

# **Живое электричество**

**Проектная группа 10-х классов  
МОУ «Лицей №10»  
Пермь, 2009**

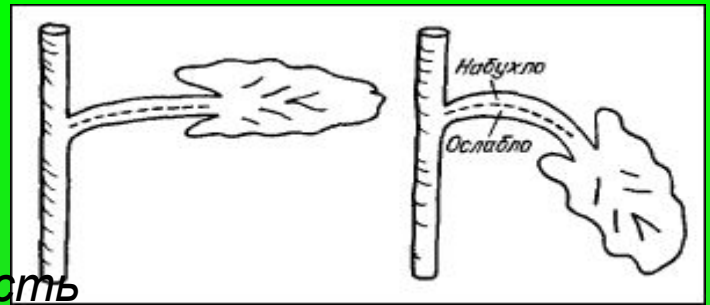


- Взаимоотношения между электромагнитными явлениями и жизнью были предметом жарких споров на протяжении более четырех с лишним веков. И только в нашем столетии с появлением достаточно чувствительных приборов удалось продемонстрировать, что протекание многих процессов в живом организме действительно сопровождается изменениями электрического поля. За последние 20-30 лет накопилось множество данных, указывающих на высокую чувствительность живых организмов к электромагнитному полю. При этом наблюдаемые эффекты ни в коей мере нельзя объяснить тепловым действием

- Известно, например, что общий наркоз (потерю сознания и болевой чувствительности) можно вызвать, пропуская через мозг человека импульсы переменного тока. Этот способ обезболивания во время операций широко применяют сейчас у нас в стране и за рубежом. Направление силовых линий электрического поля Земли служит "компасом" при дальних миграциях атлантического угря. Навигационные способности голубей основаны на восприятии магнитного поля Земли. Рост костей нашего скелета изменяется в электрическом поле, и это используют сейчас для лечения переломов. При желании этот перечень биологических эффектов электромагнитного поля можно было бы продолжать довольно долго, но это не является нашей задачей.

**В живой природе существует немало процессов,**

**связанных с электрическими явлениями**



- Многие цветы и листья имеют способность закрываться и раскрываться в зависимости от времени и суток. Это обусловлено электрическими сигналами, представляющими собой потенциал действия. Можно заставить листья закрываться с помощью внешних электрических раздражителей. Кроме того, у многих растений возникают токи повреждений.

- Срезы листьев, стебля всегда заряжены отрицательно по отношению к нормальной ткани. Если взять лимон или яблоко и разрезать, а потом приложить к кожуре два электрода, то они не выявят разницы потенциалов. Если же один электрод приложить к кожуре, а другой к внутренней части мякоти, то появится разность потенциалов, и гальванометр отметит появление силы тока



- В частности, он соединил внешнюю и внутреннюю часть горошины гальванометром. Горошину он нагревал до температуры до  $60^{\circ}\text{C}$ , при этом был зарегистрирован электрический потенциал в  $0,5\text{ В}$ . Этим же ученым была исследована подушечка мимозы, которую он раздражал короткими импульсами тока. При раздражении возникал потенциал действия. Реакция мимозы была не мгновенной, а с запаздыванием на  $0,1\text{ с}$ . Кроме того, в проводящих путях мимозы распространялся другой тип возбуждения, так называемая медленная волна, появляющаяся при повреждениях. Эта волна минует подушечки, достигая стебля, вызывает возникновение потенциала действия, передающегося вдоль стебля и приводящего к опусканию близлежащих листьев. Мимоза реагирует движением листа на раздражение подушечки током  $0,5$

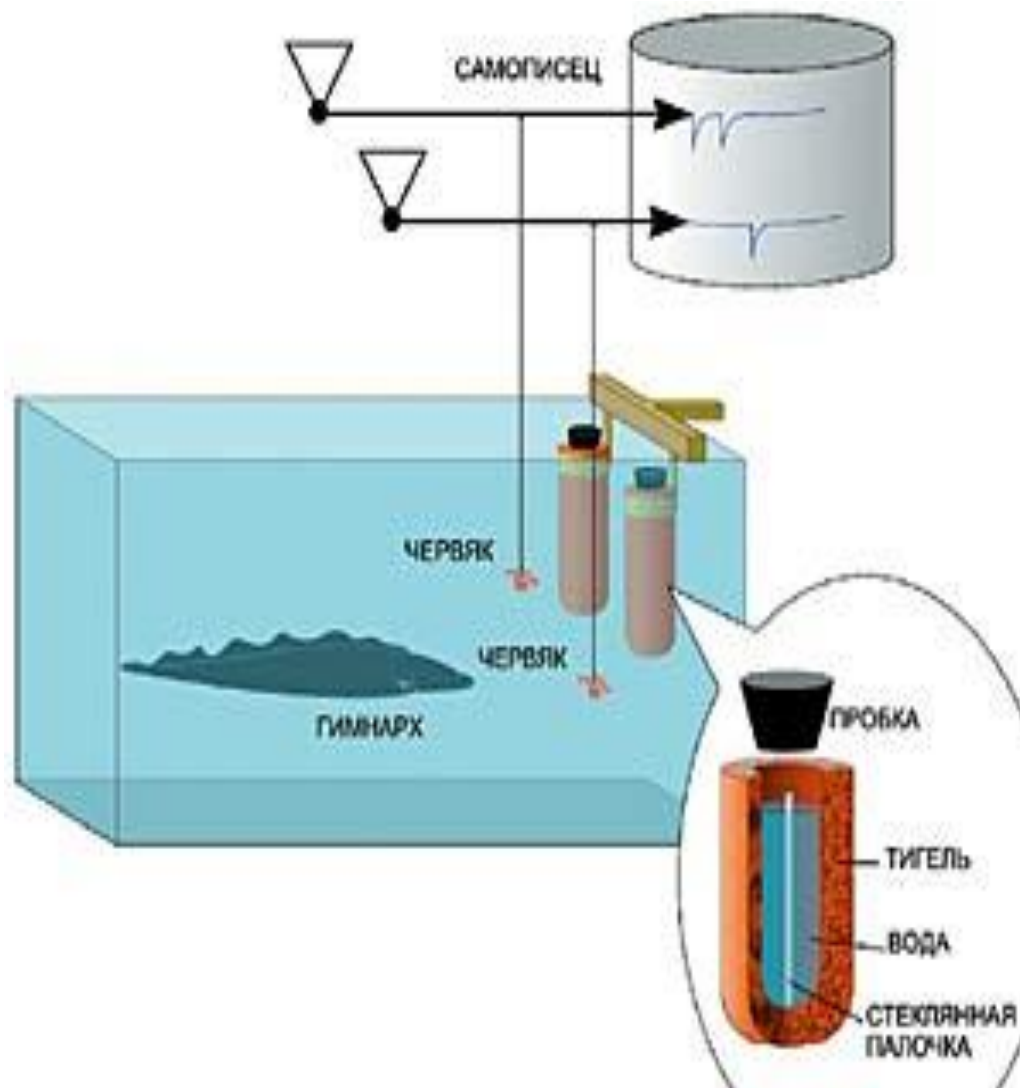


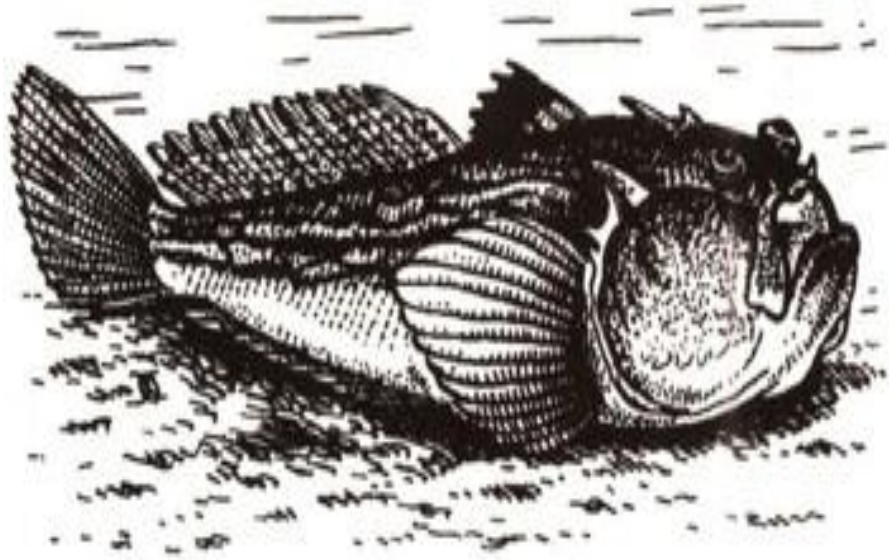
**Не менее интересные явления, связанные с электричеством, можно обнаружить и у рыб.**

- Древние греки остерегались встречаться в воде с рыбой, которая заставляла цепенеть животных и людей. Эта рыба была электрическим скатом и носила название торпеда. В жизни разных рыб роль электричества различна. Некоторые из них с помощью специальных органов создают в воде мощные электрические разряды. Так, например, пресноводный угорь создает напряжение такой силы, что может отразить нападение противника или парализовать жертву. Электрические органы рыбы состоят из мышц, которые потеряли способность к сокращению. Мышечная ткань служит проводником, а соединительная – изолятором. К органу идут нервы от спинного мозга. А в целом он представляет собой мелкопластинчатую структуру из чередующихся элементов. Угорь имеет от 6000 до 10000 соединенных последовательно элементов, образующих колонку, и около 70 колонок в каждом органе, расположенных вдоль тела.

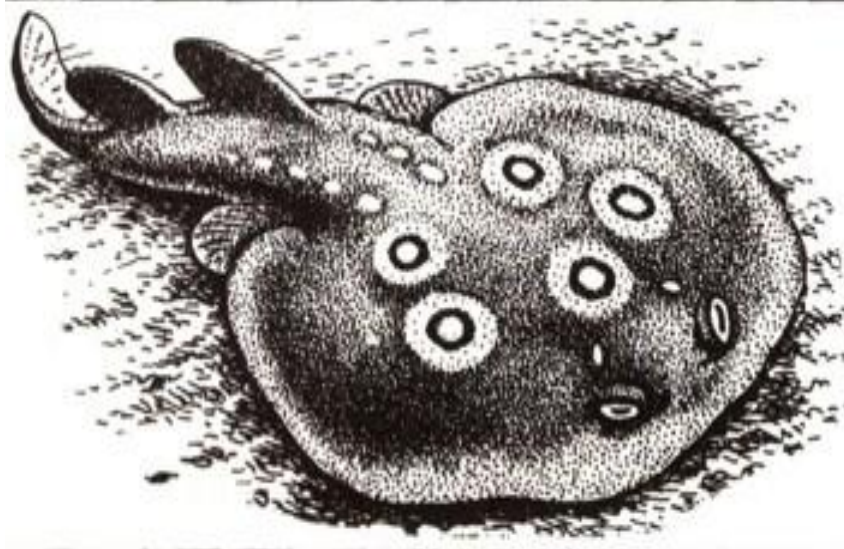


- У многих рыб (гимнарха, рыбы-ножа, гнатонемуса) голова заряжается положительно, хвост — отрицательно, а вот у электрического сома, наоборот, хвост — положительно, а голова — отрицательно. Свои электрические свойства рыбы используют как для атаки, так и для защиты, а также для того, чтобы отыскивать жертву, ориентироваться в мутной воде, опознавать опасных противников.

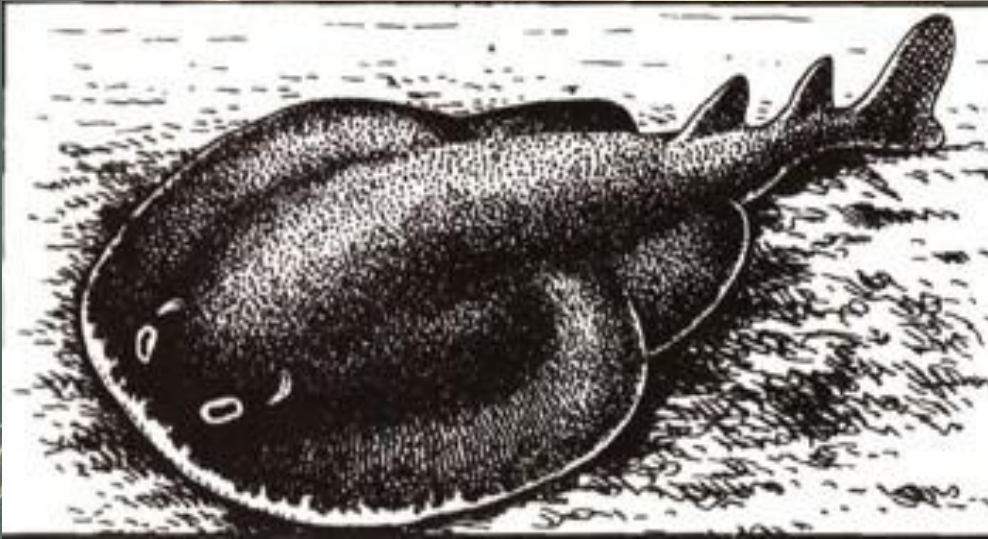




звездочет

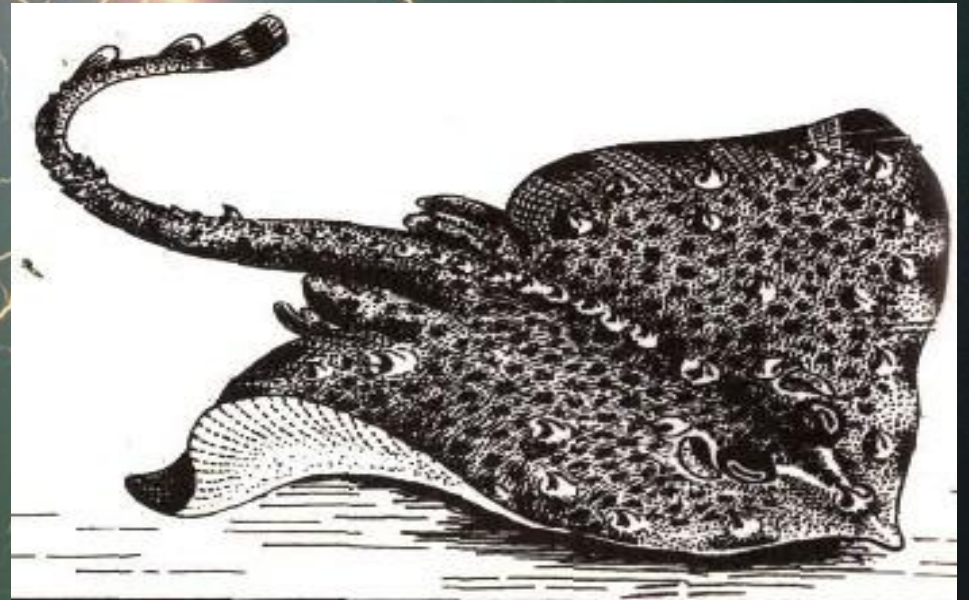


Скат дископиге глазчатый



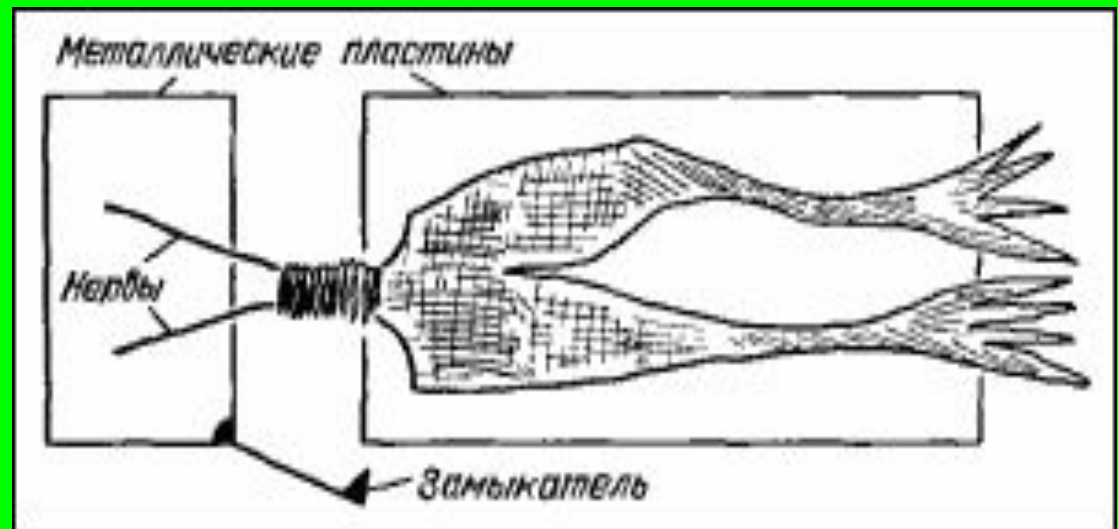
Скат торпедо

Скат морская  
лисица





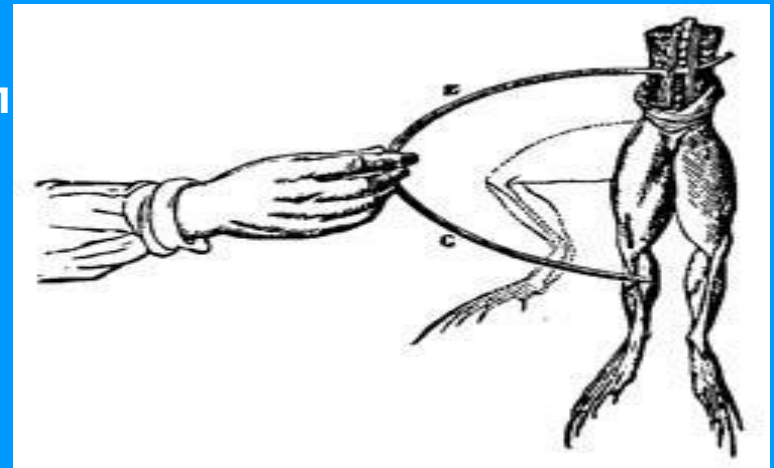
- Пионером исследования роли электрического поля в живом организме явился профессор анатомии из Болонского университета Луиджи Гальвани. Начиная с 1775 года он стал интересоваться взаимосвязью между "электричеством и жизнью". В 1786 году один из помощников профессора, выделяя скальпелем мышцу из лапки лягушки, случайно дотронулся им до нерва, идущего к этой мышце. В это же время на том же столе в лаборатории работала электростатическая машина - генератор статического электричества, и каждый раз, когда машина давала разряд, мышца лягушки сокращалась. Гальвани заключил, что каким-то образом электричество "входит" в нерв и это приводит к сокращению мышцы. Последующие пять лет он посвятил изучению роли различных металлов в их способности вызывать мышечные сокращения. Гальвани пришел к выводу, что если нерв и мышца лежат на одинаковых металлических пластинах, то замыкание пластин проволокой не дает никакого эффекта. Но если пластины изготовлены из разных металлов, их замыкание сопровождается мышечным сокращением.



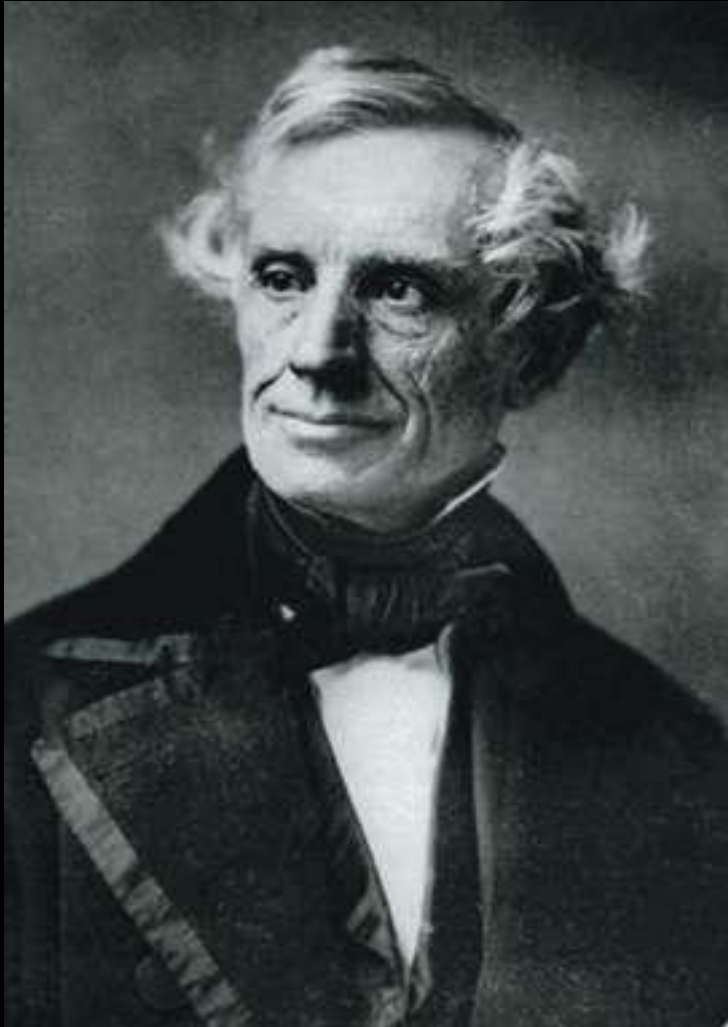


Гальвани сообщил о своем открытии в 1791 году. Он считал, что причиной подергивания лапки лягушки является "животное электричество", образующееся в самом теле животного, а проволока служит только для замыкания электрической цепи. Одну копию своей работы он послал Алессандро Вольта, профессору физики из Павии (Северная Италия).

Вольта повторил эксперименты Гальвани, получил те же результаты и сначала согласился с его выводом, но потом обратил внимание на то, что "животное электричество" возникает только при наличии в цепи двух различных металлов. Вольта показал, что прикосновение к языку двух разных, соединенных между собой металлов вызывает вкусовое ощущение.



Пытаясь опровергнуть тезис Гальвани о существовании "животного электричества", Вольта предположил, что цепь, содержащая два различных металла, контактирующих с соевым раствором, должна быть источником постоянного тока - в отличие от электростатической машины, дающей только электрические разряды.



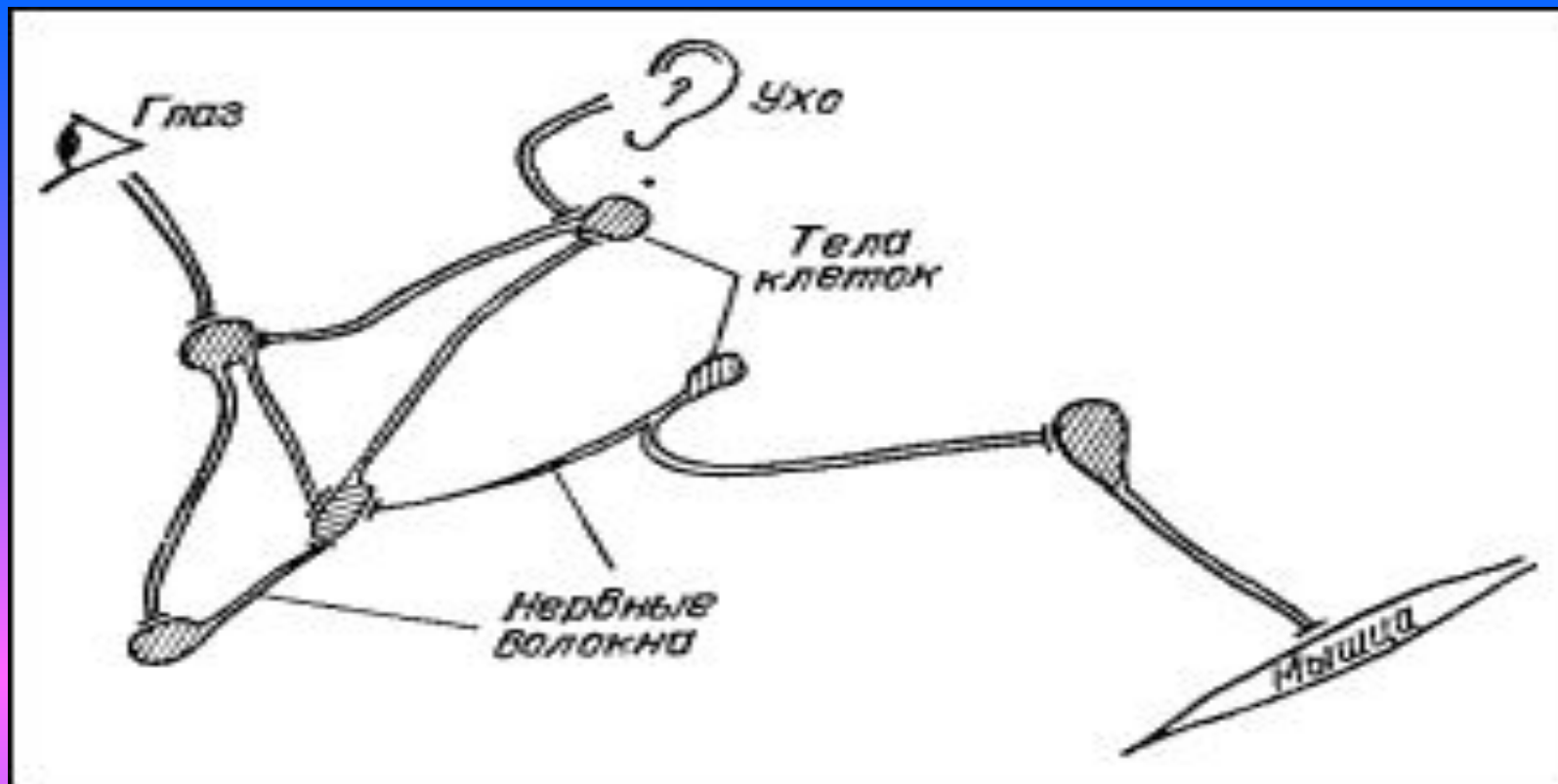
Так оно и оказалось. Свою работу с описанием первого источника постоянного тока (впоследствии названного гальваническим) Вольта опубликовал в 1793 году. Хотя Гальвани вскоре после этого показал, что "животное электричество" существует и в цепях, не содержащих биметаллических контактов, продолжить спор с Вольта он не смог. В 1796 году Болонья перешла под контроль Франции, и отказавшийся признать новое правительство Гальвани был выдворен из университета. Он вынужден был искать прибежища у своего брата, где уже не занимался наукой вплоть до самой своей смерти (1798 год). В 1800 году Вольта представил свое открытие Наполеону, за что получил большое вознаграждение. Так спор двух разных по политическим убеждениям, темпераменту и образованию соотечественников дал толчок развитию современной физики и биологии.



## ”потенциал действия” или ”нервный импульс”

- Нервный импульс составляет материальную основу процесса возбуждения в нервной системе. За исследование природы нервного импульса английским ученым Алану Ллойд Ходжкину и Андру Филлингу Хаксли в 1963 году была присуждена Нобелевская премия.

Как наши органы чувств сообщают мозгу о том, что происходит вокруг нас? И вообще, как обмениваются информацией различные части нашего организма? Природа придумала для этого две специальные системы связи. Первая, гуморальная (от латинского *humor* - влага, жидкость) система основана на диффузии или же переносе с током жидкости биологически активных веществ из места, где они синтезируются, по всему организму. Эта система является единственной у простейших организмов, а также у растений.



У многоклеточных животных (и у нас с вами), кроме первой есть еще и вторая, нервная (от латинского *pervus* - жила) система, состоящая из огромного числа нервных клеток с отростками - нервными волокнами, пронизывающими весь организм. Мембрана тела нервной клетки возбуждается, как только к нему приходят нервные импульсы от соседних клеток по их отросткам. Это возбуждение распространяется на нервное волокно, отходящее от клетки, и движется по нему со скоростью до сотни метров в секунду к соседним клеткам, мышцам или органам. Таким образом, элементарным сигналом, передающим информацию из одной части тела животного в другую, является нервный импульс. В отличие от точек и тире азбуки Морзе длительность нервного импульса постоянна (около одной миллисекунды), а передаваемая информация может быть самым причудливым образом закодирована в последовательности этих импульсов.