

Guía para Estudiantes - Experimento n°2

“Reacciones Óxido-Reducción”

1- DATOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD

CONTENIDO: Reacciones óxido-reducción, celdas electroquímicas.

RESUMEN DE LA ACTIVIDAD:

En esta sesión de laboratorio se realizarán tres actividades: la medición del voltaje de una celda de Daniell, la identificación de cambios químicos y físicos asociados a reacciones REDOX, y la electrólisis del agua.

En todas las actividades se identificarán dos semirreacciones:

- Oxidación: aumento del estado de oxidación de un elemento, dado por la pérdida de electrones
- Reducción: disminución del estado de oxidación de un elemento, dado por la ganancia de electrones

OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD:

- Desarrollar habilidades prácticas a partir de un procedimiento de laboratorio, siguiendo sus protocolos y normas de seguridad y trabajo en grupo en este contexto.
- Efectuar la preparación y medición del voltaje (fem) de una celda
- Realizar reacciones REDOX en tubos de ensayo e identificar los productos de la reacción.
- Identificar las semirreacciones y productos asociados a la electrólisis del agua a partir de una experiencia demostrativa.
- Identificar y comprender conceptos asociados a las reacciones óxido-reducción tales como voltaje, agente oxidante y reductor, estado de oxidación, cátodo y ánodo, espontaneidad, entre otros desde un punto de vista experimental.

PRECAUCIONES Y SEGURIDAD:

- ✓ Debe presentarse al laboratorio con pantalón largo y zapatos cerrados.
- ✓ Debe traer delantal para poder entrar al laboratorio.
- ✓ Durante la realización de los experimentos usted debe usar los EPP (Elementos de Protección Personal): delantal, antiparras y guantes de nitrilo.
- ✓ Tenga cuidado de no derramar los líquidos utilizados en la experiencia. Si ocurre avisar de inmediato al auxiliar para limpiar de forma segura.

Nota: los EPP son los que nos protegerán de posibles quemaduras o irritaciones causadas por la manipulación de reactivos. Antiparras y guantes se entregarán en el laboratorio.



ACTIVIDADES PREVIAS AL EXPERIMENTO:

- a) Antes de entrar al laboratorio, el estudiante deberá entregar el **consentimiento informado** con nombre y firma de forma digital. Para esto, se habilitará una tarea en la plataforma de U-Cursos durante las semanas anteriores. En este documento el estudiante afirma haber leído las normas de seguridad y se hace responsable de su cumplimiento.
- b) Es requisito para antes de la fecha del laboratorio haber respondido el test de entrada con un 80% de aciertos durante las fechas informadas, demostrando que se leyó y entendió este protocolo y la guía de seguridad.
- c) **Ingreso sala de casilleros: Al ingresar el estudiante a esta sala debe tener el delantal puesto,** y dejar sus pertenencias en los casilleros incluyendo su celular. Solo se puede entrar al laboratorio con calculadora, lápiz, goma y TUI.
- d) Antes de ingresar al laboratorio, colóquese guantes de nitrilo de su medida (S, M o L) ubicados en la mesa de entrada y dirigirse a su mesón asignado, prestando atención a las indicaciones dadas por el cuerpo docente.
- e) Una vez dentro del laboratorio, debe identificar la ducha de emergencia (la que se encuentra a la entrada, al lado del mesón 5) y los dispositivos de lavado de ojos (en los lavaderos de los mesones 3 y 4). Puede preguntar al auxiliar de ser necesario.
- f) Una vez en su puesto de trabajo encontrará la guía de estudiante plastificada, que debe dejar en el mismo lugar al final del laboratorio; la guía de evaluación y los materiales requeridos para el experimento que debe realizar junto a su grupo. **No toque nada hasta que el cuerpo docente le indiquen que puede empezar.**
- g) En la parte superior de cada mesón se encontrará un computador con su correspondiente mouse y teclado. **No los toque ni los mueva de su lugar hasta que llegue al paso del protocolo donde lo indique. Está prohibido usar el computador para actividades ajenas a la realización del laboratorio. No debe manipular en ningún momento la interfase del equipo.**
- h) Mediante un Powerpoint el Profesor les hará un resumen tanto de las normas de seguridad como del experimento que usted realizará. Además, presentará la parte demostrativa asociada a la electrólisis. Una vez termine la explicación del profesor y le indique que pueden iniciar el experimento, guarden la silla debajo del mesón y puede empezar la primera parte siguiendo los pasos del protocolo. Los experimentos se realizan de pie.
- i) Durante el experimento, usted debe permanecer en su puesto de trabajo. No puede moverse a otras zonas del laboratorio, a no ser que el auxiliar de su mesón lo autorice. Si necesita ayuda levante la mano en su puesto.

Parte I. Celda de Daniell

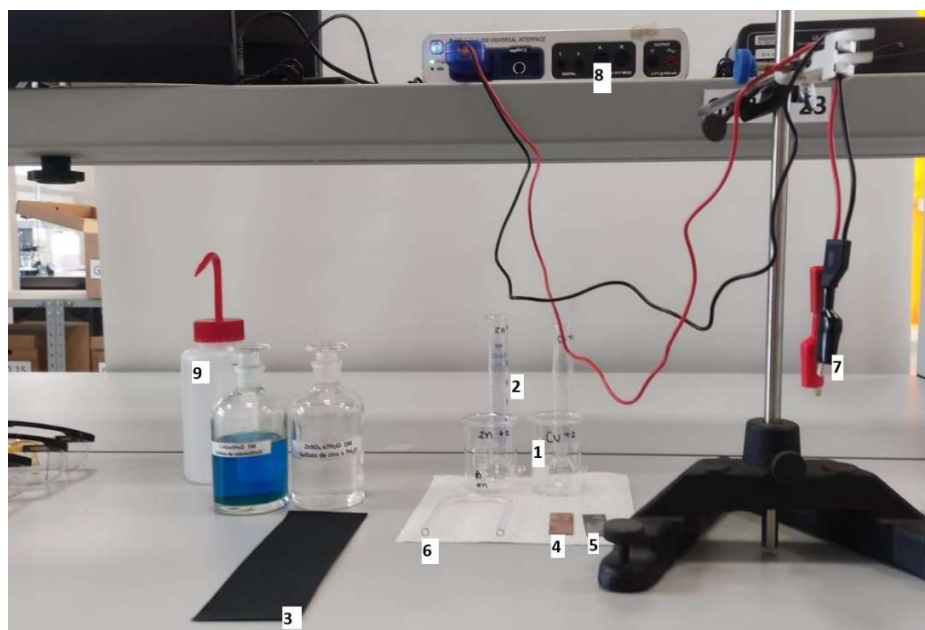


Figura 1. Materiales para parte 1, dispuestos en el puesto de trabajo.

Materiales	Reactivos
1. 2 vaso de precipitados de 100 mL rotulados con los reactivos a utilizar 2. 2 probetas de 50 mL rotulados con los reactivos a utilizar 3. Lija para metales 4. Lámina de cobre 5. Lámina de zinc 6. Puente salino con agar-agar y nitrato de sodio (NaNO_3) en su interior 7. 2 conectores eléctricos 8. Interfase 9. 1 piseta con agua destilada	- Sulfato de Cobre (II) (CuSO_4) 1,0 M - Sulfato de Zinc (ZnSO_4) 1,0 M
	Seguridad
	10. Antiparras 11. Guantes (disponibles en la entrada del laboratorio)

- Usando la probeta rotulada con Cu^{2+} mida aproximadamente 50 mL de solución de sulfato de cobre (II) 1 M y vierta en el vaso de precipitados de 100 mL correspondiente. Recuerde cerrar el frasco de CuSO_4 1 M y devolverlo a su sitio.
- Repita el paso 1 con la solución de Sulfato de Zinc 1 M, usando la probeta y el vaso de precipitados de 100 mL rotulado con Zn^{2+} . Recuerde cerrar el frasco de ZnSO_4 1 M y devolverlo a su sitio.
- Coloque un trozo de lija sobre toalla nova en el mesón. Ubique la lámina de cobre sobre el trozo y lije ambas caras contra la mesa usando un segundo trozo de lija, **hasta que el color de la lámina sea más uniforme y claro que el original**. En simultáneo, realice el mismo procedimiento con la lámina de zinc. **OBS.** Note que el residuo de la lija puede manchar. El mesón DEBE quedar limpio tras el proceso de lijado.

4. Con pinzas y nueces fije los conectores eléctricos a una altura tal que, al introducir los electrodos en sus correspondientes soluciones (electrodo de cobre en CuSO_4 , electrodo de zinc en ZnSO_4), los conectores no entren en contacto con ellas.
5. Baje el mouse y el teclado del computador hasta el mesón, lejos de la zona donde se encuentra el montaje de la celda, y enciéndalos. Encienda el computador e inicie sesión; para esto, ingrese como contraseña "grupoXX", donde XX corresponde al número de su grupo. Una vez iniciada su sesión, podrá observar en la pantalla un único indicador digital, que muestra el voltaje de la celda en V.
6. Pulse el botón "Registrar" en la parte inferior de la pantalla e inicie el registro de los datos.
7. Utilizando los conectores eléctricos, sujete el electrodo de cobre con el conector rojo y el electrodo de zinc con el negro. Introduzca los electrodos en las soluciones correspondientes.
8. Tome el tubo en U (puente salino) que contiene una solución de agar-agar con $\text{NaNO}_{3(s)}$ y colóquelo de modo que sus extremos se pongan en contacto con la solución en ambos vasos.
9. Lea el voltaje de la pila. Además, consulte la temperatura ambiente del laboratorio al auxiliar de su mesón. Anote en la tabla de resultados el valor obtenido del voltaje de la celda.
OBS. En este punto solo se debe anotar el voltaje experimental entregado por el computador.
10. Pulse el botón "Detener" en la parte inferior de la pantalla.
11. Retire el puente salino. Enjuáguelo con cuidado usando abundante agua del lavadero. Deje el puente sobre un trozo de toalla nova en la misma ubicación que se presenta en la Figura 1.
No lo seque.
12. Retire cuidadosamente los electrodos de Cobre y Zinc de la solución y quítelo de los conectores eléctricos. Enjuague usando abundante agua del lavadero. Déjelos sobre un trozo de toalla nova cerca de los conectores eléctricos.
13. Vacíe la solución de los vasos de precipitados en el frasco correspondiente a cada solución. Tenga cuidado de no equivocarse de frasco. Deje los vasos boca arriba y sin lavar cerca del montaje como se presenta en la Figura 1. No lave las probetas.

Parte II. Reacciones REDOX en tubos de ensayo

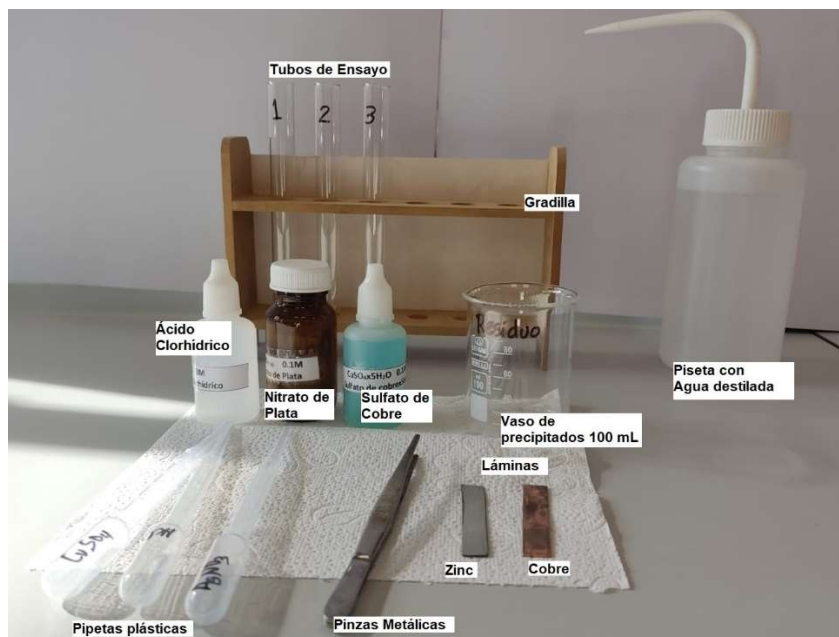


Figura 2. Materiales para parte 2, dispuestos en el puesto de trabajo.



Material	Reactivos
1. Lija para metales 2. 1 gradilla 3. 3 tubos de ensayo enumerados 4. 3 pipetas plásticas rotuladas 5. 1 lámina de cobre 6. 1 lámina de zinc 7. 1 granalla de zinc. Esta será entregada por parte del auxiliar de su mesón al momento de necesitarla. 8. 1 vaso de precipitados de 100 mL rotulado para descartar residuos 9. 1 vaso de precipitados de 100 mL rotulado "pipetas plásticas" 10. Pinzas metálicas	• Sulfato de Cobre (II) (CuSO_4) 0,1 M • Nitrato de plata (AgNO_3) 0,1 M • Ácido Clorhídrico (HCl) 3 M
	Seguridad
	11. Antiparras 12. Guantes (disponibles en la entrada del laboratorio)

Lije las láminas de cobre y zinc por ambos lados. Identifique las pipetas plásticas que se encuentran en el vaso de precipitados rotulado "pipetas". Una vez utilizada cada pipeta, devuélvala al vaso de precipitados de la misma forma de la que se encontraban anteriormente.

Tubo 1:

1. Usando la pipeta plástica rotulada con CuSO_4 , agregue al tubo 1 aproximadamente 5 mL de la solución de sulfato de cobre (II) 0,1 M. Recuerde cerrar el frasco al finalizar.
2. Coloque dentro del tubo 1 una lámina de zinc. Espere unos minutos y observe los cambios ocurridos. Registre los cambios físicos y químicos ocurridos en la guía de evaluación. Devuelva el tubo a la gradilla.

Tubo 2:

1. Usando la pipeta plástica rotulada con AgNO_3 , agregue al tubo 2 aproximadamente 5 mL de la solución de nitrato de plata 0,1 M. Recuerde cerrar el frasco al finalizar.
2. Coloque dentro del tubo 2 una lámina de cobre. Espere unos minutos y observe los cambios ocurridos. Registre los cambios físicos y químicos ocurridos en la guía de evaluación. Devuelva el tubo a la gradilla.

Tubo 3:

1. Usando la pipeta plástica rotulada con HCl , agregue al tubo 3 aproximadamente 3 mL de la solución de ácido clorhídrico 3 M. Recuerde cerrar el frasco al finalizar.
2. Pida al auxiliar de su mesón una granalla de zinc. Coloque dentro del tubo 3 la granalla. Espere unos minutos y observe los cambios ocurridos. Registre los cambios físicos y químicos ocurridos en la guía de evaluación. Devuelva el tubo a la gradilla.

Lavado y recuperación del material:

Al finalizar el experimento 2 descarte el contenido de los tres tubos de ensayo en el vaso de precipitados de 100 mL rotulado "residuo". Usando las pinzas metálicas recupere con la mano las láminas de zinc y cobre, colocándolas sobre un pequeño trozo de toalla nova en su mano. Llévelas al lavadero y lave ambas láminas usando detergente y abundante agua del lavabo, y deje en el mesón sobre un trozo de toalla nova tal cual indica la Figura 2. Usando las pinzas metálicas, recupere la granalla de zinc y deposítela en el vaso de precipitados rotulado con "granallas" dispuesto en cada

mesón (pregunte a su auxiliar). Elimine el resto del contenido del vaso de precipitados de 100 mL rotulado con “residuos” en el bidón de residuos ubicado en uno de los extremos de su mesón.

Utilizando el hisopo, lave los tubos de ensayo usando detergente y abundante agua enjuagando varias veces para dejar sin detergente. Luego, enjuague usando el agua destilada contenida en la piseta. Deje los tubos de ensayo invertidos (boca abajo) en la gradilla. Disponga todos los materiales de la misma forma en la que se encuentran en la Figura 2

Parte III. Electrólisis del Agua

Este experimento será demostrativo. En él, observará la formación de gases O_2 y H_2 en las buretas, al entregarle al sistema un voltaje determinado por la fuente de poder.

El experimento se realizará en el mesón del profesor al inicio del laboratorio, para que los estudiantes lo puedan seguir a través de las pantallas disponibles. Usted debe prestar atención a los detalles que le indique el cuerpo docente que realizará el experimento. Posteriormente, el profesor podrá llamar a cada grupo para que puedan observar la electrólisis de cerca. Cabe indicar que se agregó colorante en la solución acuosa con el fin de facilitar la observación de la experiencia.

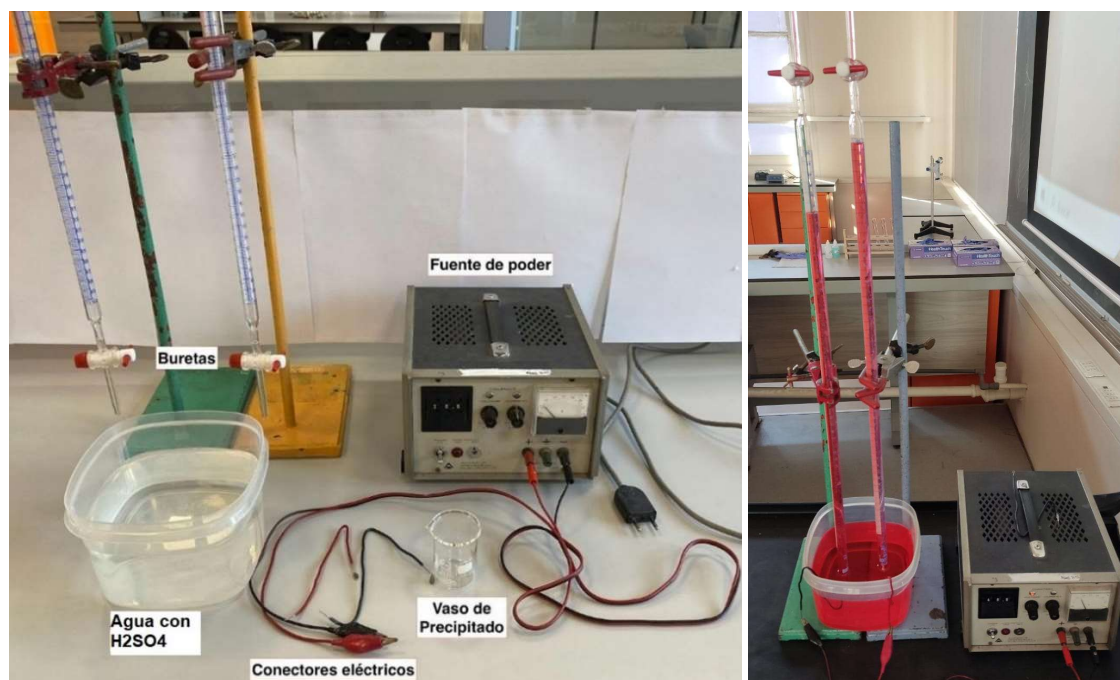


Figura 3. A) Materiales para parte 3. B) Montaje dispuesto en el mesón del profesor, incluyendo la solución con colorante.

Post-experimento

1. Una vez que termine los experimentos y el auxiliar haya confirmado que su puesto de trabajo está ordenado y sin basura, retírese los guantes y descártelos en el basurero más cercano. Retire también sus antiparras y dispóngalas tal como se encontraban al inicio del laboratorio.
2. Complete la Guía de Evaluación.
3. Entregue la **Guía de Evaluación** al auxiliar de su mesón una vez finalizada. **RECUERDE COLOCAR TODOS LOS DATOS DEL GRUPO.** Deje el mouse y el teclado encendidos frente al computador, lejos de los otros materiales. El auxiliar validará su entrega y el orden del mesón.
4. Con la autorización del auxiliar de su mesón, retírese del laboratorio.



TABLA DE POTENCIALES:

Reaction	Potential, V	Reaction	Potential, V	
$\text{Ag}^+ + e \rightleftharpoons \text{Ag}$	0.7991	$2\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{H}_2$	0.0000	
$\text{AgBr} + e \rightleftharpoons \text{Ag} + \text{Br}^-$	0.0711	$2\text{H}_2\text{O} + 2e \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	-0.828	
$\text{AgCl} + e \rightleftharpoons \text{Ag} + \text{Cl}^-$	0.2223	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	1.763	
$\text{AgI} + e \rightleftharpoons \text{Ag} + \text{I}^-$	-0.1522	$2\text{Hg}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Hg}_2^{2+}$	0.9110	
$\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2e \rightleftharpoons 2\text{Ag} + 2\text{OH}^-$	0.342	$\text{Hg}_2^{2+} + 2e \rightleftharpoons 2\text{Hg}$	0.7960	
$\text{Al}^{3+} + 3e \rightleftharpoons \text{Al}$	-1.676	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2e \rightleftharpoons 2\text{Hg} + 2\text{Cl}^-$	0.26816	
$\text{Au}^+ + e \rightleftharpoons \text{Au}$	1.83	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2e \rightleftharpoons 2\text{Hg} + 2\text{Cl}^-$ (sat'd. KCl)	0.2415	
$\text{Au}^{3+} + 2e \rightleftharpoons \text{Au}^+$	1.36	$\text{HgO} + \text{H}_2\text{O} + 2e \rightleftharpoons \text{Hg} + 2\text{OH}^-$	0.0977	
$p\text{-benzoquinone} + 2\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{hydroquinone}$	0.6992	$\text{Hg}_2\text{SO}_4 + 2e \rightleftharpoons 2\text{Hg} + \text{SO}_4^{2-}$	0.613	
$\text{Br}_2(\text{aq}) + 2e \rightleftharpoons 2\text{Br}^-$	1.0874	$\text{I}_2 + 2e \rightleftharpoons 2\text{I}^-$	0.5355	
$\text{Ca}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Ca}$	-2.84	$\text{I}_3^- + 2e \rightleftharpoons 3\text{I}^-$	0.536	
$\text{Cd}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Cd}$	-0.4025	$\text{K}^+ + e \rightleftharpoons \text{K}$	-2.925	
$\text{Cd}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Cd}(\text{Hg})$	-0.3515	$\text{Li}^+ + e \rightleftharpoons \text{Li}$	-3.045	
$\text{Ce}^{4+} + e \rightleftharpoons \text{Ce}^{3+}$	1.72	$\text{Mg}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Mg}$	-2.356	
$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2e \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-$	1.3583	$\text{Mn}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Mn}$	-1.18	
$\text{HClO} + \text{H}^+ + e \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	1.630	$\text{Mn}^{3+} + e \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+}$	1.5	
$\text{Co}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Co}$	-0.277	$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	1.23	
$\text{Co}^{3+} + e \rightleftharpoons \text{Co}^{2+}$	1.92	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	1.51	
$\text{Cr}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Cr}$	-0.90	$\text{Na}^+ + e \rightleftharpoons \text{Na}$	-2.714	
$\text{Cr}^{3+} + e \rightleftharpoons \text{Cr}^{2+}$	-0.424	$\text{Ni}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Ni}$	-0.257	
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6e \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	1.36	$\text{Ni}(\text{OH})_2 + 2e \rightleftharpoons \text{Ni} + 2\text{OH}^-$	-0.72	
$\text{Cu}^+ + e \rightleftharpoons \text{Cu}$	0.520	$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2$	0.695	
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{CN}^- + e \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{CN})_2$	1.12	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	1.229	
$\text{Cu}^{2+} + e \rightleftharpoons \text{Cu}^+$	0.159	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$	0.401	
$\text{Cu}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Cu}$	0.340	$\text{O}_3 + 2\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2.075	
$\text{Cu}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{Hg})$	0.345	$\text{Pb}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Pb}$	-0.1251	
$\text{Eu}^{3+} + e \rightleftharpoons \text{Eu}^{2+}$	-0.35	$\text{Pb}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{Hg})$	-0.1205	
$1/2\text{F}_2 + \text{H}^+ + e \rightleftharpoons \text{HF}$	3.053	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	1.468	
$\text{Fe}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Fe}$	-0.44	$\text{PbO}_2 + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2e \rightleftharpoons \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	1.698	
$\text{Fe}^{3+} + e \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$	0.771	$\text{PbSO}_4 + 2e \rightleftharpoons \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$	-0.3505	
$\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + e \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$	0.3610	$\text{Pd}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Pd}$	0.915	
		$\text{Pt}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Pt}$	1.188	
		$\text{PtCl}_2 + 2e \rightleftharpoons \text{Pt} + 4\text{Cl}^-$	0.758	
		$\text{PtCl}_6^{2-} + 2e \rightleftharpoons \text{PtCl}_4^{2-} + 2\text{Cl}^-$	0.726	
		$\text{Ru}(\text{NH}_3)_6^{3+} + e \rightleftharpoons \text{Ru}(\text{NH}_3)_6^{2+}$	0.10	
		$\text{S} + 2e \rightleftharpoons \text{S}^{2-}$	-0.447	
		$\text{Sn}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Sn}$	-0.1375	
		$\text{Sn}^{4+} + 2e \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+}$	0.15	
		$\text{Tl}^+ + e \rightleftharpoons \text{Tl}$	-0.3363	
		$\text{Tl}^+ + e \rightleftharpoons \text{Tl}(\text{Hg})$	-0.3338	
		$\text{Tl}^{3+} + 2e \rightleftharpoons \text{Tl}^+$	1.25	
		$\text{U}^{3+} + 3e \rightleftharpoons \text{U}$	-1.66	
		$\text{U}^{4+} + e \rightleftharpoons \text{U}^{3+}$	-0.52	
		$\text{UO}_2^{2+} + 4\text{H}^+ + e \rightleftharpoons \text{U}^{4+} + 2\text{H}_2\text{O}$	0.273	
		$\text{UO}_2^{2+} + e \rightleftharpoons \text{UO}_2^+$	0.163	
Reaction	Conditions	Potential, V	Reaction	Potential, V
$\text{Cu}(\text{II}) + e \rightleftharpoons \text{Cu}$	1 M NH_3 + 1 M NH_4^+	0.01	$\text{V}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{V}$	-1.13
	1 M KBr	0.52	$\text{V}^{3+} + e \rightleftharpoons \text{V}^{2+}$	-0.255
$\text{Ce}(\text{IV}) + e \rightleftharpoons \text{Ce}(\text{III})$	1 M HNO_3	1.61	$\text{VO}^{2+} + 2\text{H}^+ + e \rightleftharpoons \text{V}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$	0.337
	1 M HCl	1.28	$\text{VO}_2^+ + 2\text{H}^+ + e \rightleftharpoons \text{VO}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$	1.00
	1 M HClO_4	1.70	$\text{Zn}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Zn}$	-0.7626
	1 M H_2SO_4	1.44	$\text{ZnO}_2^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2e \rightleftharpoons \text{Zn} + 4\text{OH}^-$	-1.285
$\text{Fe}(\text{III}) + e \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{II})$	1 M HCl	0.70		
	10 M HCl	0.53		
	1 M HClO_4	0.735		
	1 M H_2SO_4	0.68		
	2 M H_3PO_4	0.46		
$\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + e \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$	0.1 M HCl	0.56		
	1 M HCl	0.71		
	1 M HClO_4	0.72		
$\text{Sn}(\text{IV}) + 2e \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{II})$	1 M HCl	0.14		