Урок 12 Електричний струм в електролітах. Електроліз

Мета уроку:

Навчальна: Формувати уявлення про природу електричного струму в розчинах і розплавах електролітів та процесу електролізу; з'ясувати фізичний зміст законів електролізу Фарадея, поняття електрохімічного еквівалента; ознайомити учнів з практичним застосуванням електролізу.

Розвивальна. Сприяти збагаченню словникового запасу; формуванню пізнавальної самостійності; розвитку спостережливості, уваги, пам'яті, уяви, мислення; виробленню звички до планування своїх дій.

Виховна. Виховувати уважність, зібраність, спостережливість.

Тип уроку: урок засвоєння нових знань.

Наочність і обладнання: навчальна презентація, комп'ютер, підручник.

Хід уроку

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ЕТАП

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ

Як ви думаєте чи проводить вода електричний струм?

III. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

1. Електроліти

Проведемо дослід

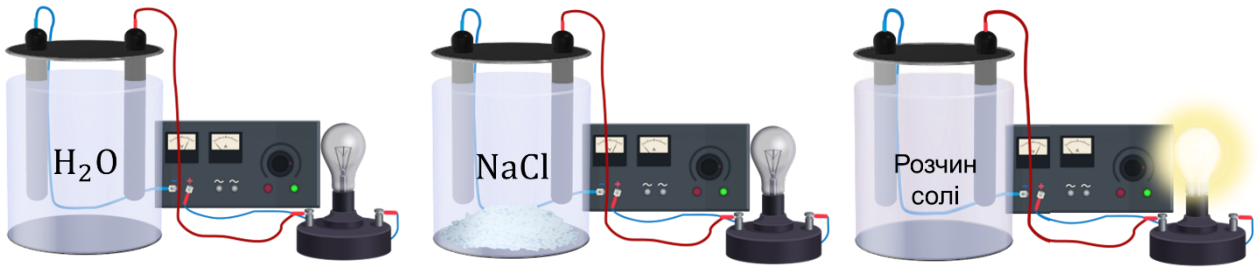
У посудину з дистильованою водою опустимо два електроди. Зберемо коло із джерела струму, ключа, лампочки та чутливого амперметра. Якщо замкнути коло, то стрілка амперметра не відхилиться. Це означає, що дистильована вода не містить вільних носіїв заряду й у колі немає струму.

У такий же спосіб можна переконатися, що суха кам'яна сіль так само є діелектриком.

А тепер «об'єднаємо» ці два діелектрики: насиплемо у посудину з водою дві-три ложки кам'яної солі. Ми побачимо, що лампочка загориться, причому в міру розчинення солі розжарення лампи збільшується.

Цей дослід доводить, що підсолена вода є провідником, причому носії заряду з'являються під час розчинення солі у воді.

За допомогою подібних дослідів можна визначити, що практично усі водні розчини солей, кислот і лугів є провідниками електричного струму.



Електроліти – речовини, водні розчини або розплави яких проводять електричний струм.

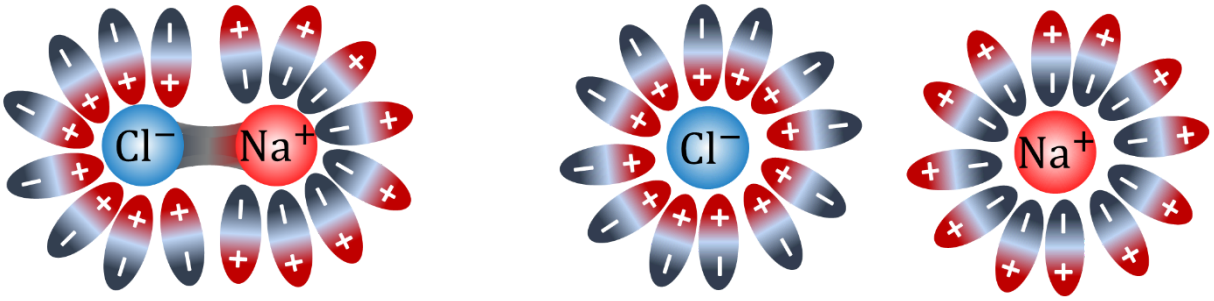
2. Електричний струм в електролітах

Проблемне питання

• Що відбувається в розчині електроліту коли електричне поле відсутнє?

Коли кристалик кухонної солі потрапляє у воду, полярні молекули води оточують йони Натрію та йони Хлору і відокремлюють їх від кристалика.

У результаті в розчині з'являються вільні заряджені частинки – позитивні й негативні йони.



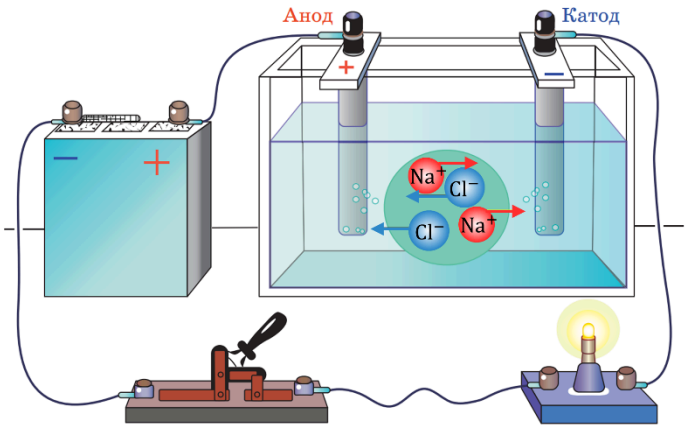
Електролітична дисоціація – це розпад речовин на йони внаслідок дії полярних молекул розчинника.

У розчині може відбуватися також процес, що називається рекомбінацією.

Рекомбінація – процес з'єднання йонів у нейтральні молекули.

Проблемне питання

• Що ж відбудеться, якщо в розчині електроліту створити електричне поле?

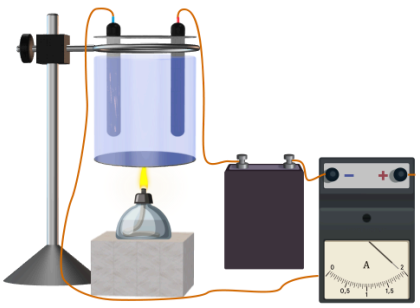


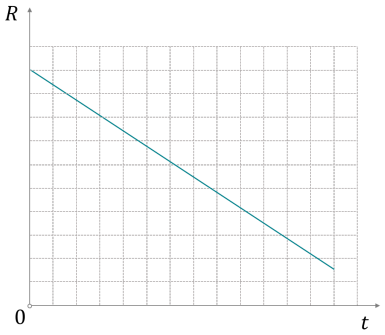
Якщо в розчин або розплав помістити електроди, приєднані до різнойменних полюсів джерела струму, то, як і вільні електрони в металах, йони дрейфуватимуть у певному напрямку: позитивні йони (катіони) – до негативного електрода (катода); негативні йони (аніони) – до позитивного електрода (анода). Тобто в розчині виникне *електричний струм.*

Електричний струм у розчинах і розплавах електролітів – це напрямлений рух вільних йонів (позитивних і негативних йонів).

Зазначимо, що зі збільшенням температури кількість йонів у електроліті збільшується, відповідно збільшується й сила струму.

При нагріванні електроліту сила струму збільшується, отже опір зменшується.

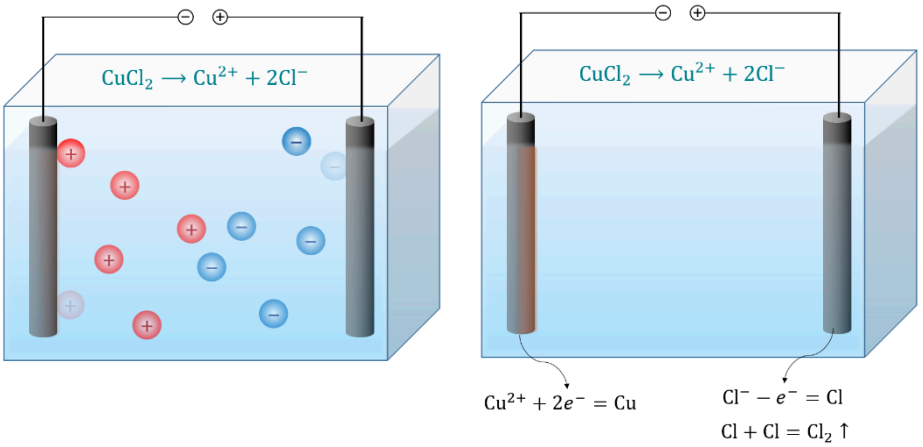




3. Електроліз

Якщо струм проходить крізь розчин мідного купоросу, то із часом виявимо, що на катоді утворився тонкий шар міді.

На аноді негативно заряджені іони віддають свої зайві електрони (у хімії цей процес називається окисною реакцією), а на катоді позитивні іони одержують відсутні електрони (відновна реакція).



Електроліз – це процес виділення речовин на електродах, пов'язаний з окисно-відновними реакціями, які відбуваються на електродах під час проходження струму.

4. Закони Фарадея

У 1833-1834 рр. видатний англійський учений Майкл Фарадей (1791-1867) експериментально встановив кількісні співвідношення явища електролізу.

Перший закон електролізу (перший закон Фарадея):

Маса речовини, яка виділяється на електроді під час електролізу, прямо пропорційна силі струму I та часу t його проходження через електроліт:

$$m = kIt \qquad m = kq$$

q – заряд, що пройшов через електроліт

k – електрохімічний еквівалент речовини

Проблемне питання

• Як визначається та від чого залежить електрохімічний еквівалент речовини?

Другий закон електролізу (другий закон Фарадея):

Електрохімічний еквівалент k прямо пропорційний відношенню молярної маси M елемента до валентності n цього елемента в даній хімічній сполуці:

$$k = \frac{1}{F} \bullet \frac{M}{n}$$

F – стала Фарадея $\left(F = |e|N_A\right)$

Електрохімічний еквівалент деяких речовин, 10^{-6} кг/Кл

Алюміній (Al^{3+})	0,093	Натрій (Na^+)	0,24
Залізо (Fe^{3+})	0,193	Нікель (Ni^{2+})	0,30
Водень (H^+)	0,0104	Срібло (Ag^+)	1,12
Кисень (O^{2-})	0,0829	Хлор (Cl^-)	0,37
Мідь (Cu^+)	0,66	Хром (Cr^{3+})	0,18
Мідь (Cu^{2+})	0,33	Цинк (Zn^{2+})	0,34

Одиниця електрохімічного еквівалента в СІ – **кілограм на кулон:** $[k] = \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$

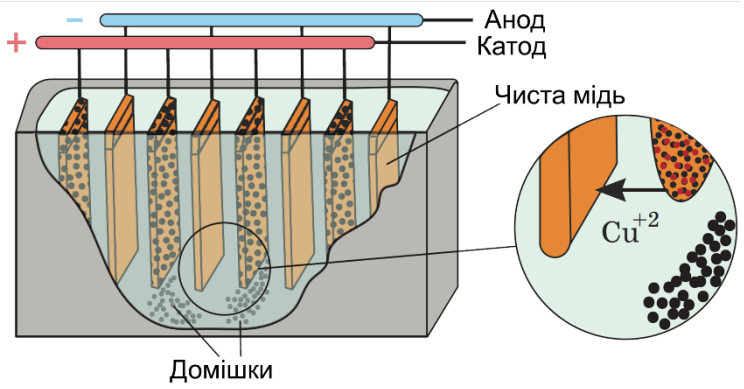
5. Застосування електролізу

Проблемне питання

• Яке практичне значення електролізу?

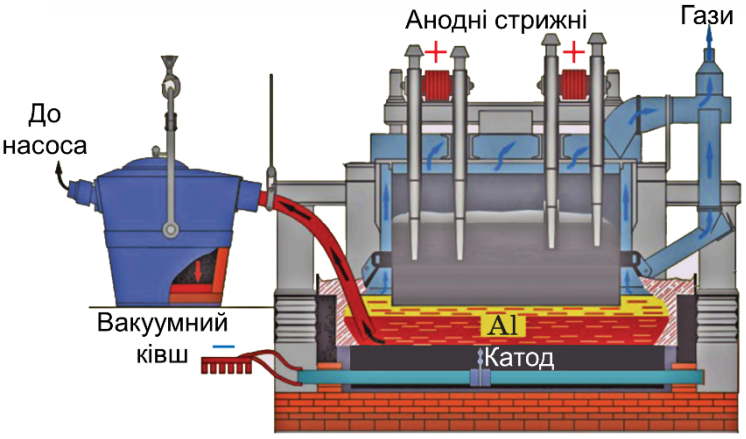
Рафінування – очищення металів за допомогою електролізу.

Рафінування міді: тонка пластинка чистої міді є катодом, товста пластинка неочищеної міді – анодом; ванна наповнена водним розчином купрум (II) сульфату.

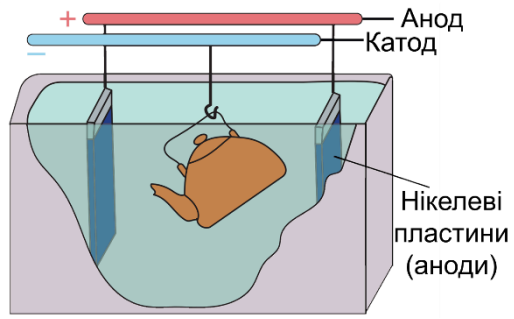


Виробництво металів (цинк, алюміній, мідь тощо).

Електролітом є розчин чи розплав солі або оксиду металічного елемента. Катодом слугують дно та стінки ванни, і метал збирається на дні ванни; анодом слугує вугільний блок.

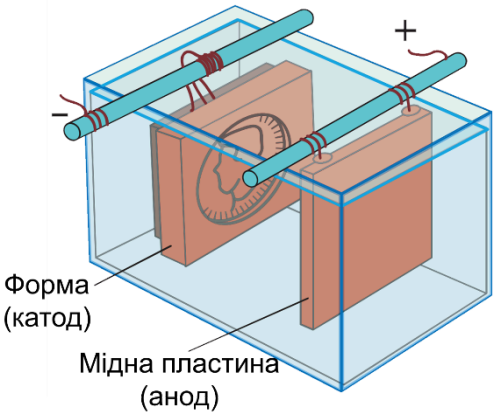


Гальваностегія – електролітичний спосіб покриття виробу тонким шаром металу (сріблення, хромування, позолочення, нікелювання). Предмет, який покривають металом, є катодом, металева пластинка – анодом.



Гальванопластика – це отримання за допомогою електролізу точних копій рельєфних виробів.

Восковий зліпок, покритий тонким шаром графіту, є катодом, срібна пластинка – анодом.



IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

1. Скільки двовалентної міді виділиться під час електролізу протягом 3 год, якщо сила струму становить 10 А?

Дано:	***Розв'язання***
$t = 3$ год	$m = kIt$
$= 10,8 \cdot 10^3$ с	$[m] = \frac{\text{кг}}{\text{Кл}} \cdot \text{А} \cdot \text{с} = \frac{\text{кг}}{\text{Кл}} \cdot \text{Кл} = \text{кг}$

$I = 10$ А $k = 0,33 \cdot 10^{-6}\ \frac{кг}{Кл}$	$m = 0,33 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10,8 \cdot 10^{3} = 35,64 \cdot 10^{-3}$ (кг) ***Відповідь:*** $m = 35,64$ г.
$m - ?$	

2. За 10 хв в електролітичній ванні виділилося 508 мг двовалентного металу. Визначте, який це метал, якщо сила струму під час електролізу становила 2,5 А.

Дано: $t = 10$ хв $= 600$ с $m = 508$ мг $= 508 \bullet 10^{-6}$ кг $I = 2,5$ А	***Розв'язання*** $m = kIt \quad => \quad k = \frac{m}{It}$ $[k] = \frac{кг}{А \cdot с} = \frac{кг}{Кл}$ $k = \frac{508 \bullet 10^{-6}}{2,5 \cdot 600} \approx 0,34 \cdot 10^{-6} \left(\frac{кг}{Кл}\right)$
$k - ?$	***Відповідь:*** $k \approx 0,34 \cdot 10^{-6}\ \frac{кг}{Кл}$; Цинк $\left(Zn^{2+}\right)$.

3. Визначте витрати електроенергії на рафінування 200 кг міді, якщо напруга на електродах електролітичної ванни становить 0,4 В. (Електролітичне рафінування – електроліз водних розчинів або сольових розплавів, що дозволяє одержувати метали високої чистоти.)

Дано: $m = 200$ кг $U = 0,4$ В $k = 0,33 \cdot 10^{-6}\ \frac{кг}{Кл}$	***Розв'язання*** $A = UIt$ $m = kIt \quad => \quad I = \frac{m}{kt}$ $A = U \cdot \frac{m}{kt} \cdot t = \frac{Um}{k}$ $[A] = \frac{В \cdot кг}{\frac{кг}{Кл}} = В \cdot А \cdot с = Дж$ $A = \frac{0,4 \cdot 200}{0,33 \cdot 10^{-6}} \approx 242 \cdot 10^{6}$ (Дж)
$A - ?$	***Відповідь:*** $A \approx 242$ МДж.

4. Дві електролітичні ванни з'єднані послідовно. Визначити, яка кількість тривалентного заліза виділиться в другій ванні за той самий час, за який у першій ванні виділилося 19,5 г двовалентного цинку.

1 спосіб

Дано:

$k_з = 0,193 \cdot 10^{-6} \frac{кг}{Кл}$

$k_ц = 0,34 \cdot 10^{-6} \frac{кг}{Кл}$

$m_ц = 19,5$ г

$= 19,5 \bullet 10^{-3}$ кг

$m_з - ?$

Розв'язання

Ванни з'єднано послідовно: $I = I_ц = I_з$

$$m = kIt \quad => \quad I = \frac{m}{kt}$$

$$I_ц = \frac{m_ц}{k_ц t} \qquad I_з = \frac{m_з}{k_з t}$$

$$\frac{m_ц}{k_ц t} = \frac{m_з}{k_з t} \quad => \quad m_з = m_ц \frac{k_з}{k_ц}$$

$$[m_з] = кг \cdot \frac{\frac{кг}{Кл}}{\frac{кг}{Кл}} = кг$$

$$m_з = 19,5 \bullet 10^{-3} \bullet \frac{0,193 \cdot 10^{-6}}{0,34 \cdot 10^{-6}} \approx 11 \bullet 10^{-3} \text{ (кг)}$$

Відповідь: $m_з \approx 11$ г.

2 спосіб

Дано:

$n_з = 3$

$n_ц = 2$

$m_ц = 19,5$ г

$= 19,5 \bullet 10^{-3}$ кг

$M_ц = 65,4 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль}$

$M_з = 55,8 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль}$

$m_з - ?$

Розв'язання

Ванни з'єднано послідовно: $I = I_ц = I_з$

$$m = kIt \qquad k = \frac{1}{F} \bullet \frac{M}{n} \quad => \quad m = \frac{MIt}{Fn}$$

$$I = \frac{mFn}{Mt} \qquad I_ц = \frac{m_ц F n_ц}{M_ц t} \qquad I_з = \frac{m_з F n_з}{M_з t}$$

$$\frac{m_ц F n_ц}{M_ц t} = \frac{m_з F n_з}{M_з t} \quad => \quad m_з = m_ц \frac{n_ц M_з}{n_з M_ц}$$

$$[m_з] = кг \cdot \frac{\frac{кг}{моль}}{\frac{кг}{моль}} = кг$$

$$m_з = 19,5 \bullet 10^{-3} \bullet \frac{2 \cdot 55,8 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 65,4 \cdot 10^{-3}} \approx 11 \bullet 10^{-3} \text{ (кг)}$$

Відповідь: $m_з \approx 11$ г.

5. Скільки часу потрібно для покриття електролітичним способом виробу шаром срібла товщиною 20 мкм, якщо площа поверхні виробу 200 см^2, а сила струму під час електролізу дорівнює 0,5 А?

Дано:

$h = 20$ мкм

$= 20 \bullet 10^{-6}$ м

$S = 200$ см^2

$= 2 \cdot 10^{-2}$ м^2

$I = 0,5$ А

$k = 1,12 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$

$\rho = 10,5 \cdot 10^{3} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

t – ?

Розв'язання

Масу шару срібла, отриманого за час t, одержимо із закону електролізу: $m = kIt$

З іншого боку, цю саму масу можна виразити через площу пластинки і товщину шару срібла: $m = \rho Sh$

Прирівняємо обидва вирази для маси: $kIt = \rho Sh$

$$t = \frac{\rho Sh}{kI} \qquad [t] = \frac{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \bullet \text{м}^2 \cdot \text{м}}{\frac{\text{кг}}{\text{Кл}} \cdot \text{А}} = \frac{\text{кг}}{\frac{\text{кг}}{\text{А} \cdot \text{с}} \cdot \text{А}} = \text{с}$$

$$t = \frac{10,5 \cdot 10^{3} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \bullet 20 \bullet 10^{-6}}{1,12 \cdot 10^{-6} \cdot 0,5} = 7500 \text{ (с)}$$

Відповідь: $t = 2$ год 5 хв.

V. ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

Бесіда за питаннями

1. У чому полягає явище електролітичної дисоціації? Наведіть приклади.
2. Що таке електроліт?
3. Що являє собою електричний струм у розчинах і розплавах електролітів?
4. Опишіть процес електролізу.
5. Сформулюйте закони Фарадея.
6. Наведіть приклади застосування електролізу.

VI. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати § 6, Вправа № 6 (2, 3)

Додаткові задачі

1. Визначте силу струму під час електролізу, якщо за 10 хв на катоді відклалося 0,316 г міді.

Дано:

$t = 10$ хв $= 600$ с

$m = 0,316$ г

$= 316 \bullet 10^{-6}$ кг

$k = 0,33 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$

$I - ?$

Розв'язання

$$m = kIt \quad => \quad I = \frac{m}{kt}$$

$$[I] = \frac{\text{кг}}{\frac{\text{кг}}{\text{Кл}} \cdot \text{с}} = \frac{\text{кг}}{\frac{\text{кг}}{\text{А} \cdot \text{с}} \cdot \text{с}} = \text{А}$$

$$I = \frac{316 \bullet 10^{-6}}{0,33 \cdot 10^{-6} \cdot 600} \approx 1,6 \text{ (А)}$$

Відповідь: $I \approx 1,6$ А.

2. Визначте електрохімічний еквівалент речовини, якщо при проходженні через розчин електроліту струму силою 1 А протягом 2 год на катоді виділилося 8,05 г речовини.

Дано:

$I = 1$ А

$t = 2$ год

$= 7,2 \cdot 10^{3}$ с

$m = 8,05$ г

$= 8,05 \bullet 10^{-3}$ кг

$k - ?$

Розв'язання

$$m = kIt \quad => \quad k = \frac{m}{It}$$

$$[k] = \frac{\text{кг}}{\text{А} \cdot \text{с}} = \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$$

$$k = \frac{8,05 \bullet 10^{-3}}{1 \cdot 7,2 \cdot 10^{3}} = \frac{2,45 \bullet 10^{-3}}{7,2 \cdot 10^{3}} \approx 1,118 \cdot 10^{-6} \left(\frac{\text{кг}}{\text{Кл}}\right)$$

Відповідь: $k \approx 1,118 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$.

3. Як зміниться кількість речовини, що виділилася на електродах у процесі електролізу, якщо: а) збільшити напругу на електродах; б) зблизити електроди; в) нагріти розчин?

Збільшиться у всіх випадках.

4. За 10 хв в електролітичній ванні виділилося 3,36 г одновалентного металу. Визначте, який це метал, якщо сила струму під час електролізу становила 5 А.

Дано:

$t = 10$ хв $= 600$ с

$m = 3,36$ г

$= 3,36 \bullet 10^{-3}$ кг

Розв'язання

$$m = kIt \quad => \quad k = \frac{m}{It}$$

$$[k] = \frac{\text{кг}}{\text{А} \cdot \text{с}} = \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$$

$I = 5$ А	$k = \frac{3{,}36 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 600} = 1,12 \cdot 10^{-6} \left(\frac{кг}{Кл}\right)$
$k - ?$	***Відповідь:*** $k = 1,12 \cdot 10^{-6}$ $\frac{кг}{Кл}$; Срібло $\left(Ag^{+}\right)$.

5. Під час електролізу мідного купоросу виконана робота склала 55,6 Дж. Визначте масу отриманої міді, якщо напруга на затискачах ванни становила 6 В.

Дано:	***Розв'язання***
$A = 55,6$ Дж	$A = UIt \qquad m = kIt$
$U = 6$ В	$\frac{A}{m} = \frac{U}{k} \qquad => \qquad m = \frac{Ak}{U}$
$k = 0,33 \cdot 10^{-6}$ $\frac{кг}{Кл}$	$[m] = \frac{Дж \cdot \frac{кг}{Кл}}{В} = \frac{В \cdot А \cdot с \cdot \frac{кг}{А \cdot с}}{В} = кг$
$m - ?$	$m = \frac{55{,}6 \cdot 0{,}33 \cdot 10^{-6}}{6} \approx 3 \cdot 10^{-6}$ (кг)
	Відповідь: $m \approx 3$ мг.