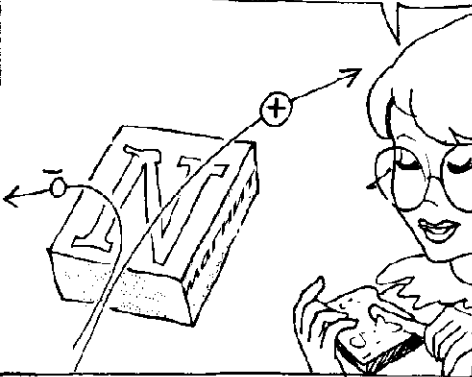
# СИЛА ЛАПЛАСА

Это просто: любая заряженная частица, которая быстро движется поперёк силовых линий магнитного поля, подвергается силе, соответствующей ПРАВИЛУ ТРЁХ ПАЛЬЦЕВ.

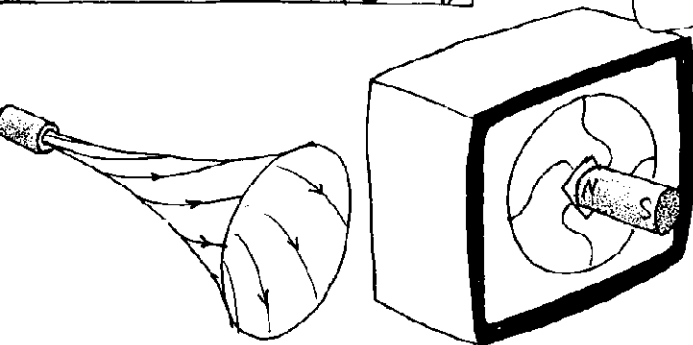
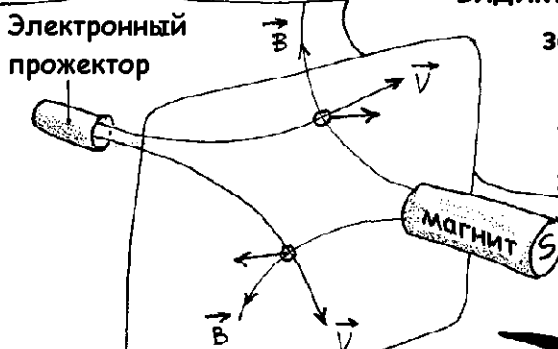


Да, но а когда речь идёт об электронах, заряженных отрицательно?

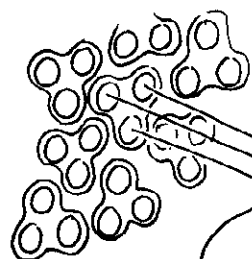
Тогда сила меняет направление



Применив это к телевизору, видим, что магнит закручивает спиралью траектории электронов



... откуда и происходит это искажение изображения на экране.



Экран цветного телевизора содержит ряды их 3-х пигментов, которые при ударе электронов реагируют соответственно, вызывая голубой, красный и зелёный свет (\*). Определение местоположения должно быть крайне точным. Однако, твой магнит создал в этих пигментах остаточную намагниченность, которая отклоняет в сторону электроны, создавая эти переливания цветами радуги.

Итак, ты хочешь сказать, что лампа вконец испорчена?

Нет, но нужно будет удалить небольшой остаточный магнетизм, который ты создал в этих пигментах.

И как это подавить?

Но, Боже праведный, что она выделывает?

Софи создаёт переменное магнитное поле, которое она заставит уменьшиться, отодвинув карандаш. Вот как!

Вот как ...

Этот феномен будет разъяснён дальше  
**УПРАВЛЕНИЕ**

(\*) Комбинируя их, можно получить все цвета радуги.



Хорошо, согласен, экран чистый, но я по-прежнему не знаю, ни как электрическая энергия доходит к нам домой, ни как работает простая взбивалка ...

Угадай. У тебя дома есть всё необходимое.

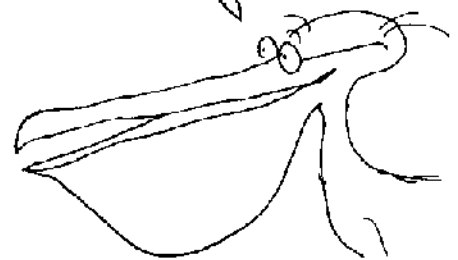
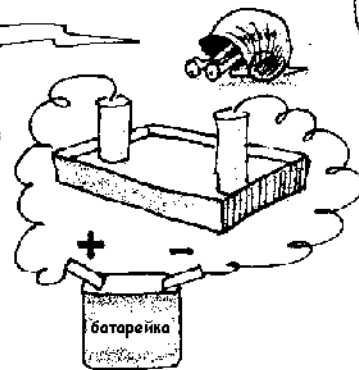
Она шутит. Что у меня здесь есть? Магниты, электрический провод, соль, вода. Но нет даже того, из чего сделать батарейку ...

Между прочим, разве ток проходит в жидкостях?

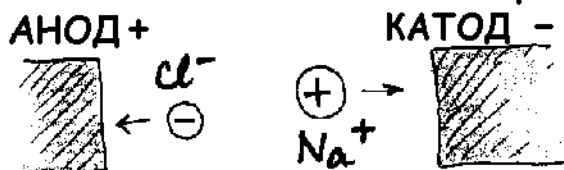
# ЭЛЕКТРОЛИТЫ

Ладно. В металлах есть рой свободных электронов, которые только и хотят того, чтобы двигаться. Чтобы приспособиться к проходу тока, газы должны превратиться в плазму. Но, а в ЖИДКОСТЯХ?

Я предполагаю, что имеются свободные электроны?



Когда растворяют поваренную соль  $\text{NaCl}$  в воде, то в жидкости атомы разбегаются, и хлор уносит электрон, оторванный от натрия. Этот ИОН хлора  $\text{Cl}^-$  перемещается к аноду, тогда как ион  $\text{Na}^+$  движется к катоду.



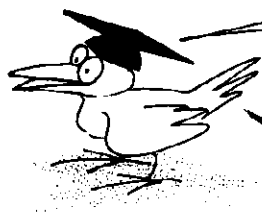
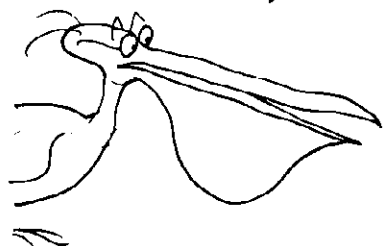
УПРАВЛЕНИЕ

Короче, в жидкостях электрический ток проходит благодаря не движению свободных электронов, как в металлах, а ПЕРЕМЕЩЕНИЮ ИОНОВ



А что происходит с этими ионами? Они проникают в электроды?

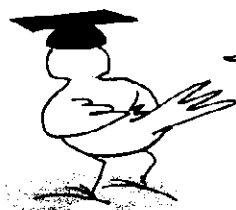
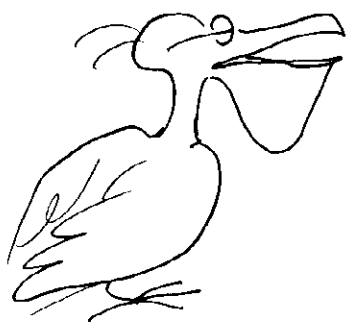
Нет, ион хлора покидает свой электрон на аноде, а другой электрон, выпускаемый катодом, нейтрализует ион натрия ...



... и круг замыкается.

А что делает в это время Лантюрлю?

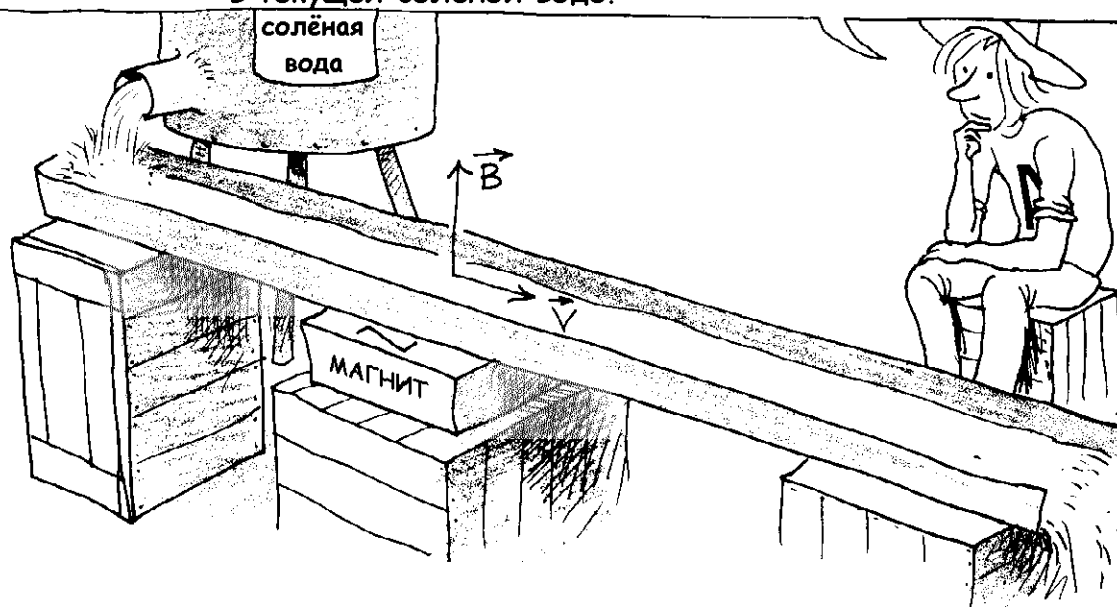
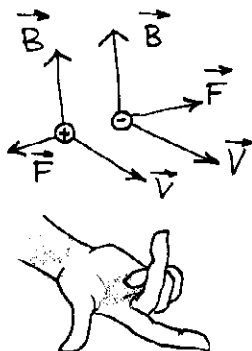
Можно было бы сказать, что он совершает возврат в гидравлику.

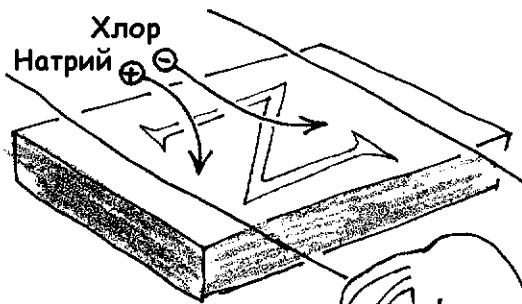


Подготовим половые тряпки

## ЭЛЕКТРОДВИЖУЩАЯ СИЛА

Софи говорит, что весь электрический заряд, который перемещается в магнитном поле, подвергается ДЕЙСТВИЮ СИЛЫ ЛАПЛАСА. Логически, тогда эта сила должна действовать на ионы  $Cl^-$  и  $Na^+$ , содержащиеся в текущей солёной воде.



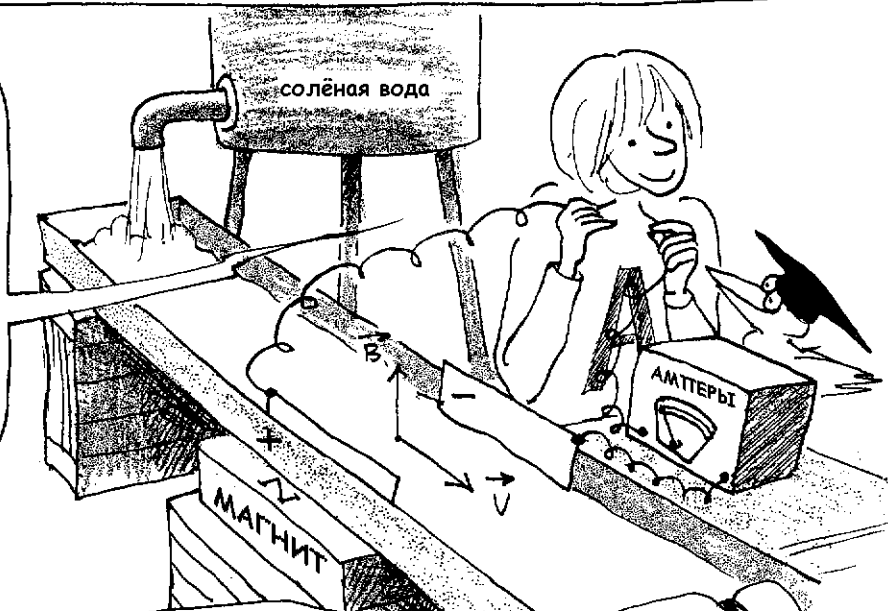


Посмотрим. В "вертикальном" магнитном поле, направленном снизу вверх, мои ионы натрия повернут вправо, и мои ионы хлора - влево. Тогда я должен бы наблюдать некое разделение зарядов.



Это очень схематичное представление, так как в жидкости ионы подвергаются очень большому числу столкновений с молекулами воды, что сильно тормозит их продвижение вперёд. К тому же, силы, пропорциональные скорости течения и напряжённости магнитного поля, остаются очень слабыми.

Тем не менее, дорогой мой Макс, ладно, ты соглашаешься, что действительно существует миграция заряженных частиц в противоположных направлениях. Тогда я должен буду наблюдать прохождение электрического тока, разместив два электрода на берегах потока, соединив их медной проволокой.



Ты прав, ток проходит!

Знаете ли вы, кто первым проделал этот опыт?

Его там немного, но он проходит.

Нет ...

Это в 1857г. сделал англичанин Майкл Фарадей. Он использовал соленоватую воду Темзы в момент прилива и ... вертикальную составляющую магнитного поля Земли: едва ли, десятую часть гаусса. (\*)  
 Таким образом, он изобрёл этот вид электрического генератора, названный МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКИМ, сокращённо: МГД.

Но у этого типа генератора - смешная мощность ...

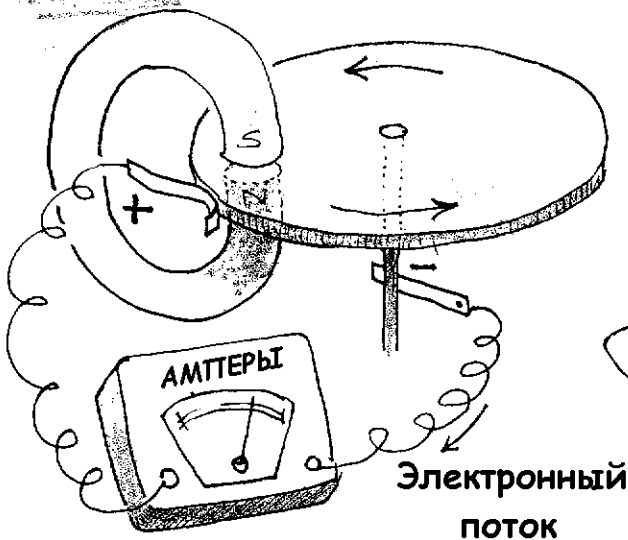
Может быть, вода - не лучший ингредиент для создания электрического генератора.

Тогда, что нужно использовать? Медь в расплавленном состоянии?

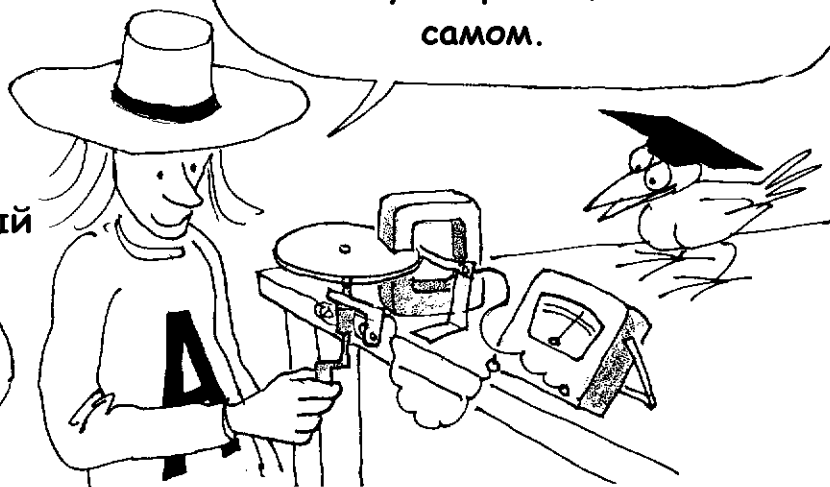
Почему ты ограничиваешься исключительно использованием жидкости?

# КОЛЕСО БАРЛОУ

Софи всегда права. Заставив вращаться этот металлический диск в воздушном зазоре магнита, я создаю перемещение электрических зарядов здесь, в данном случае, - электронов, так как положительные заряды металла не могут перемещаться в нём самом.



Значит, вот наш первый ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ГЕНЕРАТОР



\* Самый маленький швейный магнит даёт сотню гаусс.



Когда я перемещаю этот проводник в зазоре магнита, я ощущаю некоторую силу, которая сопротивляется.

Ты видишь, заряды - это как автомобили, следующие по автомагистрали, которая воспроизводит движение металла. Положительные заряды - это тяжёлые грузовики, неспособные повернуть ни направо, ни налево, ни изменить скорость. Они связаны с потоком автомобилей, связаны между собой. Электроны - это маленькие мотоциклисты, которые едут поперёк потока.



Э-э, ты видел, как он пербежал мне дорогу !?!

И вот, что происходит вдруг!

Эти электроны бесцеремонны!

Они вынудили меня снизить свою скорость!!

К тому же, раздражаются из-за пустяков!

Э-э, мне ничего не остаётся, как это сделать !!

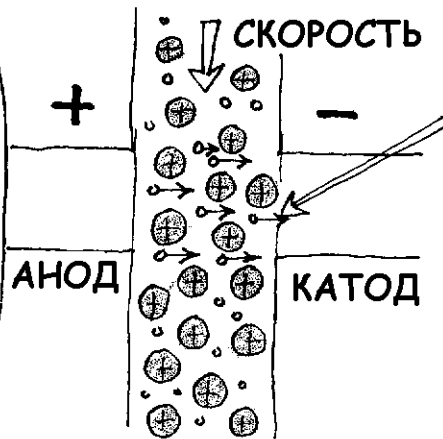
Эй, дурачок, убирайся отсюда!

!!!

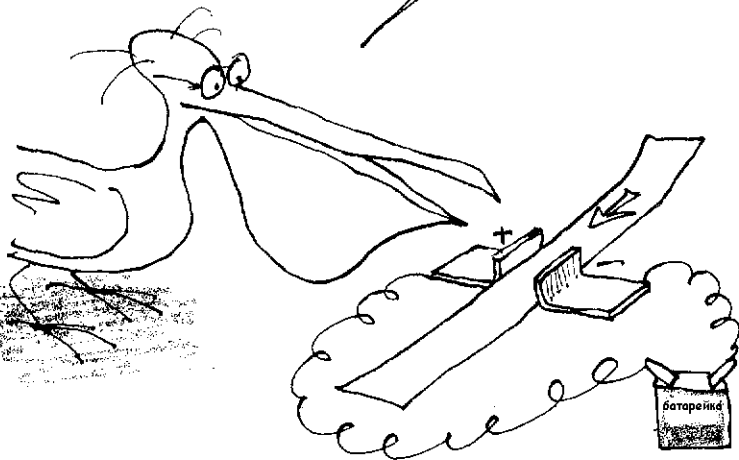
Итак, вот объяснение на микроскопическом уровне необходимости применять силу, выполнять РАБОТУ, чтобы производить электрическую энергию.



Избавьте меня от сомнения. Забудем про магнитное поле. Разве я не достиг бы торможения, идентичного тому, что вызывает это поперечное отклонение электронного потока в направлении к электродам, но на этот раз, при помощи электрического поля, созданного электрическим генератором?



Сила, действующая на электроны



Нет, Леон, здесь существует глубокое различие.

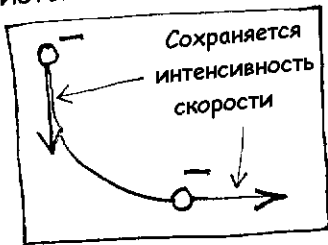


Когда ты действуешь на электрический заряд, погруженный в среду потока атомов, перемещающихся со скоростью  $\vec{V}_0$ , при помощи электрической силы, созданной генератором, ты сообщаем ему поперечную направляющую скорости  $\vec{V}_T$ . Но осевая составляющая  $\vec{V}_0$  не изменяется. Значит, генератор передаёт энергию электрическим зарядам.

РЕАКЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ



ДЕЙСТВИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ



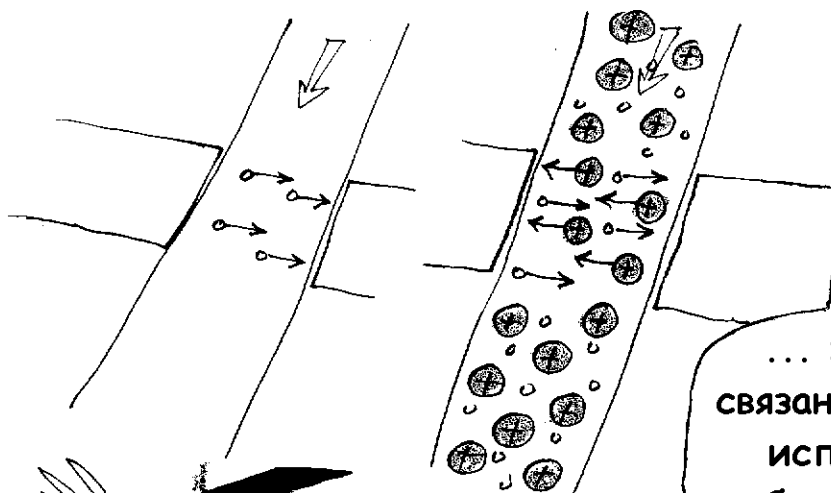
Напротив, поперечное магнитное поле не изменяет кинетическую энергию  $\frac{1}{2}mv^2$  заряженной частицы. Меняется направление скорости, но не её интенсивность. В этом случае осевая составляющая этой скорости, параллельная основному потоку, понижается. Отсюда - торможение проводника.



Хорошо, но в двух изображённых случаях я двигаю поперечно всё "население" свободных электронов ...

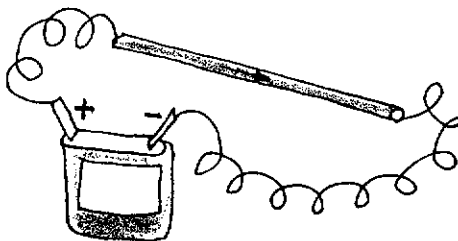
... значит, я должен бы наблюдать поперечную силу

Леон, ты забываешь, что СИЛА ЛАПЛАСА совершенно так же действует на положительные заряды, и что эти силы уравниваются...



... электрические заряды, жёстко связанные с проводником, непрерывно испытывают эту силу, тогда как свободные заряды испытывают эту силу периодически через воздействие столкновений.

Происходит то, что когда электричество проходит по проводу, оно не "стреляет" вверх.

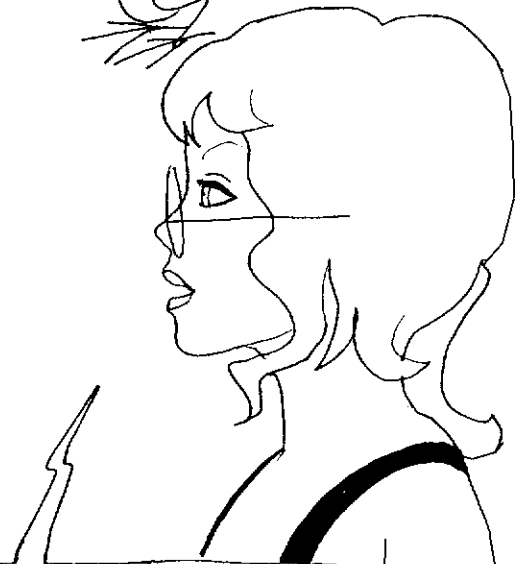
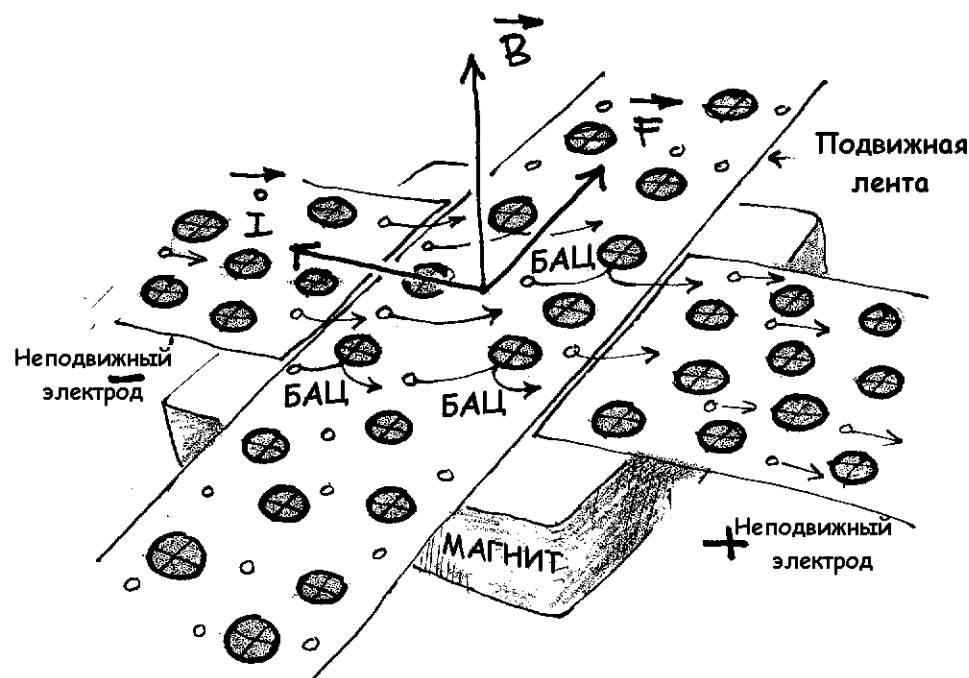


# ЭЛЕКТРОМОТОР



Всё это меня наводит на мысль. Заставляя ток циркулировать поперёк проводящей ленты, я не создаю силу, это понятно, но что происходит, если я комбинирую два действия: прохождение тока благодаря генератору и вращение вектора скорости, вызванное действием магнитного поля, перпендикулярного скорости перемещения зарядов?

Генератор приведёт в движение электроны, которые устремятся пересечь ленту, проходя от катода к аноду. Но магнитное поле, изгибая их траекторию, передаст часть импульса, приобретённого вдоль оси ленты, которая, таким образом, подвергнется воздействию силы.



Анализ микроскопического поведения в масштабе атома позволяет сделать вывод о макроскопическом поведении.



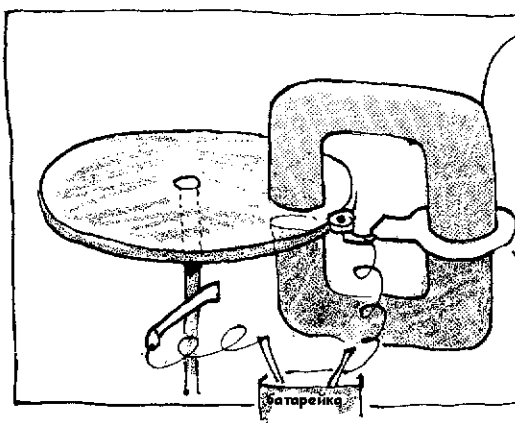


Дело пошло!

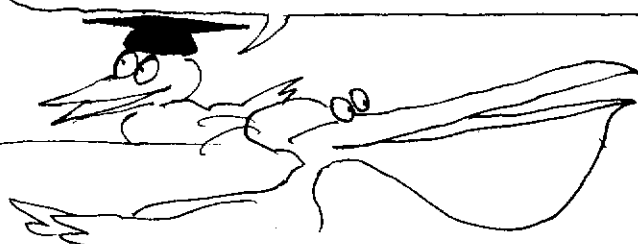
Софи, а нельзя ли подобным образом протаскивать жидкость, или даже газ, в этом подобии **ЛИНЕЙНОГО ДВИГАТЕЛЯ?**



Разумеется ... (\*)

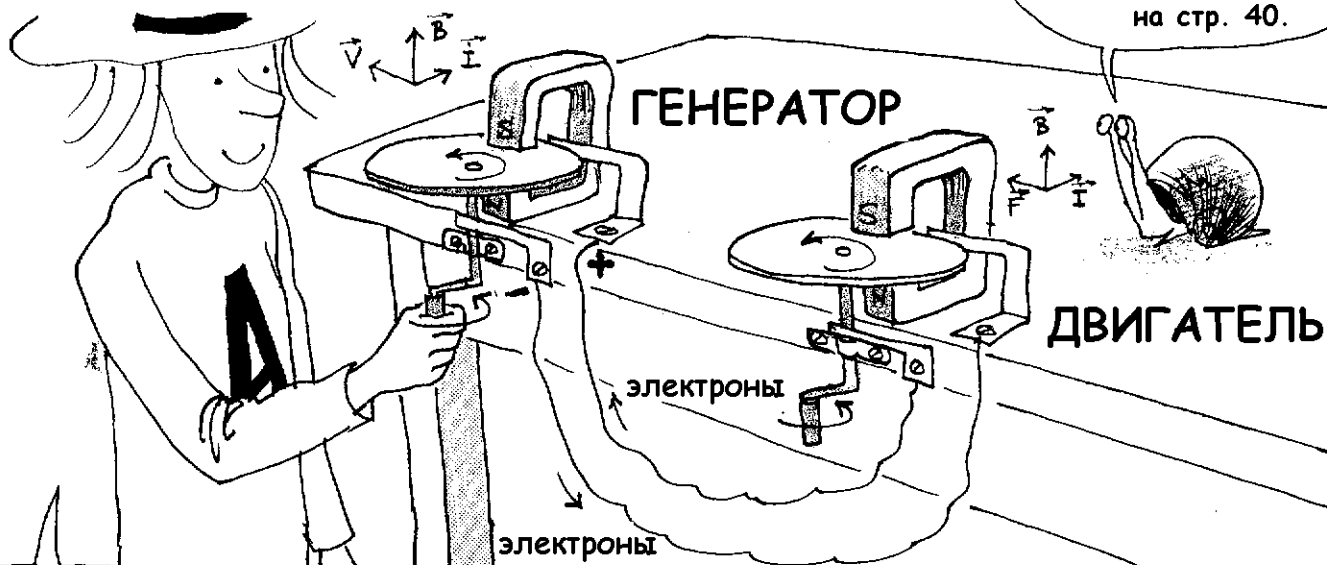


Обматывая линейный двигатель, Ансельм воссоздал **КОЛЕСО БАРЛОУ**, на этот раз работающее в качестве **ДВИГАТЕЛЯ**, и использующееся для измерения расхода тока в счётчиках.



# ОБРАТИМОСТЬ

Только, приведя в действие закон, определённый на стр. 40.

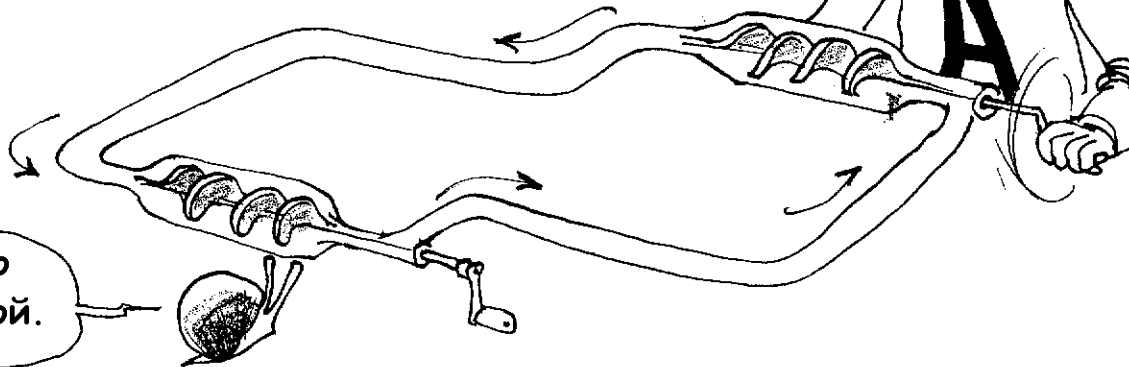


Всё это совершенно удивительно. Один и тот же механизм может быть использован или как генератор тока, или как двигатель.

Рассматриваемые под этим углом зрения, электромагнитные приборы являются удобным средством передачи энергии.



То же самое можно проделать с турбиной.



Посмотрим, соединив между собой рукоятки, нужно бы попробовать воплотить ВЕЧНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ.

Леон, тебе хорошо известно, что в проводниках энергия рассеивается вследствие трения.

В электрических проводниках, неподвижных илидвигающихся, передвижение электрических зарядов сопровождается многочисленными столкновениями с незаряженными частицами.

Вперёд!

Даже будучи неподвижен, он досаждают!

Атом-новичок, выбирайтесь!

Ты видел, как этот пересёк мне дорогу

Дорогой, оставайся спокойным.

Посмотри на него! Ну, посмотри на него!

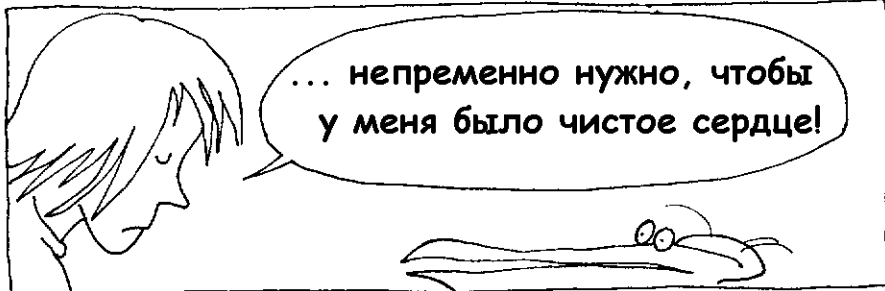
Они переходят как попало!

# ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ

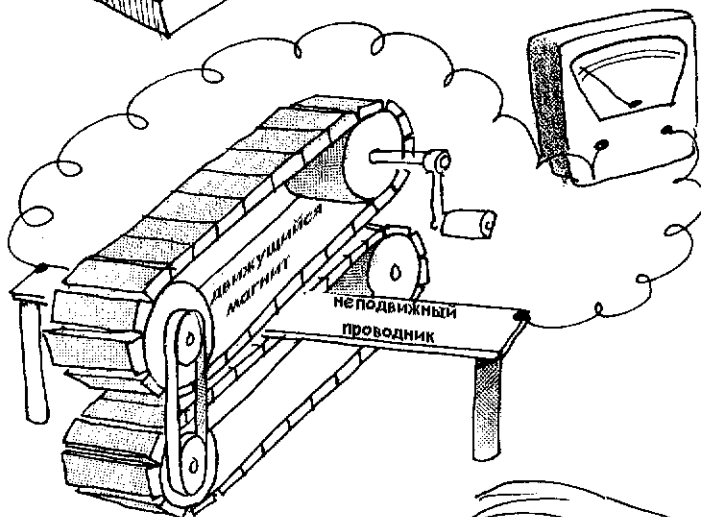
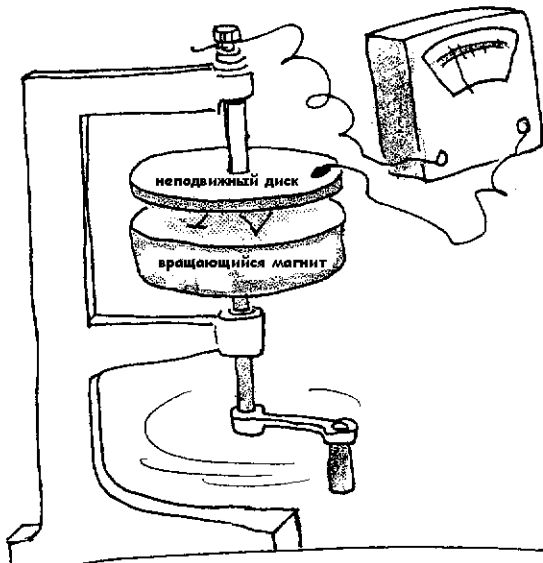
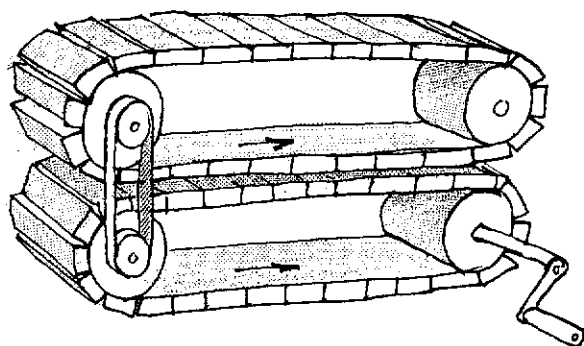
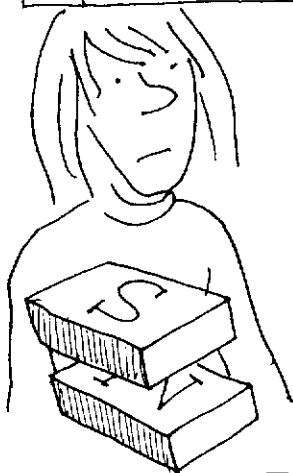
Тирезия, ты знаешь, мне приходит довольно странная идея ...



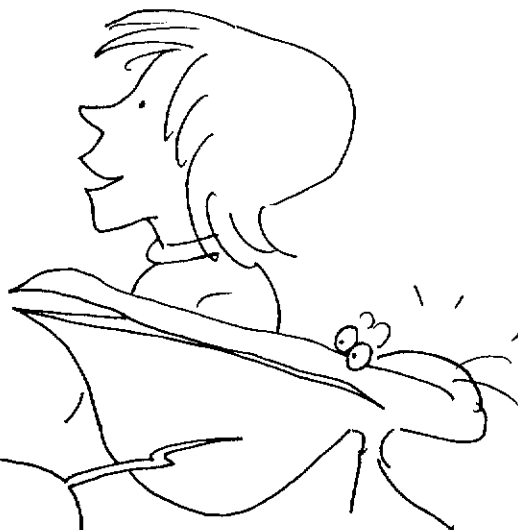
... непременно нужно, чтобы у меня было чистое сердце!



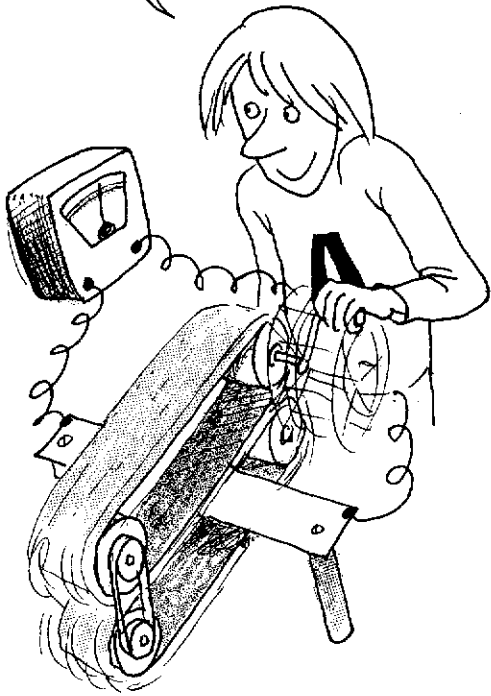
Я приклеил эти магнитные блоки на эти ремни.



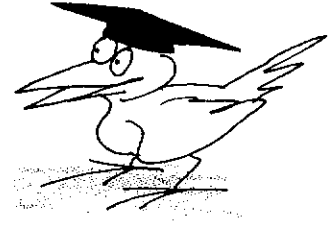
Вместо того, чтобы перемещать проводник по силовым линиям магнитного поля (постоянным в области взаимодействия), я делаю неподвижным проводник и ... заставляю вращаться поле!



Посмотри: определённо,  
я вызываю ток!

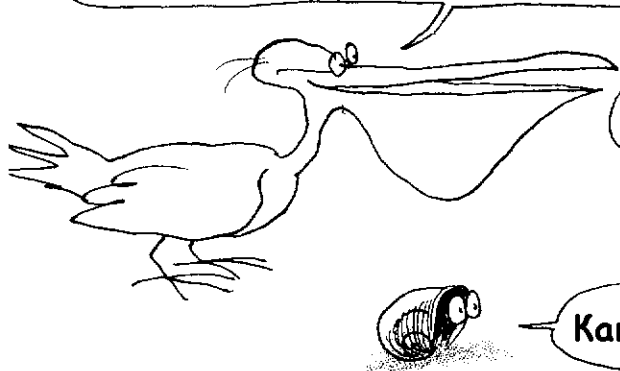


Попросту, это говорит о том, что в  
СИЛЕ ЛАПЛАСА важна лишь скорость  
зарядов и магнита **ОТНОСИТЕЛЬНО**  
ДРУГ ДРУГА



# МАГНИТЫ

Софи, что такое магнитное поле?

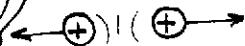


Правильным был бы  
вопрос: **ДЛЯ ЧЕГО ОНО**  
СЛУЖИТ?

Как это, для чего служит?



Два электрических заряда  
в состоянии покоя притягиваются или  
отталкиваются, смотря по тому,  
противоположных они знаков или  
одного знака.

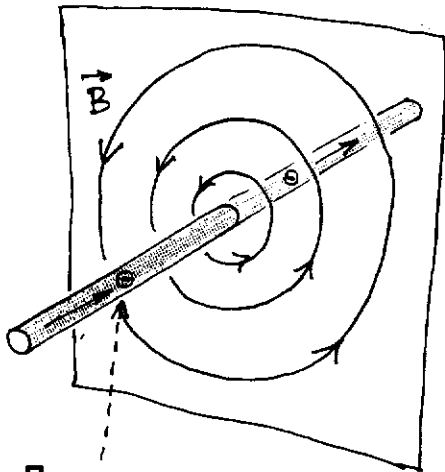


Также они испытывают  
силу, когда передвигаются  
относительно силовых линий  
магнитного поля.

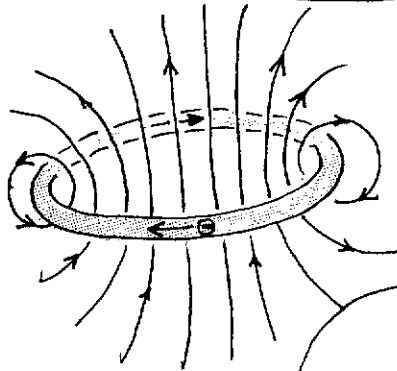
Согласен, но что создаёт  
это магнитное поле?



**Это ток**

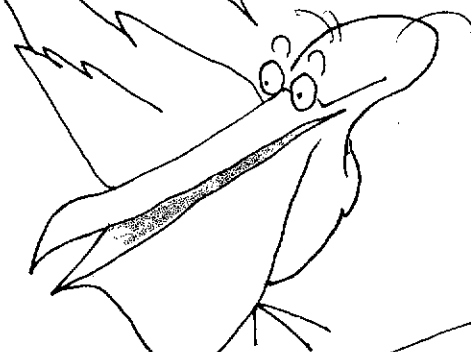


Движение электронов

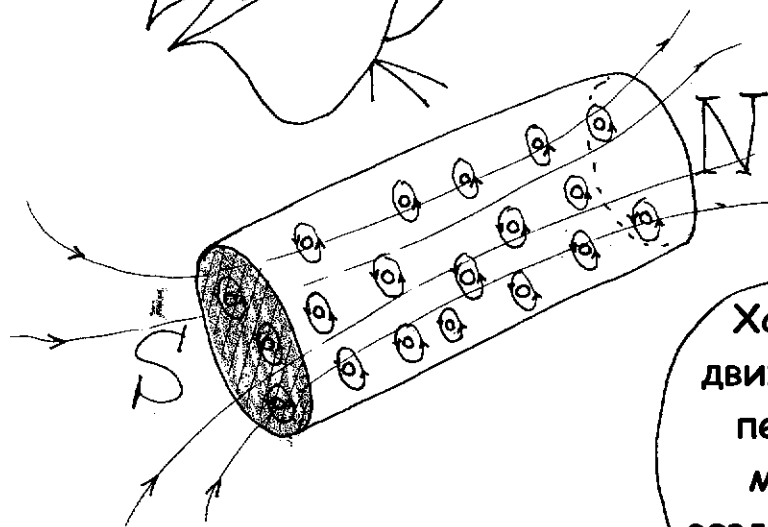


Не забывать, что из-за этих чёртовых деятелей науки общепринятое направление тока противоположно направлению движения электронов.

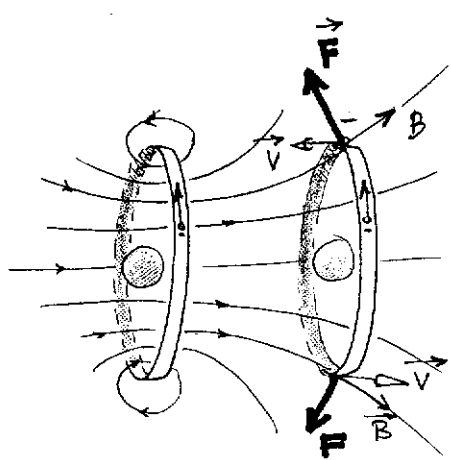
**Но в постоянном магните нет тока?**



Каждый атом может рассматриваться как крошечный магнит, чьё магнитное поле создано орбитальным движением электронов вокруг ядра. В постоянном магните эти мини-магниты параллельны друг другу

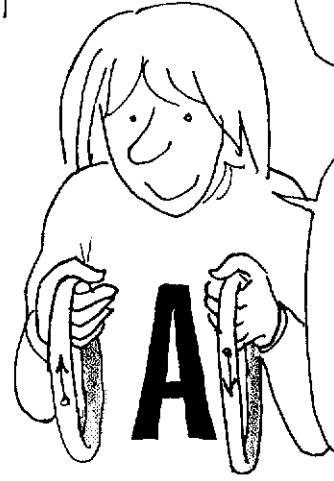
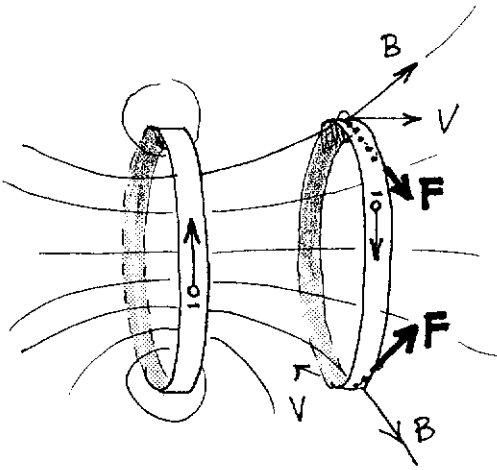


Хорошо, магниты действуют на движущиеся электрические заряды, пересекающие силовые линии магнитного поля, которые они создают. Но почему они действуют друг на друга?



Если я помещаю два витка напротив друг друга, в которых проходит ток одного направления, электроны подвергаются силе, стремящейся:

- растянуть каждый виток
- притянуть его к другому витку.



Напротив, если я меняю в обратную сторону направление циркуляции электронов во втором витке, сила Лапласа попытается:

- сжать каждый виток
- оттолкнуть его от другого витка.

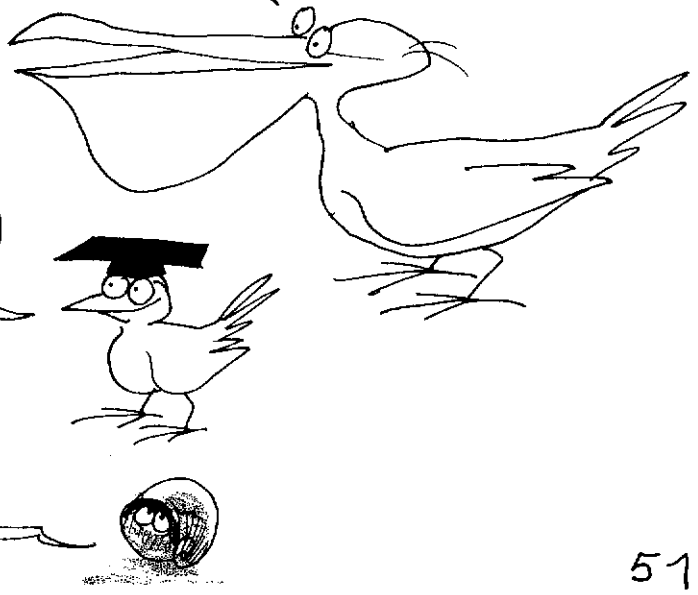
В общем, это так, как происходит с атомами двух магнитов.



Но по только что изложенной схеме виток остаётся нечувствительным к однородному вдоль своей оси магнитному полю, не так ли?

Так же как намагниченный стержень совершенно нечувствителен к однородному магнитному полю, направленному вдоль его оси

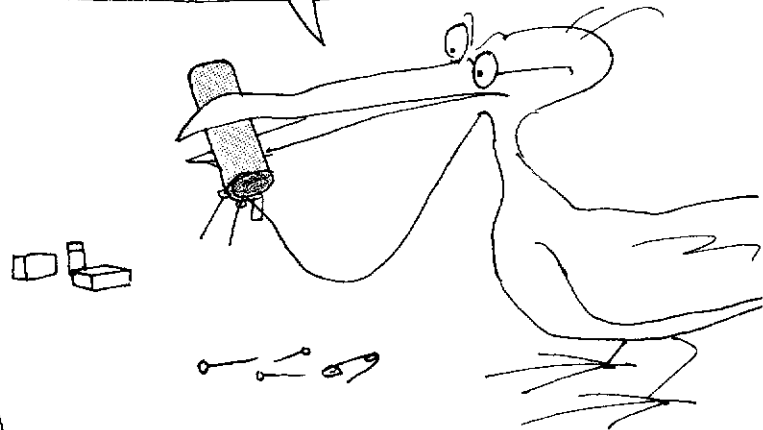
Логично, в противном случае, чтобы продвигаться, достаточно было бы прицепиться к приличному компасу



Напротив, виток, расположенный в магнитном поле, пытается повернуться таким образом, чтобы его собственное поле выровнилось с первым. Это принцип **МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГАЛЬВАНОМЕТРА С ПОДВИЖНОЙ КАТУШКОЙ**. Компас является не чем иным, как совокупностью крошечных одинаковых гальванометров.

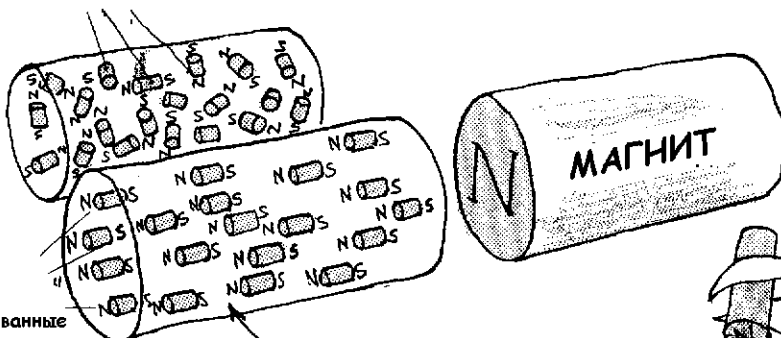


Хорошо. Тогда разве кто-нибудь может объяснить мне, почему магнит притягивает железо, а не свинец или сахар?



Это просто: атомы железа - это также маленькие магниты. Более того, они обладают относительной мобильностью. Когда приближают достаточно мощный магнит, атомы железа поворачиваются и выравниваются, и кусок железа сам становится магнитом, чье поле, между прочим, превышает поле индуцирующего магнита.

Атомы "Магниты" (случайные направления)



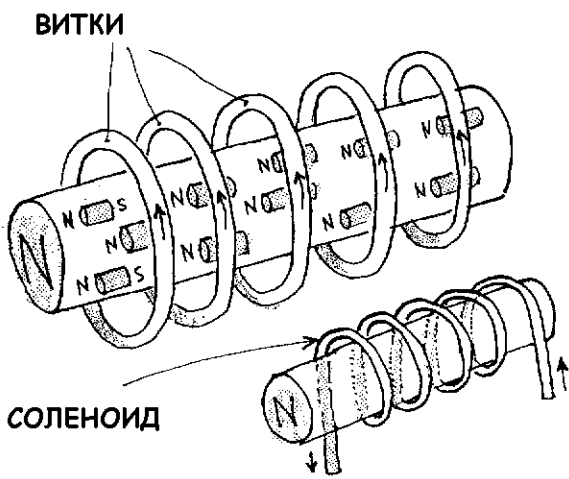
Ориентированные атомы "Магниты"

Кусок железа стал магнитом

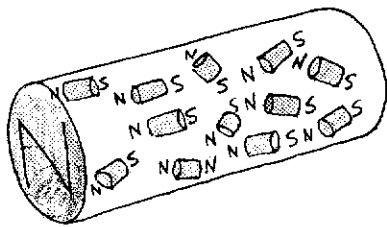
С сахаром - нулевой результат



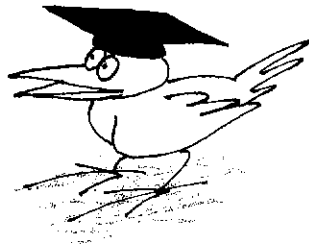
Понял, ясно ...



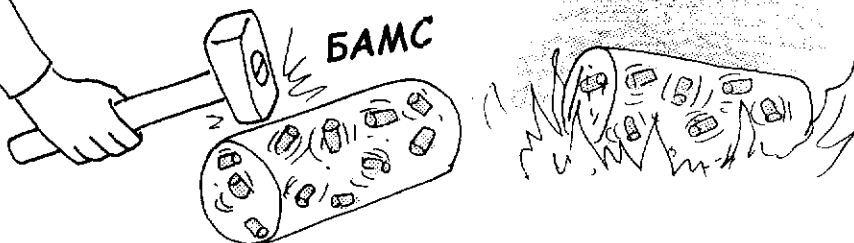
Я понимаю,  
почему помещают ЖЕЛЕЗНЫЙ  
СЕРДЕЧНИК в ЭЛЕКТРОМАГНИТЫ.  
Он усиливает собственное поле,  
созданное системой витков.



Когда извлекают индуцирующий магнит  
или соленоид, атомы-магниты железа  
сохраняют в определённой мере свою  
ориентацию. Продолжает существовать  
ОСТАТОЧНЫЙ МАГНЕТИЗМ ...



... который можно будет заставить исчезнуть,  
придав подвижность атомам-магнитам,  
нагревая железо, ударяя по нему, или подвергая его  
воздействию переменного магнитного поля,  
как я сделала это для пигментов электронно-лучевой  
трубки телевизора, которые были случайно намагничены  
при помощи маленького магнита, прикреплённого на  
карандаше





Полагаю, что понял:

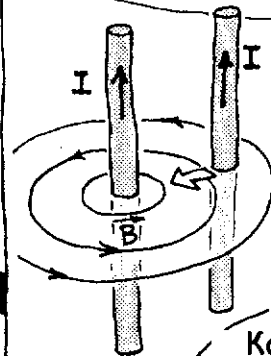
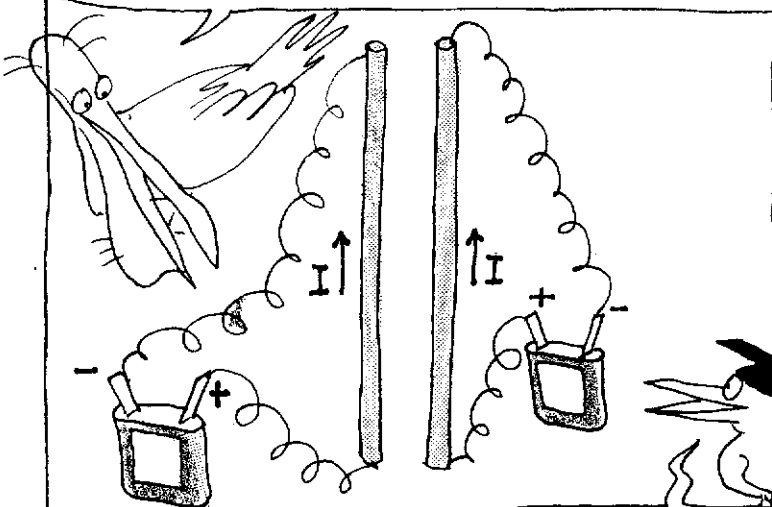
Магнитное поле - это нечто, что было изобретено, чтобы выразить тот факт, что электрические заряды В ДВИЖЕНИИ взаимодействуют, и что эта новая, электродинамическая, или электромагнитная сила добавляется к основной, электростатической силе.



# СНОВА ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ

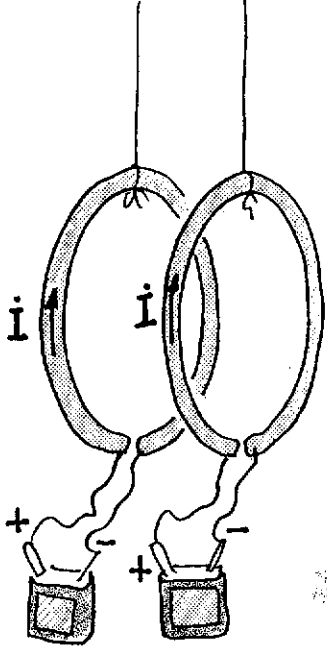
Как возможно наиболее объективно измерить магнитное поле?

В этих условиях два стержня испытывают одинаковое взаимное притяжение.



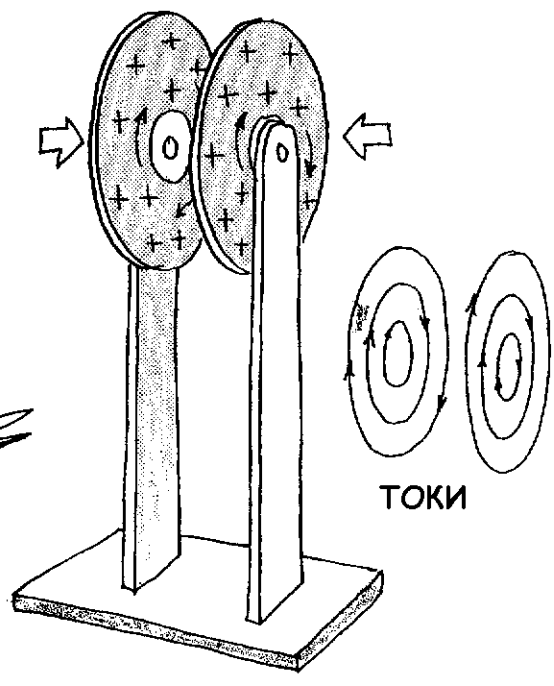
Каждый стержень приводит во взаимодействие свой собственный ток с магнитным полем, созданным другим стержнем.

Так вот, можно расположить параллельно два стержня, через которые проходит одинаковый электрический ток, с силой  $I$ .

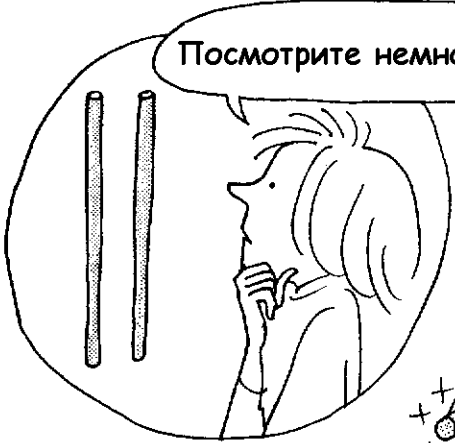


Можно свить эти стержни, что делает два витка притягивающимися параллельными токами.

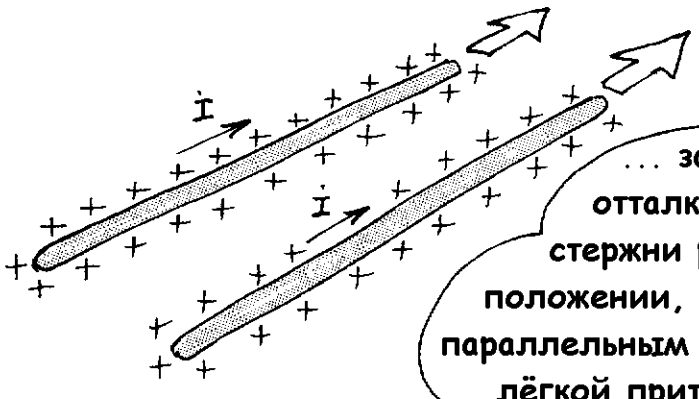
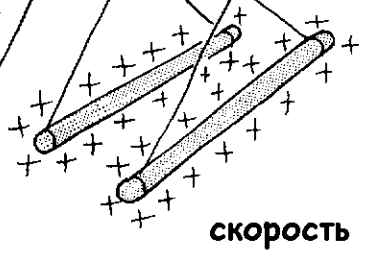
Как это уже было видно на странице 51.



Также, можно нанести электрические заряды одного знака на дисках, находящихся напротив друг друга, и заставить их вращаться. Это эквивалентно токам, и будет сопровождаться электромагнитной силой.



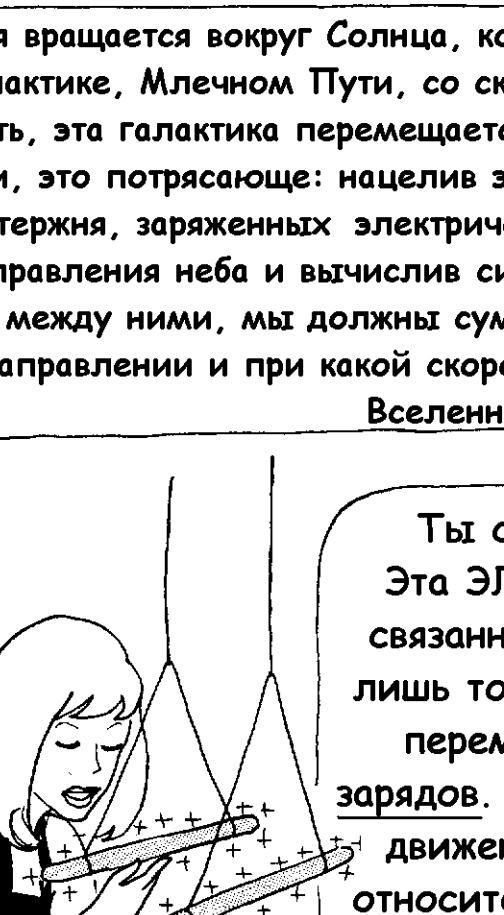
Я могу зарядить электричеством эти два стержня из стекла или бакелита, натирая их шерстяной тряпкой ...



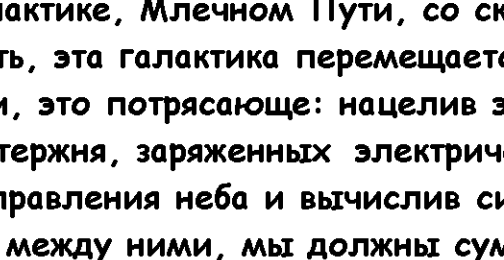
... заряды одного знака отталкиваются, но если эти стержни располагаются в таком положении, это будет равноценно двум параллельным токам и будет сопровождаться лёгкой притягивающей составляющей.



Земля вращается вокруг Солнца, которое само вращается в нашей галактике, Млечном Пути, со скоростью 234 км/сек. Может быть, эта галактика перемещается относительно Вселенной. Софи, это потрясающе: нацелив эти два параллельных стержня, заряженных электричеством, во все направления неба и вычислив силу, которая проявляется между ними, мы должны суметь определить, в каком направлении и при какой скорости мы перемещаемся во Вселенной!

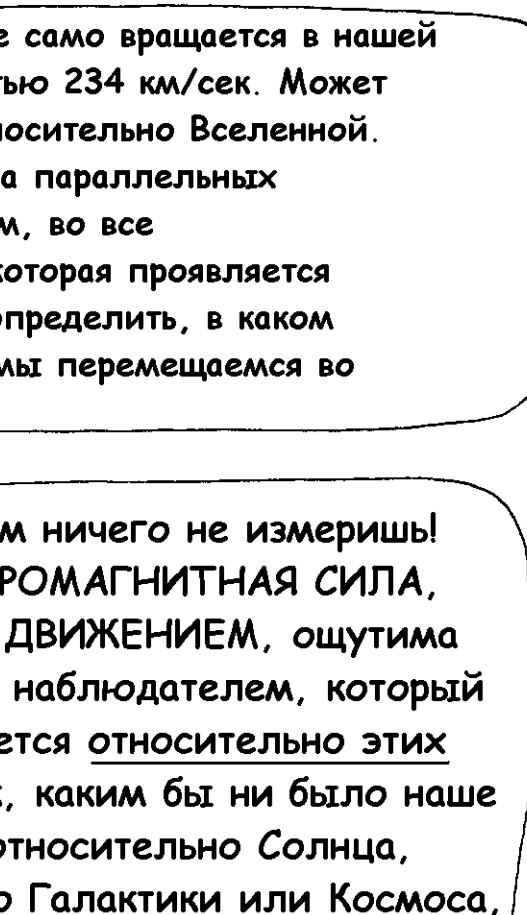


Ты совсем ничего не измеришь! Эта ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СИЛА, связанная с ДВИЖЕНИЕМ, ощутима лишь только наблюдателем, который перемещается относительно этих зарядов. Итак, каким бы ни было наше движение относительно Солнца, относительно Галактики или Космоса, мы передвигаемся с той же скоростью, что и эти стержни.




У электромагнетизма - релятивистская сущность

Это, конечно, справедливо, что опыт, предложенный Ансельмом, напоминает опыт, проделанный МАЙКЕЛЬСОНОМ (\*) в начале века, который заключался в измерении скорости света во всех направлениях, чтобы открыть абсолютное движение Земли во Вселенной.




Меня это не удивляет, потому что мне сказали, что свет является электромагнитной волной

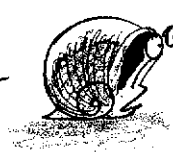
(\*) Майкельсон, американский физик. Нобелевская премия 1907г.



Таким образом, заурядный дом может таить в себе проблемы релятивистской природы!



А-а, вот предмет, который со всей очевидностью работает на электричестве. Однако, нет ничего, что вращает, и нет электродов ...




Для чего это служит?

Тирезия, выйди отсюда немедленно!

Почему?

Эта система позволяет передавать энергию на расстоянии. Если включилась бы только единичка, ты изжарилась бы индукцией.

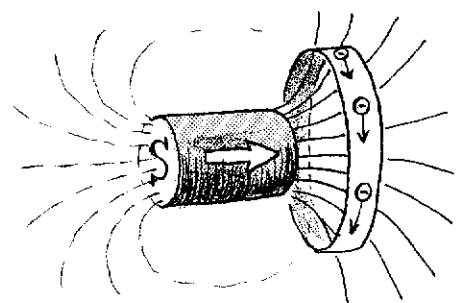
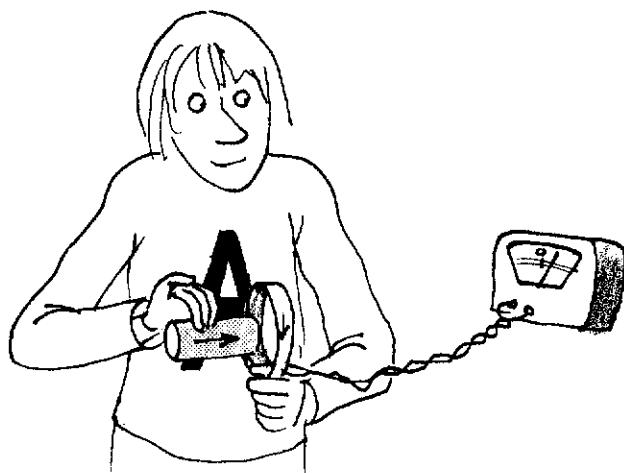
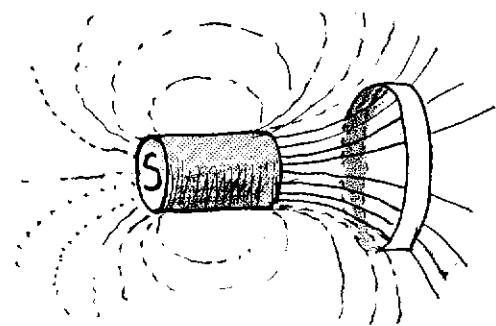


Изжарилась индукцией?

# ИНДУКЦИЯ



Посмотри. Ансельм поместил этот медный виток напротив этого стационарного магнита. Некоторое количество силовых линий проходит внутри, а другие - снаружи



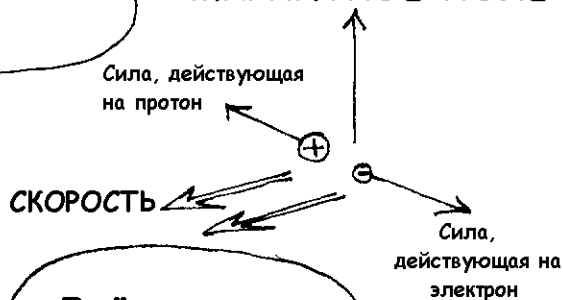
Теперь он приближает магнит к витку, то есть, он перемещает целиком пучок силовых линий. Они разрезают металл витка, и в результате чего, электромагнитная сила, действующая на электроны, выражается ИНДУЦИРОВАННЫМ ТОКОМ

Если твой магнит и виток неподвижны относительно друг друга, ток исчезает.



Наоборот, если ты тянешь к магниту, твой ток меняет направление.

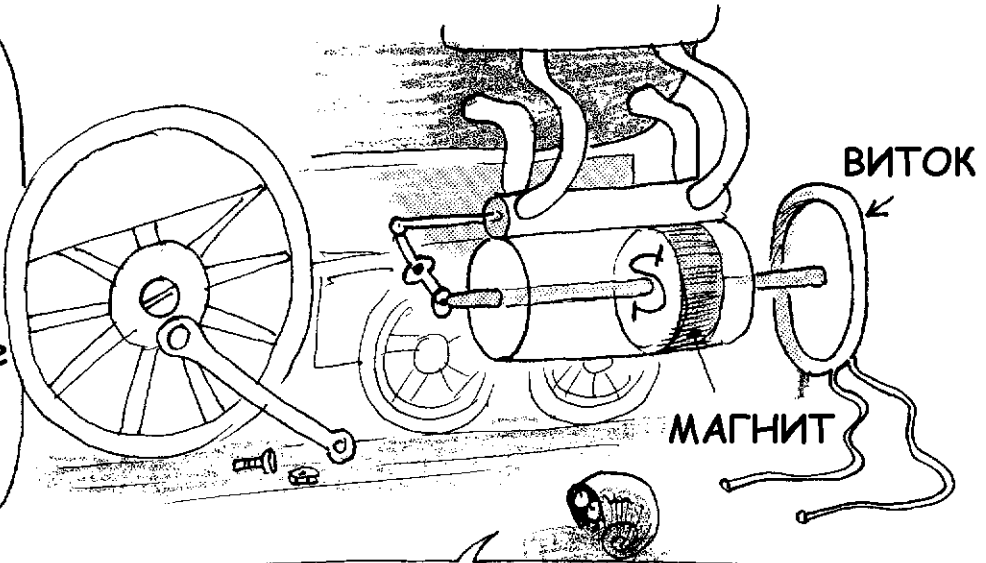
## МАГНИТНОЕ ПОЛЕ



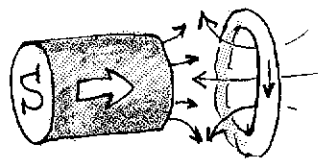
Ещё n+ первое применение этого уникального закона ЛАПЛАСА.



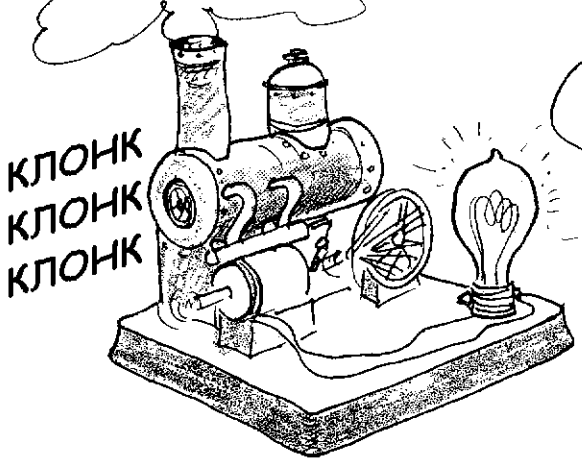
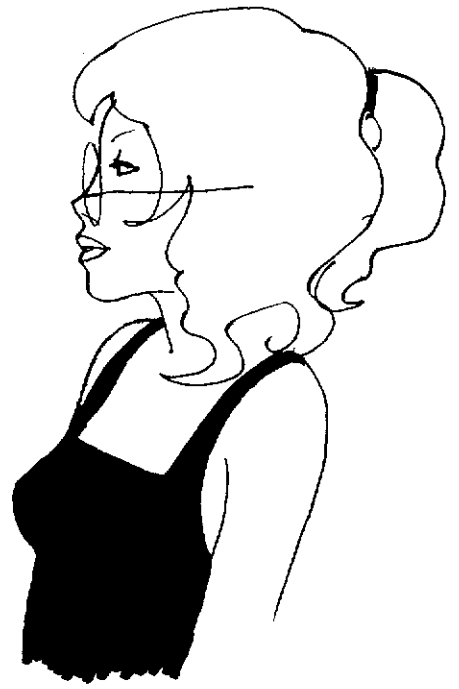
Посмотри, Тирезия, я видоизменил эту паровую машину, заменив поршень магнитом, который, таким образом, создаст возвратно-поступательное движение, а в витке - ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК



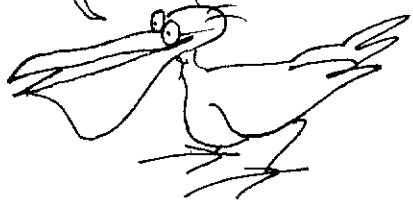
Если поршень скользит без трения, мы найдём способ бесплатного производства электрической энергии, если, конечно, исключить небольшую потерю в витке из-за эффекта Джоуля.



Ты забываешь, что этот ток создаст своё собственное магнитное поле, которое окажет сопротивление движению магнитного поршня (ЗАКОН ЛЕНЦА). Значит, нужно будет выполнить РАБОТУ для производства этой энергии.



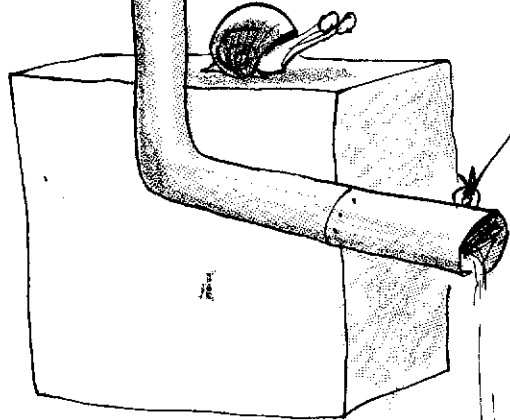
Итак, вот первый генератор переменного тока



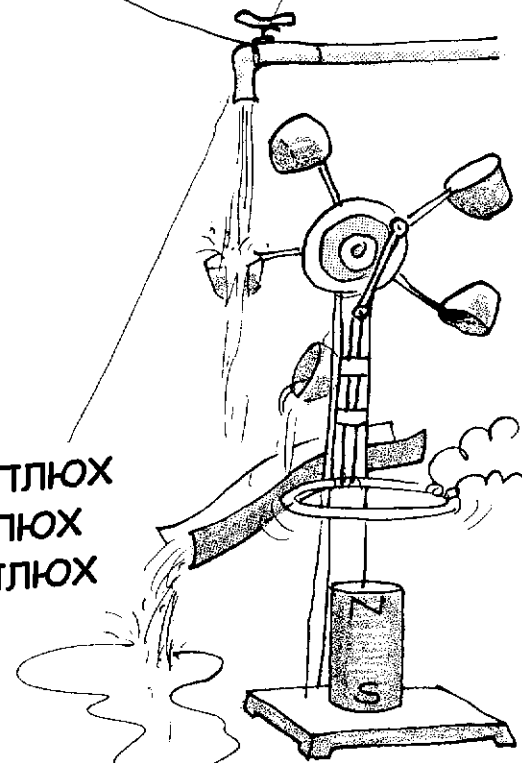
Боже правый!  
Что всё это такое?



Ты знаешь  
Лантюрлю. Просто,  
он применил  
принцип действия  
генератора.

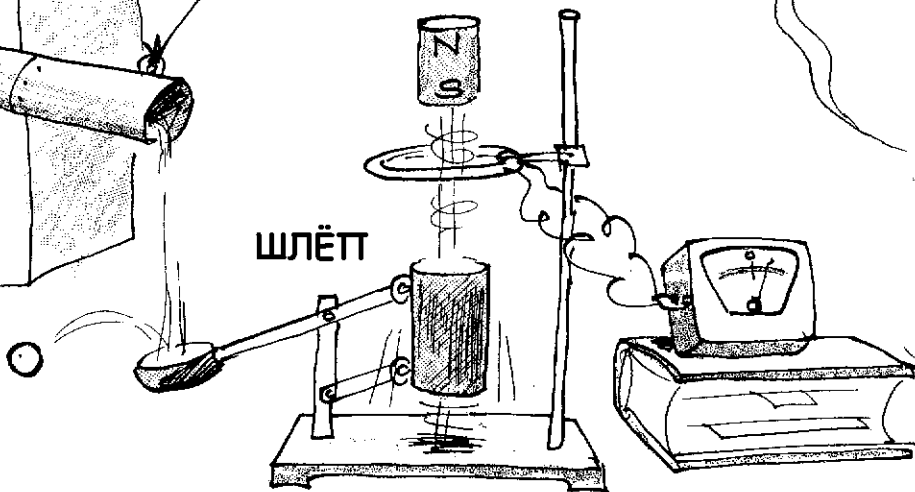


ПЛЮХ  
ПЛЮХ  
ПЛЮХ



Здесь, вместо  
того, чтобы заставить  
двигаться виток, он  
заставляет двигаться  
магнит.

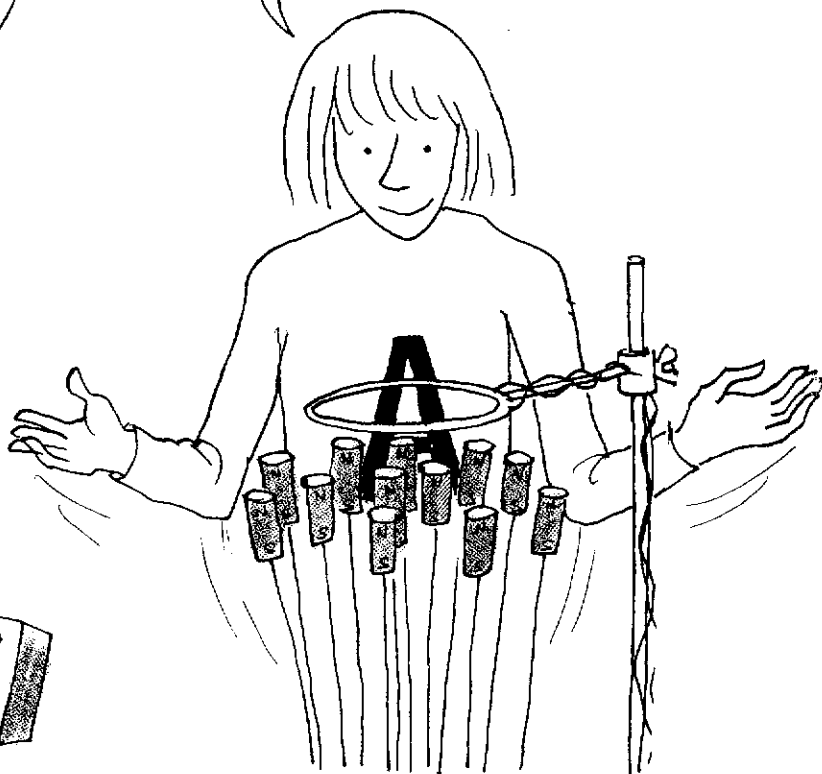
ШЛЁП



Поскольку переменный ток производят, двигая одним или несколькими магнитами перед витком, что скажешь ты о моей ВЯЗАНКЕ ГЕНЕРАТОРОВ? Я зафиксировал магниты на гибких стержнях ...



... когда я их отпускаю, эти стержни попеременно раздвигаются и снова собираются, и это производит переменный ток в витке.



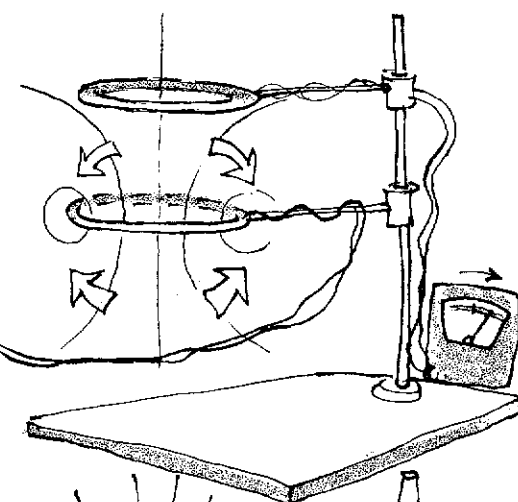
Хорошо. Этот механизм переводит накопленную в стержнях упругую энергию в электрическую энергию, ну так что же?



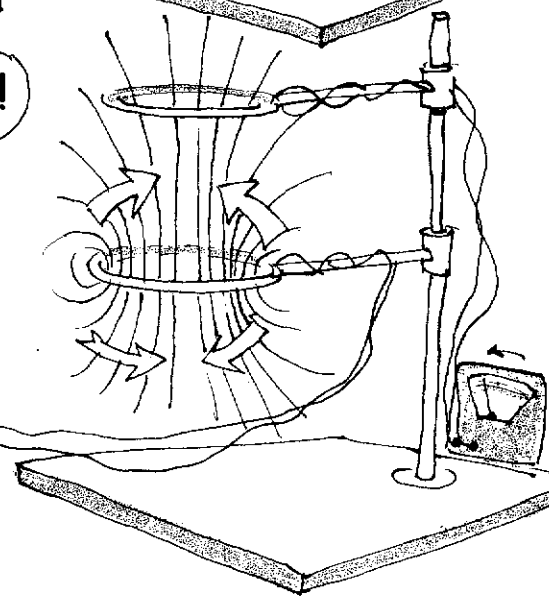
Он воспроизводит то, что происходит при возрастании тока, проходящего в витке. Всё происходит так, как если бы были созданы новые силовые линии на его поверхности, "сжимая" старые как вязанку.



И наоборот. Когда уменьшают ток, виток "выпускает" линии поля одну за другой, и "вязанка" распадается.



Гоп!



Это объясняет, почему виток с проходящим в нём переменным током может передавать энергию другому витку на расстоянии.

# ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ НАГРЕВ

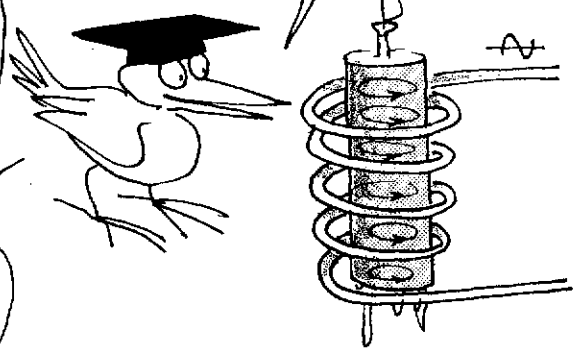
СОЛЕНОИД

Какой смысл?

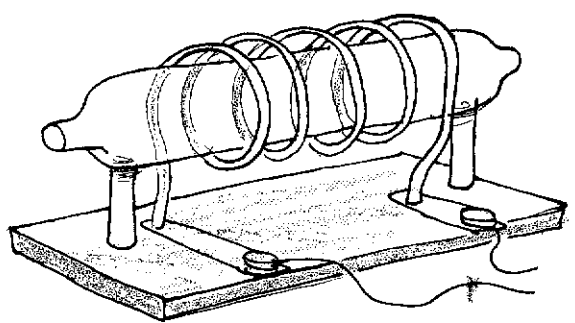
Также можно нагреть массивные проводники. Тогда создаётся бесконечное множество петель тока.

Это очень эффективная система нагрева. Можно полностью изжарить палец, на который надето кольцо, засунув его в пространство, где царит переменное магнитное поле

Можно расплавить слитки.



Можно также нагреть газ при помощи обмотки с проходящим по ней током высокой частоты ...



Короче, можно нагревать, выпекать всё, что является достаточно хорошим проводником электричества ...

Что же такого таинственного в этой большой пустой камере?

... включая сюда и улиток!

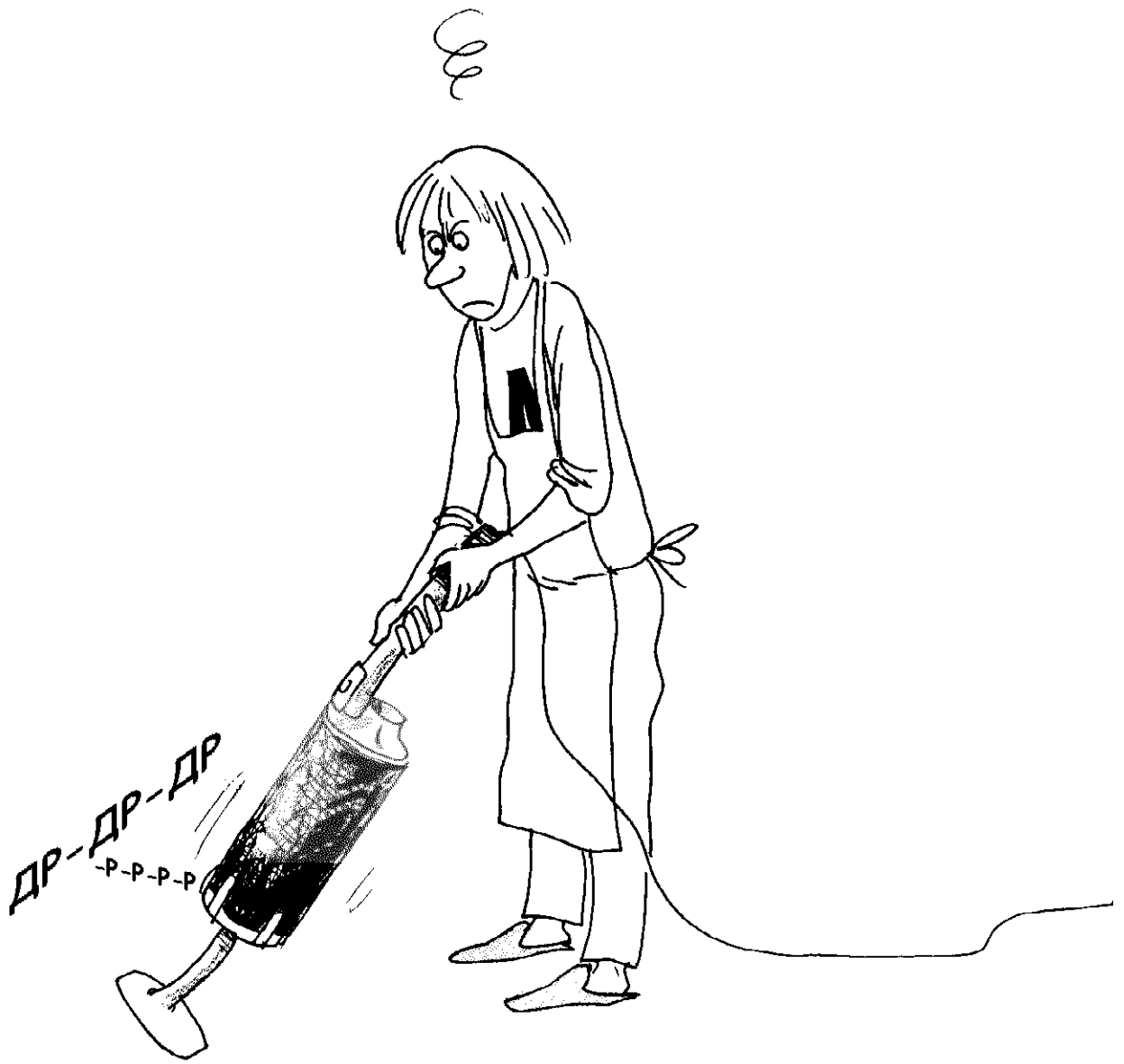
# ЭПИЛОГ

Это путешествие по электромагнетизму было совершенно захватывающим.

Да, кто бы подумал, что заурядный дом мог таить в себе такие острые научные проблемы?

Я хочу предложить вам другой эксперимент, который затрагивает одновременно электромагнетизм и механику жидкостей и газов ...

Вот как?..., неужели? Это что такое?



**КОНЕЦ**