



КУЛОНОМЕТРЛІК ЗЕРТТЕУ  
ӘДІСІ. ӘДІСТІҢ ПРИНЦИПІ,  
ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ  
МӨЛШЕРІН ӨЛШЕУ ӘДІСТЕРІ

Алматы 2021 ж.

**Кулонометрия** - ерітінді мен балқымадағы электрохимиялық реакция толық жүруі үшін қажетті электрдің мөлшерін өлшеуге негізделген әдіс.

$$1 \text{ Кл} = \text{А} \cdot \text{с}$$

Фарадей (Ф)

## Электролиздің екі заңы:

- Электродта электролизге ұшыраған қосылыстың мөлшері – ерітіндіден өткен электро мөлшеріне тура пропорционал.
- Бірдей мөлшерде электро тоғы өткен кезде электродтың бетінде немесе электрод бетінен бөлінген әртүрлі қосылыстардың массасы – олардың электрохимиялық эквивалентіне пропорционал.

Кулонометрия

```
graph TD; A[Кулонометрия] --> B[Тура]; A --> C[Жанама]; B --> D[E=Const]; C --> E[I=Const]
```

Тура

Жанама

$E=Const$

$I=Const$

Кез-келген қосылыстың 1 моль эквиваленті бөлінуі үшін бір ғана электр мөлшері қажет. Ол:

$$F = \frac{QM}{tn} \eta,$$

*Q* – электродта эквивалентті молярлы массасы ( $M/n$ ) бар *t* гр зат бөлінуі үшін жұмсалатын электр мөлшері;

*M* – анықтайтын заттың молярлы массасы;

*t* – электр өзгерісіне ұшыраған зат массасы;

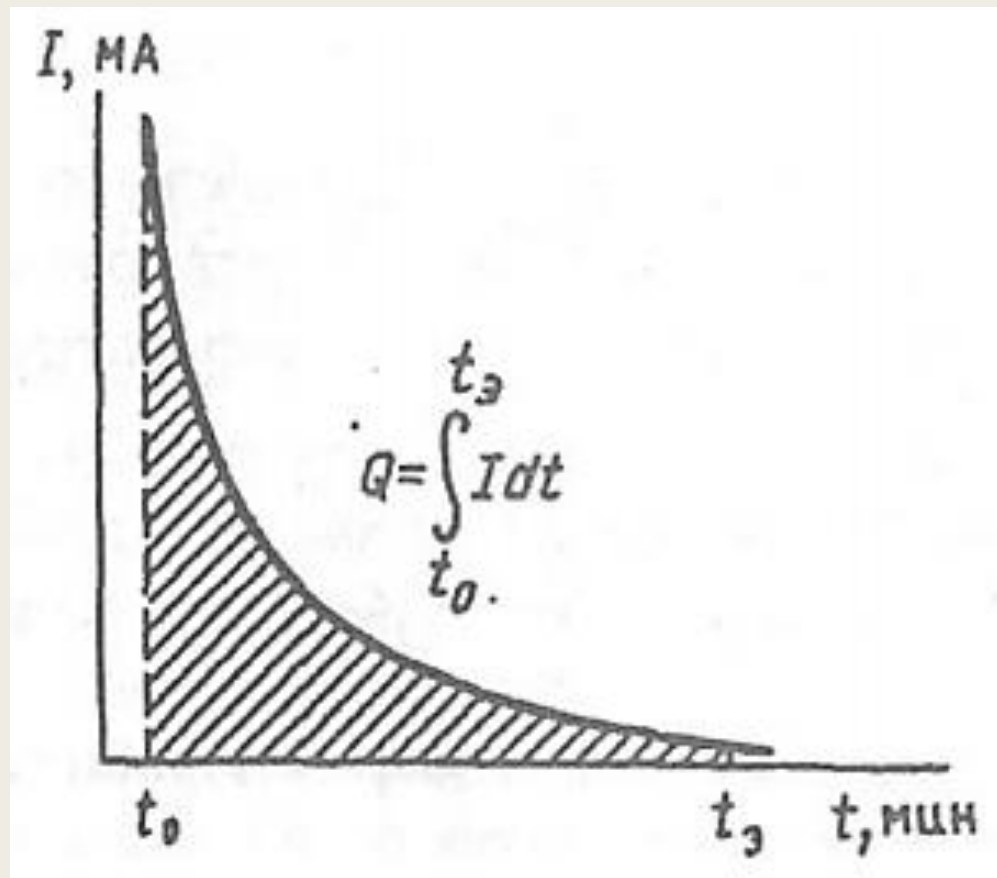
*η* – тоқ эффективтілігі (%)

# Әдістің түрлері:

- Тура кулонометрия – электрохимиялық активті заттарды анықтауға мүмкіндік береді.
- $E = \text{Const}$  кезінде ток күшінің уақыт бойынша өзгеруі:

$$I_t = I_0 \cdot 10^{-kt}$$

$$k = 0,43 \text{ A} \cdot \text{D} / \text{V} \cdot \delta$$

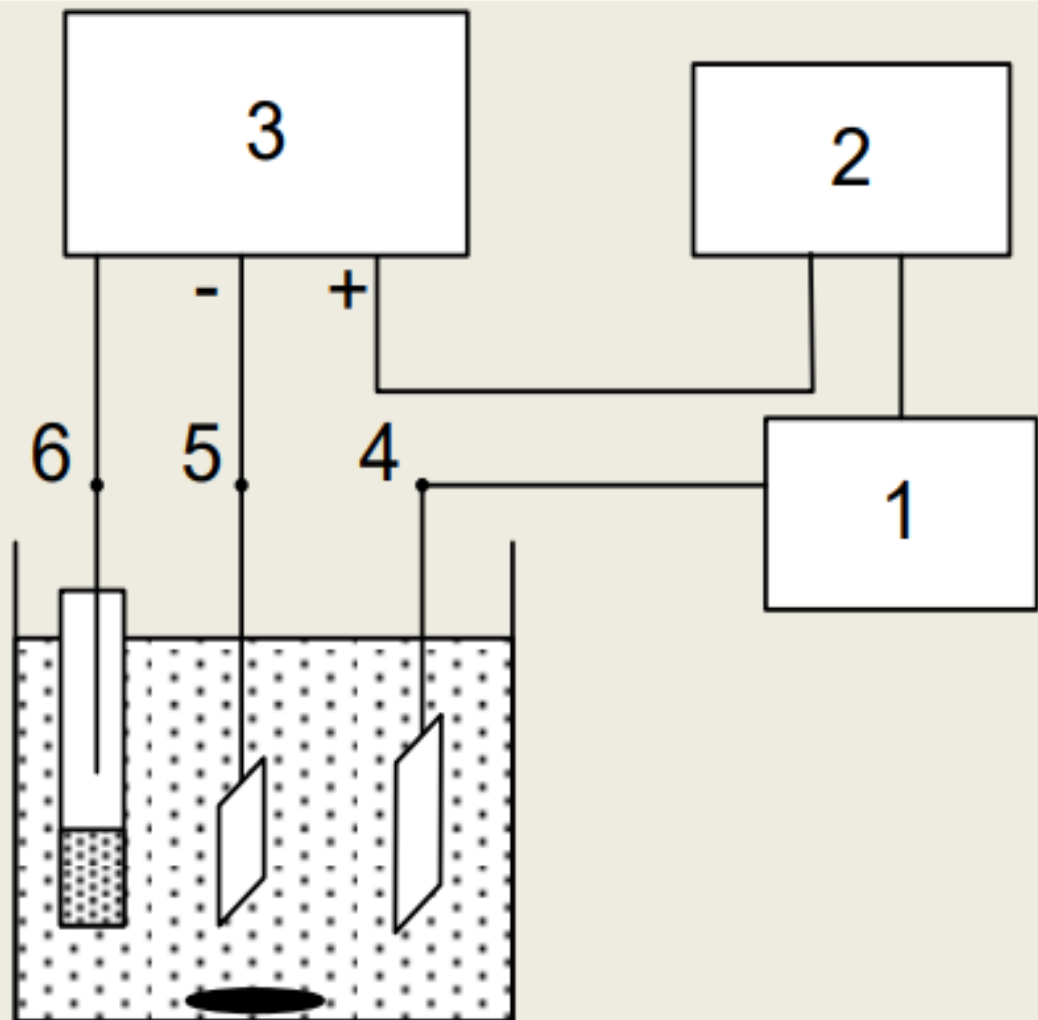


$$Q = \int_0^t I dt.$$

$$I = I_0 \exp(-K \cdot t),$$

$$Q = \frac{I_0}{2,303 \cdot K}$$

## Тура кулонометрдің блок схемасы



- 1 – кулонометр
- 2 – тіркеуші құрылғы
- 3 – потенциостат
- 4 – көмекші электрод
- 5 – жұмысшы электрод
- 6 – салыстыру электроды
- 7 – араластырғыш



# Тура кулонометрия

- Сезгіштігі жоғары
- Жалпы қателік 0,5% -тен аспайды
- $10^{-9}$  гр мөлшерді анықтауға болады
- Эталонсыз, оңай автоматтандырылатын әдіс
- Газдар құрамындағы оттектің мөлшерін анықтауға қолданылады.

# Кулонометрлік титрлеу

Процесс электрод бетінде анықталатын қосылыс титрантпен электрохимиялық реакцияға түсуіне негізделген.

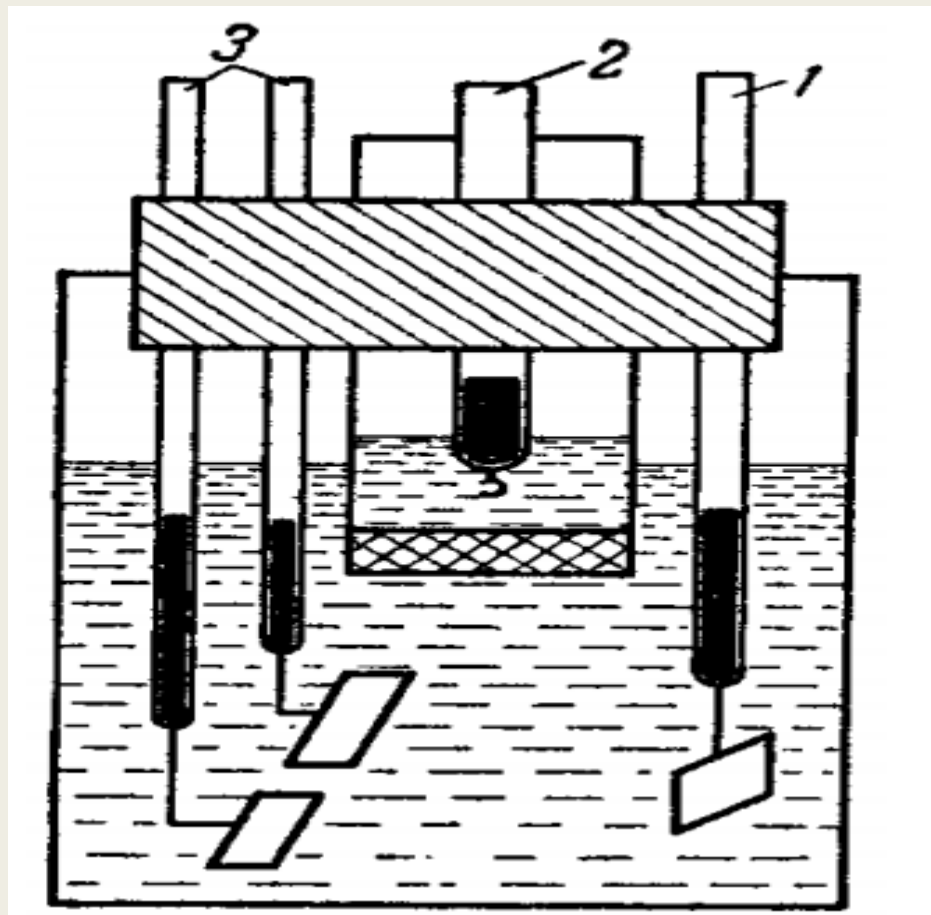
- Генераторлы электрод катод болса:



- Генераторлы электрод анод болса:



# Кулонометрлік титрлеуге арналған электролизёр



1 – жұмысшы электрод  
(платина)  
2 – көмекші электрод  
(платина)  
3 – индикаторлы электрод  
(платина) амперметрлік  
өлшеуге

Кулонометрлік титрлеудің аяқталу уақытын анықтау:

- ✓ Визуалды
- ✓ Құралдық әдістер

## Кулонометрлік титрлеудің артықшылықтары:

1. Қарапайым әдіспен күрделі титранттарды электрлеуге мүмкіндік береді
2. Титранттарды алу үшін тұрақты тоқ көзі болса жеткілікті
3. *In Situ* титрантының нақты концентрациясын анықтауға мүмкіндік береді.
4. Ерітіндінің сұйылмауына қолайлы.

# Кемшілігі

- Басқа заттардың тотығуының немесе тотықсыздануының жанама процестеріне байланысты нәтижелердің бұрмалануы.

# Электр энергиясының мөлшерін өлшеу әдістері

Орындалу техникасы бойынша:

- $I = \text{Const}$  – Гальваностатикалық кулонометрия
- $E = \text{Const}$  – потенциостатикалық кулонометрия
  
- Кулонометр – тұйықталған тізбекте тоқ бойынша шығым 100% стехиометриялы электрохимиялық реакция орындалатын электролиттік ұяшық.

Қосылыстың  
массасын  
анықтау үшін

Гравиметрлік

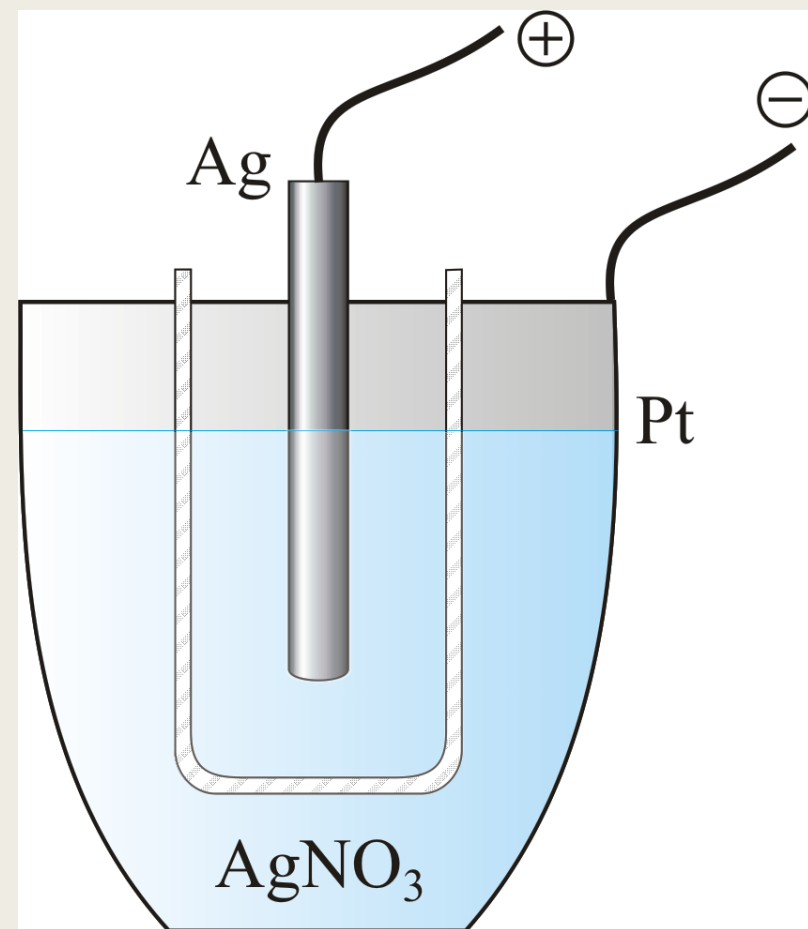
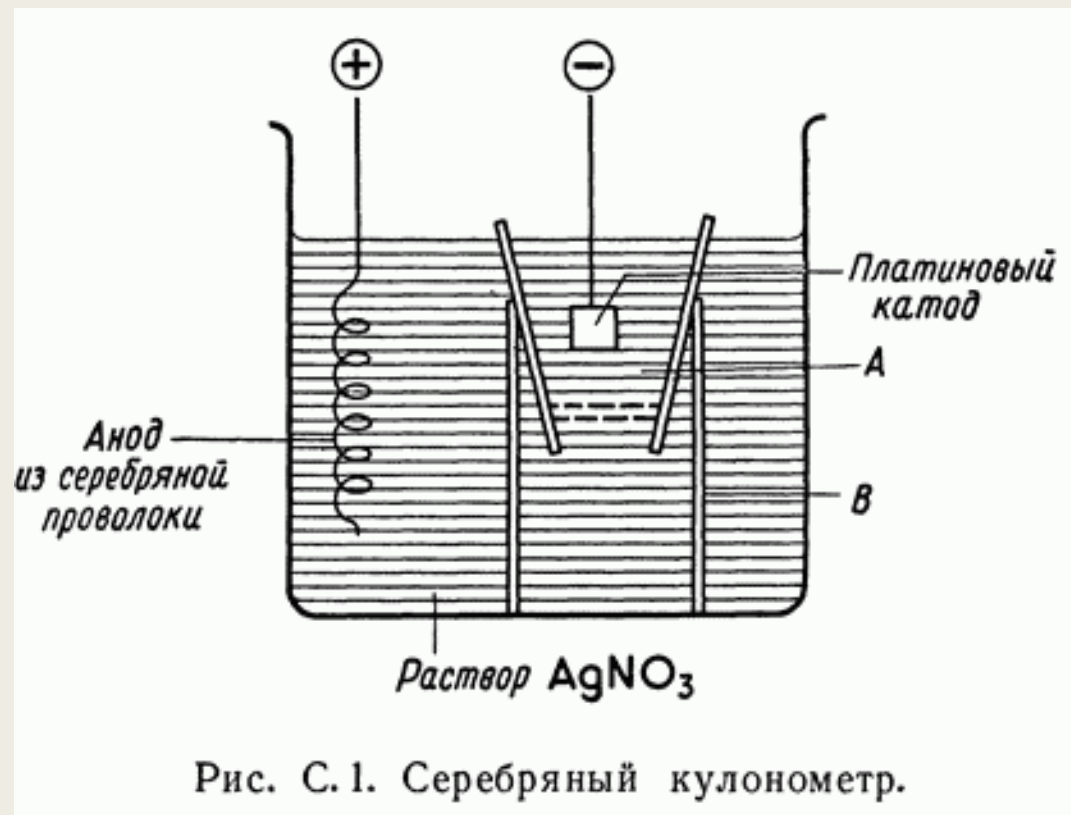
Титриметрлік

күмісті

мысты

йодты





Өлшеу дәлдігі  $\approx 0,005\%$

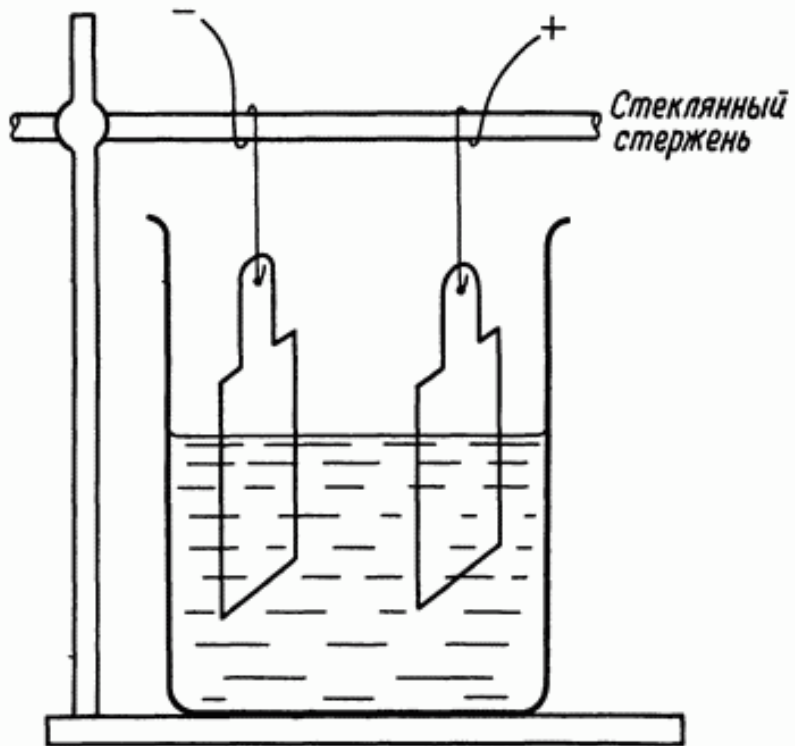
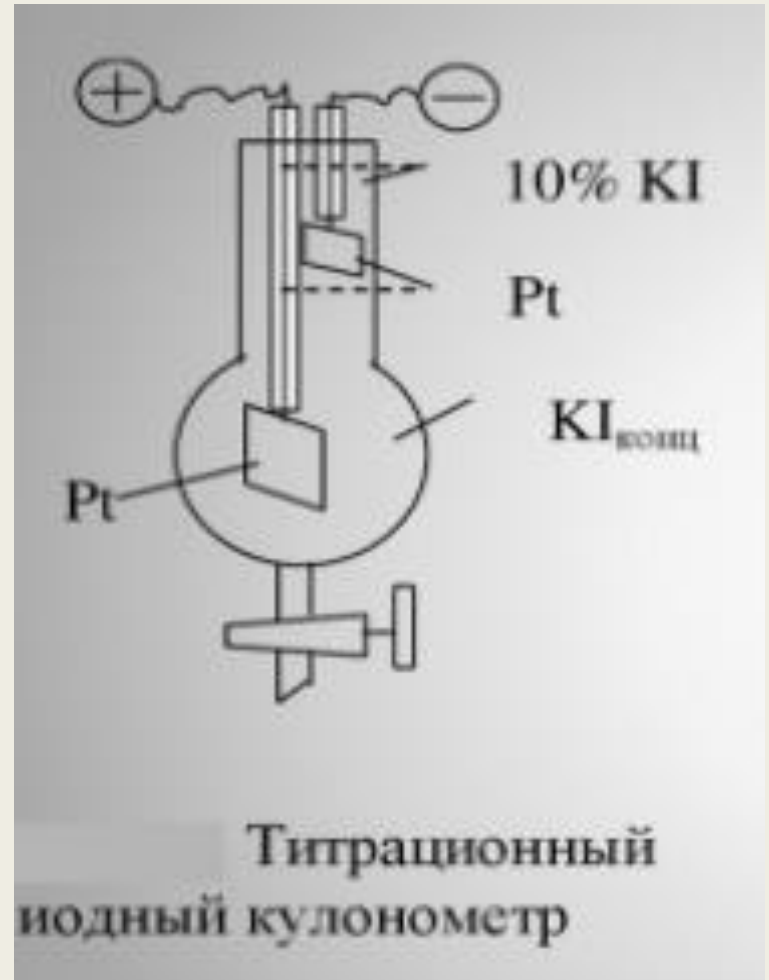
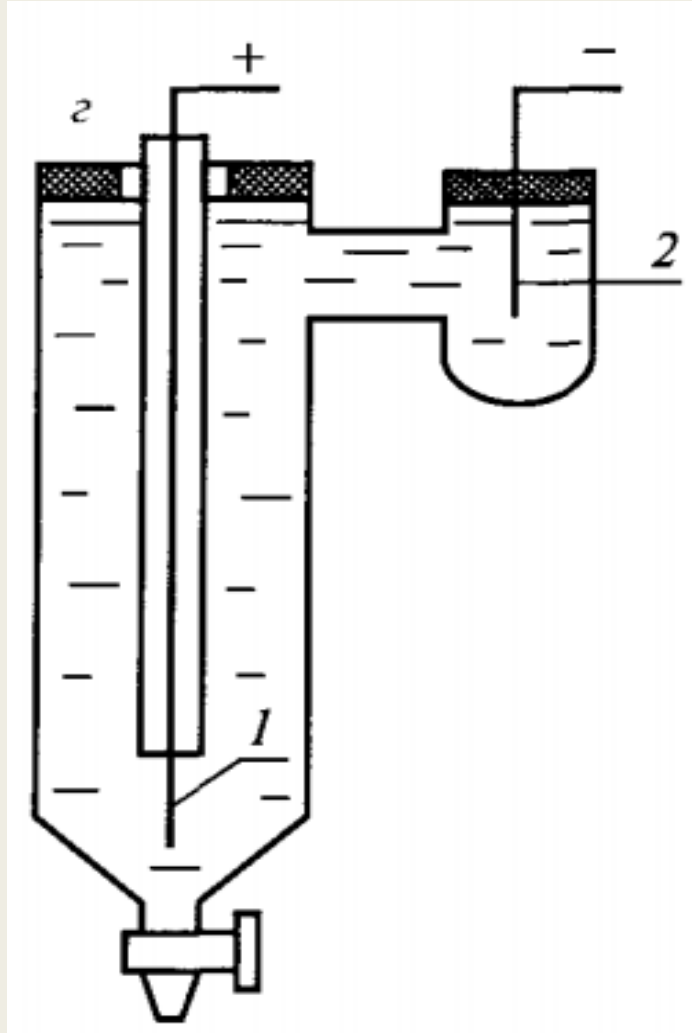


Рис. М. 1. Медный кулонометр для небольших токов.

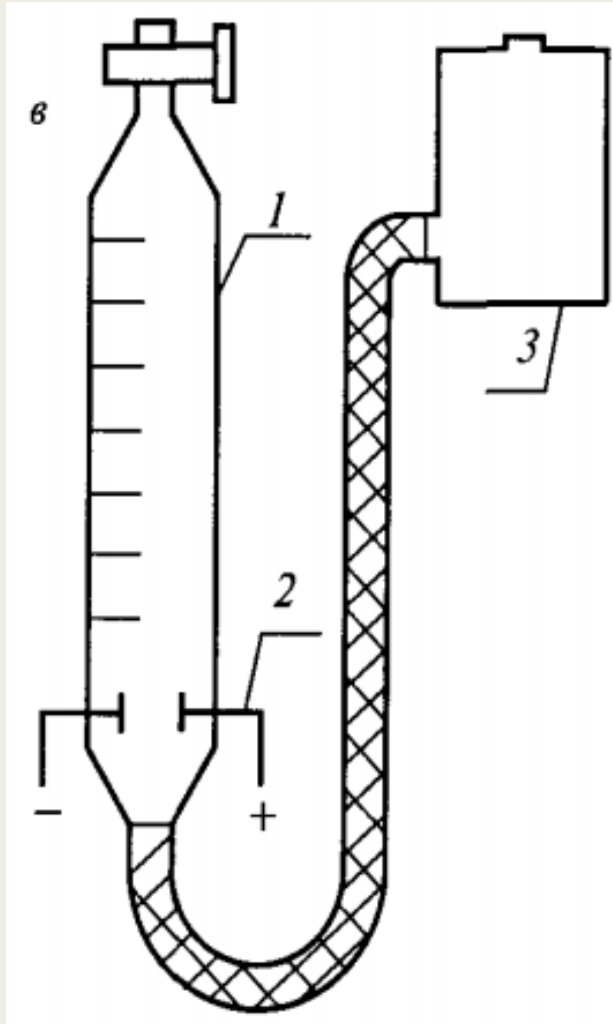


Өлшеу дәлдігі  $\approx 0,1\%$

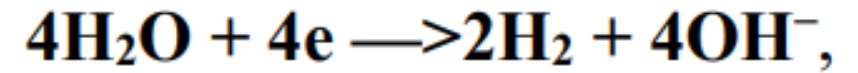


Өлшеу дәлдігі  $\approx 0,01\%$

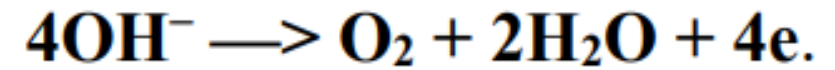
# Көлемді-газды кулонометрия



– Катодта



– Анодта



НАЗАРЛАРЫҢЫЗГА  
РАХМЕТ!