

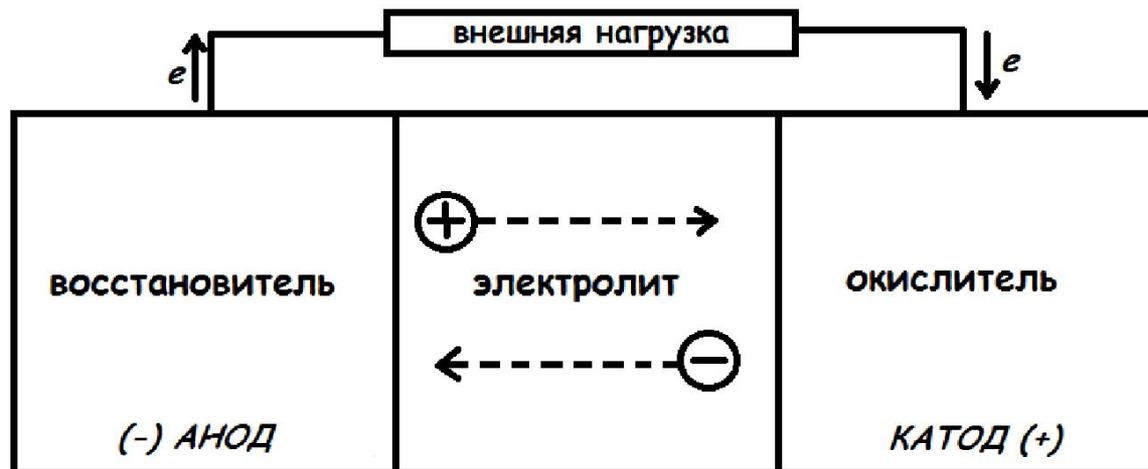
# Литиевые источники тока

Козадеров Олег Александрович

Доцент кафедры физической  
химии Воронежского  
государственного университета

# Химический источник тока

- устройство, в котором химическая энергия пространственно разделенного взаимодействия окислителя и восстановителя напрямую превращается в электрическую энергию

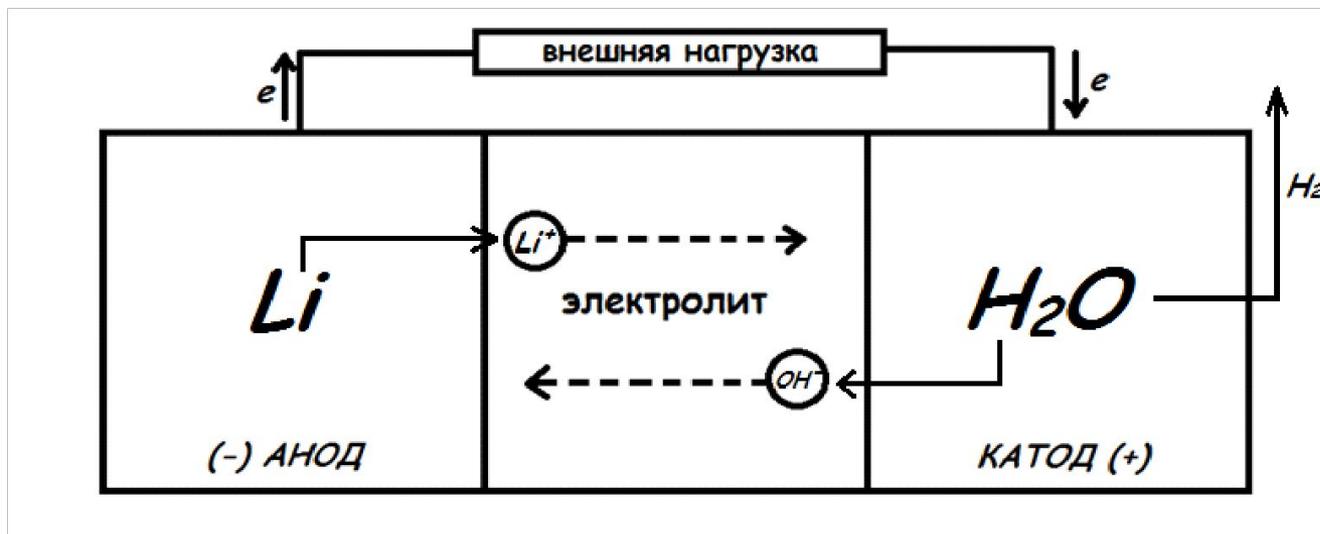


# Почему литий?

- самый отрицательный электродный потенциал среди металлов (-3,04 В в водном растворе)
- самая высокая удельная энергия (11760 Вт·ч/кг)



# Щелочной литиевый источник тока



# Требования к неводным растворителям

1. **Устойчивость лития**
2. **Способность образовывать**
  - А) **концентрированные**
  - Б) **высокоэлектропроводные**растворы литиевых солей

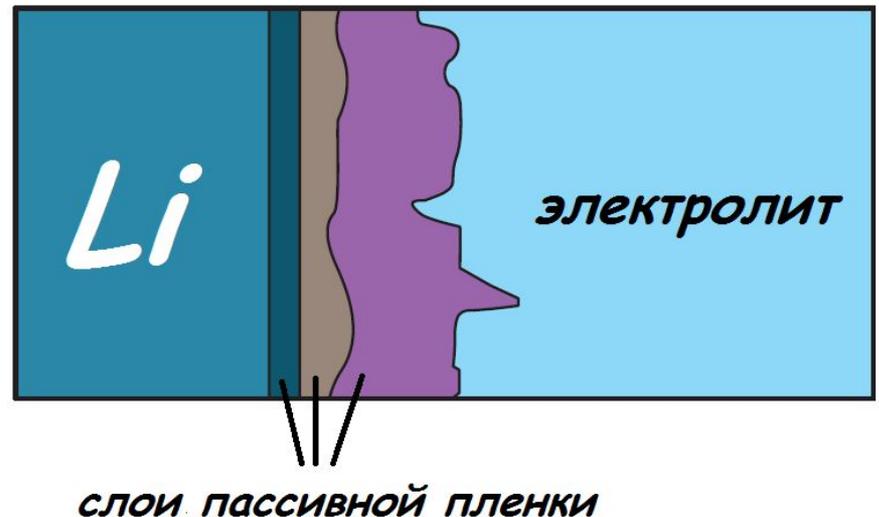
# Литий - «слишком» активный металл

- термодинамические расчеты показывают принципиальную возможность восстановления литием **ВСЕХ** мыслимых веществ, которые могли бы использоваться вместо воды в качестве растворителя
- **ОДНАКО** сохранность литиевого анода – не проблема!

# Литий устойчив в неводных растворителях!

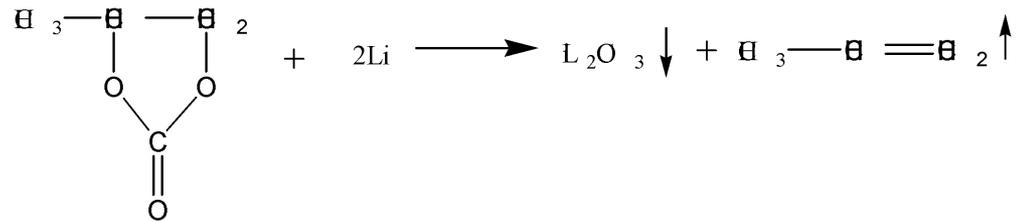
- на поверхности лития образуется защитная пленка из нерастворимых продуктов взаимодействия
  - оксид лития  $\text{Li}_2\text{O}$
  - карбонат лития  $\text{Li}_2\text{CO}_3$
  - галогениды лития
  - другие соли лития

- пленка нанометровой толщины обладает заметной ионной электропроводностью

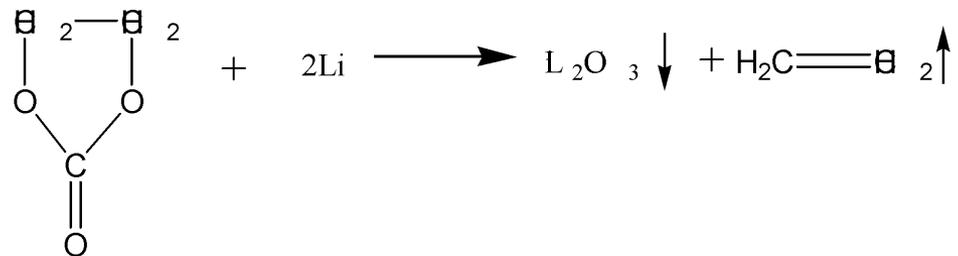


# Пример: образование карбонатной пассивной пленки

- восстановление пропиленкарбоната



- восстановление этиленкарбоната



# Неводные растворители: проблема растворимости

*Простые* литиевые соли и основание (LiOH, LiNO<sub>3</sub> и др.) не растворяются в неводных растворителях

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ: применение **комплексных** солей (LiBH<sub>4</sub>, LiPF<sub>6</sub>, LiAsF<sub>6</sub>, LiClAl<sub>4</sub>)

# Неводные растворители: проблема низкой электропроводности

## Пропиленкарбонат, этиленкарбонат:

(+) Высокая  
диэлектрическая  
проницаемость  
соли хорошо  
диссоциируют

(-) Большая вязкость  
электропроводность  
очень низкая

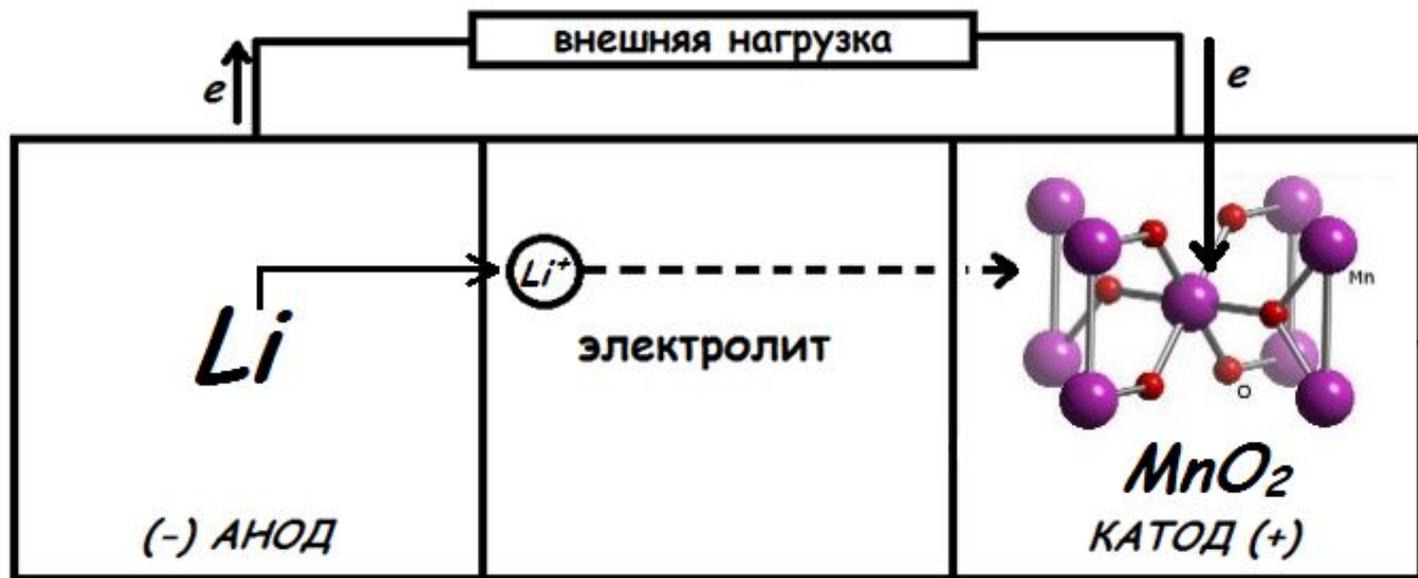
## Диметоксиэтан:

(-) Низкая  
диэлектрическая  
проницаемость  
соли диссоциируют  
плохо

(+) Низкая вязкость

**РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ:** применение смешанных растворителей

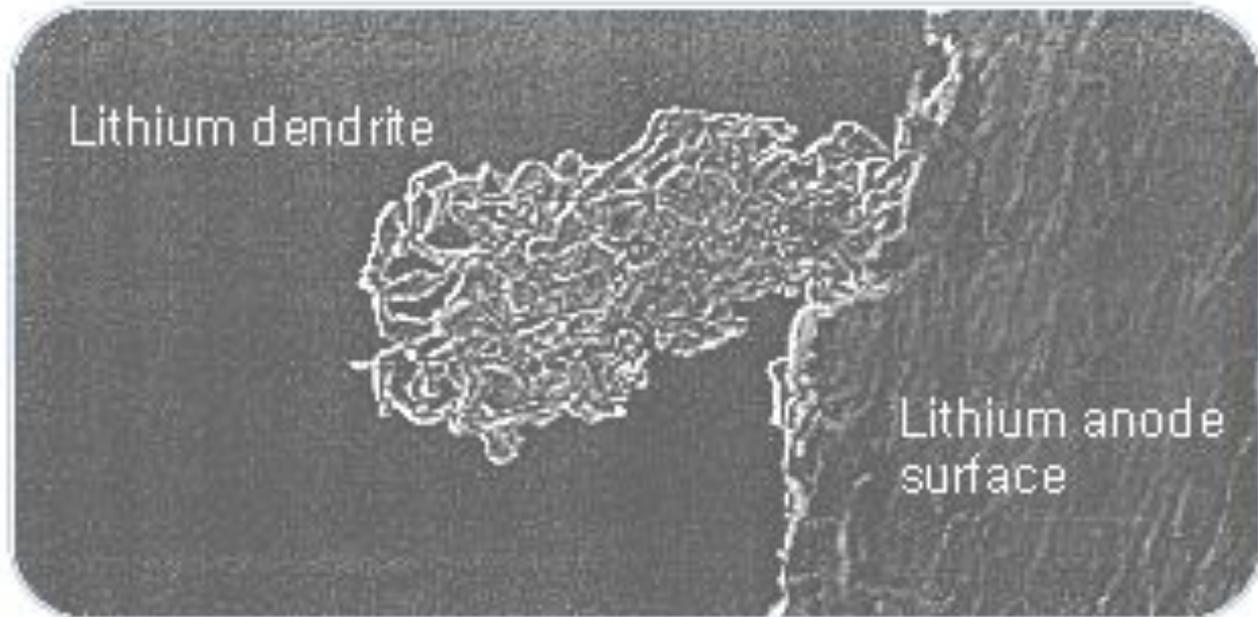
# Электрохимическая система $\text{Li} | \text{MnO}_2$



*токообразующая реакция – интеркаляция лития*

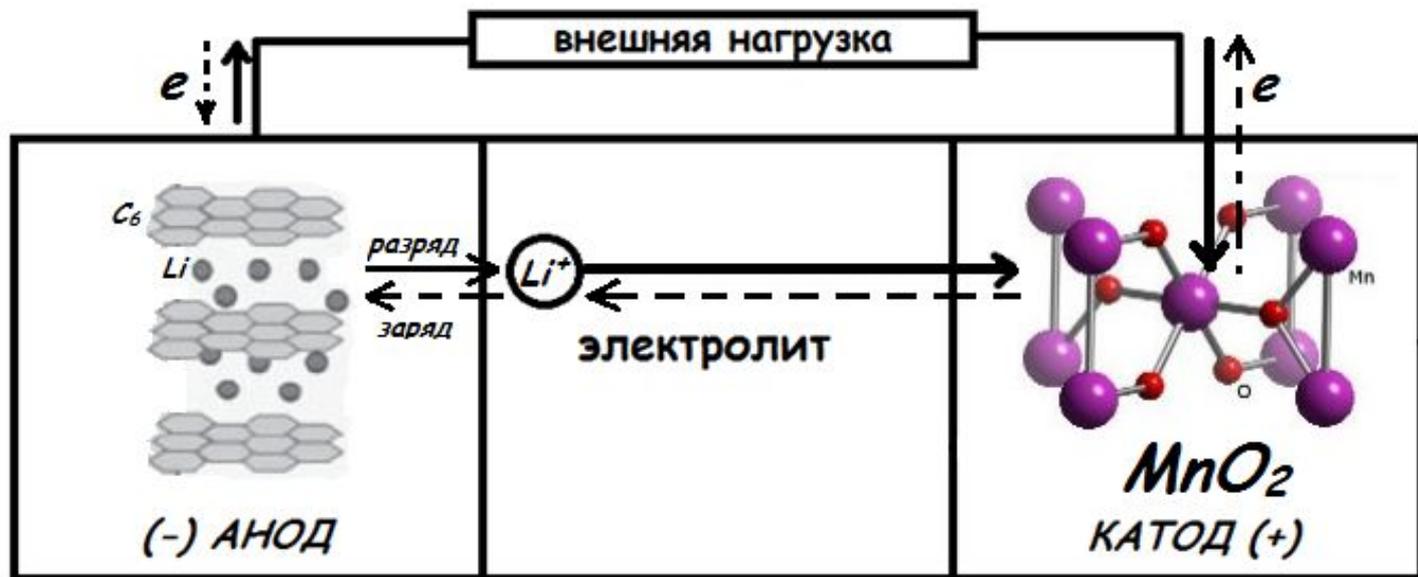


# Металлический литий и аккумуляторы несовместимы?

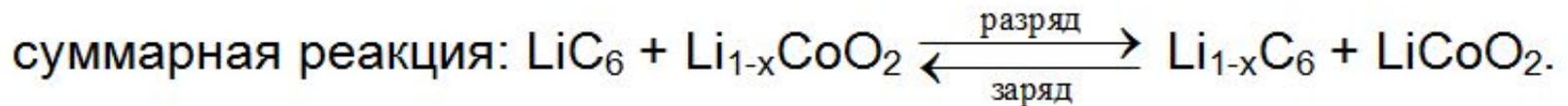
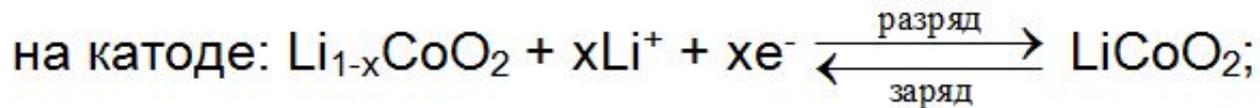
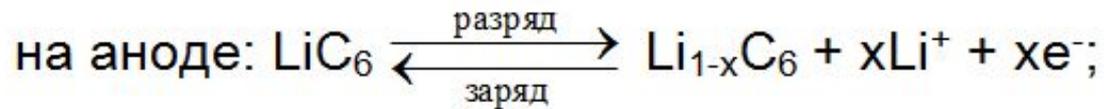


**ПРОБЛЕМА:** защитная пленка инкапсулирует литий

# Решение проблемы: литий-ионный аккумулятор



# Токообразующая реакция: непрерывная перекачка ионов $\text{Li}^+$



## В презентации использованы изображения из открытых источников в Интернет

- <http://dl.schoolnet.by>
- <http://www.nccp.ru/Li/Li-kat.php>
- [http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=21497](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=21497)
- <http://www.xenoenergy.com/xenoenergy/Front/html/frame/eng/technology/Rechargeable.htm>