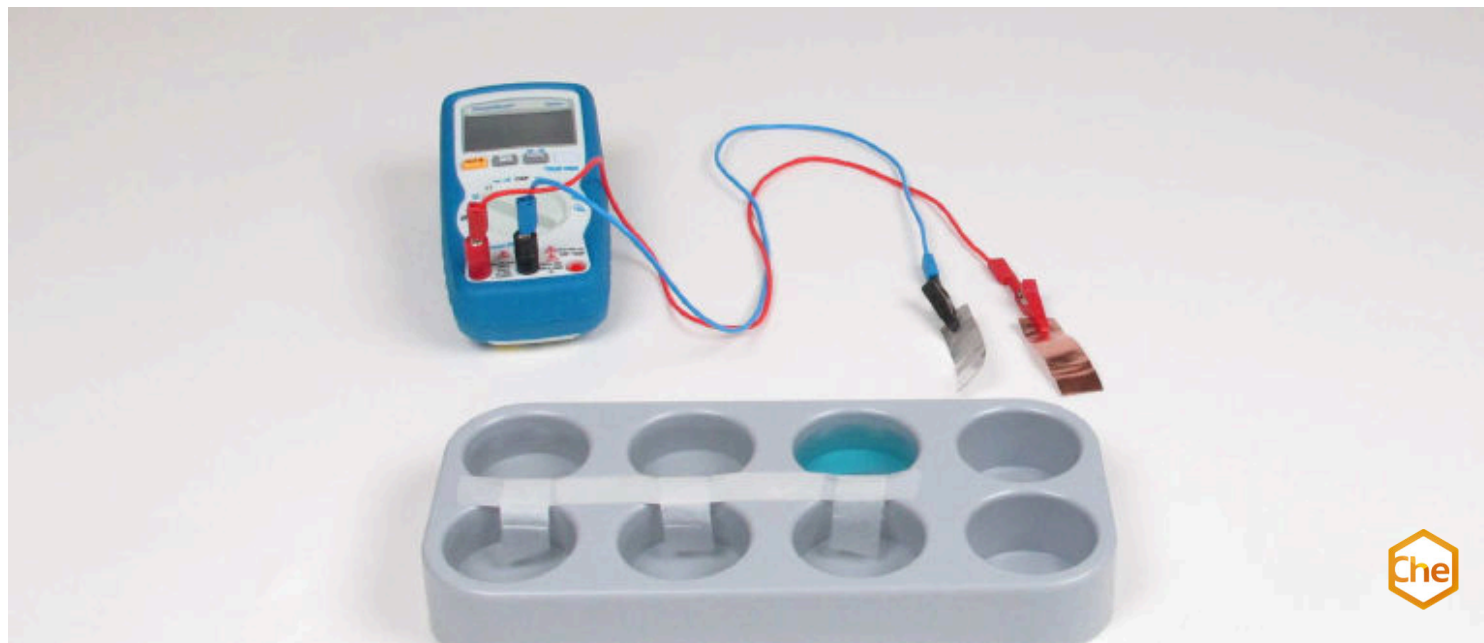


# Preparación de un electrodo estándar simplificado de hidrógeno y medición de algunos potenciales standard



Los alumnos fabricarán un electrodo de hidrógeno estándar simplificado durante el experimento. Además, el término "potencial estándar" se discutirá más adelante.

Química

Fisicoquímica

Electroquímica

Elementos galvánicos, células de combustible



Nivel de dificultad

medio



Tamaño del grupo

2



Tiempo de preparación

10 minutos



Tiempo de ejecución

30 minutos

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/62c57a36f96d28000318f2c7>

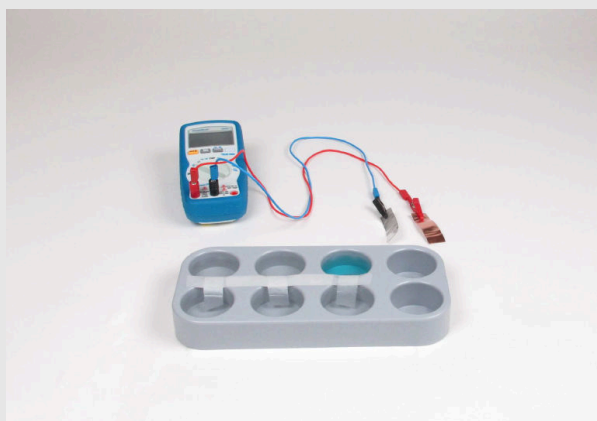
PHYWE



## Información para el profesor

### Aplicación

PHYWE



Montaje del experimento

Entre diferentes metales surgen tensiones continuas de diferentes niveles en cuanto se combinan en celdas galvánicas. Estas tensiones son la expresión cuantitativa de las diferencias de potencial entre las respectivas semiceldas interconectadas. Las diferencias entre los potenciales de diferentes metales pueden medirse cuando se combinan en celdas galvánicas. Esto permite ahora asignar un valor de potencial relativo a cada metal (y también a otros pares redox) en cuanto se conecta a un electrodo de referencia siempre idéntico para formar una celda galvánica.

El llamado "electrodo de hidrógeno estándar" se determinó como tal electrodo de referencia por acuerdo.

## Información adicional para el profesor (1/7)

PHYWE



### Conocimiento previo

Los estudiantes deben haber trabajado con elementos galvánicos en la teoría y en la práctica. También deben saber qué es un electrodo de hidrógeno estándar y qué son los potenciales estándar.



### Principio

Utilizando los potenciales estándar, se pueden calcular fácilmente las diferencias de potencial o las tensiones entre todas las combinaciones de metales según la ecuación:

## Información adicional para el profesor (2/7)

PHYWE



### Objetivo

Los alumnos fabricarán un electrodo de hidrógeno estándar simplificado durante el experimento para profundizar en la comprensión de su principio de funcionamiento y construcción. Además, se analizará el término "potencial estándar".



### Tareas

Un electrodo de platino se va a cargar con hidrógeno por electrólisis de ácido sulfúrico. Este electrodo se combinará sucesivamente con 4 semiceldas de diferentes metales para formar celdas galvánicas. Las tensiones resultantes se miden y se anotan en una serie de tensiones según la magnitud y el signo.

## Información adicional para el profesor (3/7)

PHYWE

### Otras informaciones (1/5)

En el experimento 7400700 se observó que se generan tensiones continuas de diferentes magnitudes entre los diferentes metales en cuanto se combinan en celdas galvánicas. Estos voltajes son la expresión cuantitativa de las diferencias de potencial entre las medias celdas interconectadas. Los potenciales de los metales se basan en procesos redox.

Cuanto mayor es la tendencia de un metal a disolverse, más a la derecha se encuentra el equilibrio de dicho proceso redox. Sin embargo, como no es posible medir esta tendencia de la solución o el potencial de un metal en una semicelda por sí mismo, tampoco es posible asignarle un orden de magnitud específico sin más. Sin embargo, como demostró el experimento P7400700, las diferencias entre los potenciales de diferentes metales son medibles cuando se combinan en celdas galvánicas.

## Información adicional para el profesor (4/7)

PHYWE

### Otras informaciones (2/5)

Esto permite ahora asignar un valor de potencial relativo a cada metal (y también a otros pares redox) en cuanto se conecta a un electrodo de referencia siempre idéntico para formar una celda galvánica. El llamado "electrodo de hidrógeno estándar" se determinó como tal electrodo de referencia por acuerdo. Tiene la siguiente estructura:

Una lámina de platino recubierta electrolíticamente con finísimas partículas de platino (= oreja de platino) se sumerge como electrodo en ácido clorhídrico 1 molar. Allí, se permite que una corriente de burbujas finas de hidrógeno burbujee sobre este electrodo bajo una presión de 1013 mbar (= 1013 hectopascales). La temperatura debe ser de 25 °C. Debido a su efecto catalizador, la lámina de platino se cubre con una capa cerrada de hidrógeno atómico en toda la superficie, de modo que el electrodo de platino se convierte prácticamente en un electrodo de hidrógeno, pudiendo tener lugar el proceso redox en dicho electrodo:

## Información adicional para el profesor (5/7)

PHYWE

### Otras informaciones (3/5)

Si se conecta un electrodo de hidrógeno estándar como una media celda con una media celda de un metal para formar una celda galvánica, se puede medir una tensión como entre dos medias celdas metálicas. Por acuerdo, el potencial del electrodo estándar de hidrógeno se fija ahora en el valor  $\pm 0$ , y la tensión medida en dicha celda se determina como el potencial estándar del respectivo metal utilizado. El potencial estándar de un metal no es, pues, otra cosa que la diferencia de potencial entre este metal y un electrodo estándar de hidrógeno. Ya que un electrodo de hidrógeno estándar es difícil de fabricar, por lo que para los siguientes experimentos se utiliza una versión simplificada, que puede fabricarse con pocos medios y que conduce a valores medidos muy cercanos a los de la literatura.

Las diferencias de potencial de los pares redox con respecto al electrodo estándar de hidrógeno (par redox) se denominan POTENCIALES ESTÁNDAR, como ya se ha mencionado anteriormente. Si se incluye el potencial del hidrógeno con el valor establecido  $\pm 0$  en la serie de mediciones obtenidas, resulta la siguiente serie:

## Información adicional para el profesor (6/7)

PHYWE

### Otras informaciones (4/5)

Stoff	Standardpotenzial $E^0$	Redoxsystem
Zink (Zn)	-0,75 bis -0,76 V	$Zn^{2+} + 2 e^-$
Blei (Pb)	-0,12 bis -0,13 V	$Pb^{2+} + 2 e^-$
Wasserstoff (H)	$\pm 0$ V	$H^+ + e^-$
Kupfer (Cu)	+0,34 bis +0,35 V	$Cu^{2+} + 2 e^-$
Silber (Ag)	+0,79 bis +0,80 V	$Ag^+ + e^-$

Los metales así clasificados según los potenciales estándar dan lugar a la llamada SERIE DE TENSIÓN ELÉCTRICA DE LOS METALES. La siguiente tabla contiene los valores exactos de los potenciales estándar de todos los metales importantes.

## Información adicional para el profesor (7/7)

PHYWE

### Otras informaciones (5/5)

Metall	Redoxsystem	Standardpotenzial ( $E^0/V$ —)
Cäsium (Cs)	$Cs^+ + e^-$	-2,92
Kalium (K)	$K^+ + e^-$	-2,924
Calcium (Ca)	$Ca^{2+} + 2 e^-$	-2,868
Natrium (Na)	$Na^+ + e^-$	-2,71
Magnesium (Mg)	$Mg^{2+} + 2 e^-$	-2,375
Aluminium (Al)	$Al^{3+} + 3 e^-$	-1,662
Zink (Zn)	$Zn^{2+} + 2 e^-$	-0,7628
Chrom (Cr)	$Cr^{3+} + 3 e^-$	-0,744
Eisen (Fe)	$Fe^{2+} + 2 e^-$	-0,409
Cobalt (Co)	$Co^{2+} + 2 e^-$	-0,28
Nickel (Ni)	$Ni^{2+} + 2 e^-$	-0,23
Zinn (Sn)	$Sn^{2+} + 2 e^-$	-0,136
Blei (Pb)	$Pb^{2+} + 2 e^-$	-0,126
Wasserstoff (H)	$H^+ + e^-$	±0
Kupfer (Cu)	$Cu^{2+} + 2 e^-$	+0,3402
Silber (Ag)	$Ag^+ + e^-$	+0,7996
Platin (Pt)	$Pt^{2+} + 2 e^-$	+1,20
Gold (Au)	$Au^{3+} + 3 e^-$	+1,42

Hacer clic en el botón para ampliar el cuadro:



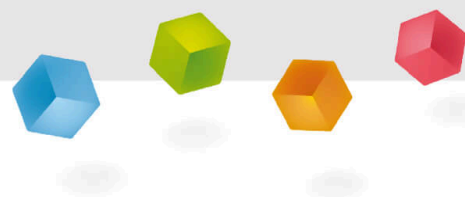
## Instrucciones de seguridad

PHYWE



- Utilizar gafas y guantes de protección.
- El plomo y el nitrato de plomo son tóxicos por inhalación e ingestión con riesgo de efectos acumulativos. También pueden ser absorbidos por la piel. Evitar el contacto de los productos químicos con los ojos y la piel.
- Las soluciones de sulfato de zinc de concentración  $c = 1,0 \text{ mol/l}$  y las soluciones de ácido sulfúrico de concentración  $c = 0,5 \text{ mol/l}$  tienen un efecto irritante.
- Para las frases H y P, consultar las fichas de datos de seguridad correspondientes.
- Las instrucciones generales para la experimentación segura en las clases de ciencias se aplican a este experimento.

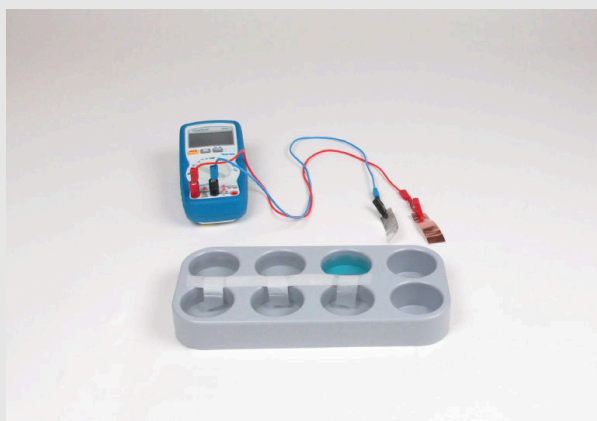
PHYWE



## Información para el estudiante

### Motivación

PHYWE



Montaje del experimento

El descubrimiento y desarrollo de los llamados elementos galvánicos, más conocidos como pilas, tiene una importancia especialmente grande para las personas. Entre otras cosas, esto hace posible la alimentación móvil de una gran variedad de dispositivos eléctricos, lo que tiene un impacto significativo en nuestro nivel de vida actual.

Si utilizamos diferentes metales en los elementos galvánicos, podemos medir diferentes diferencias entre los potenciales.

## Tareas

PHYWE



Un electrodo de platino se va a cargar con hidrógeno por electrólisis de ácido sulfúrico. Este electrodo se combinará sucesivamente con 4 semiceldas de diferentes metales para formar celdas galvánicas.

Las tensiones resultantes se miden y se anotan en una serie de tensiones según la magnitud y el signo.

## Material

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	Multímetro digital, 3 1/2-visualizado de caracteres	07122-00	1
2	Cable de conexión rojo, 5 A, l=500 mm	07356-01	1
3	Cable de conexión azul, 5 A, l=500 mm	07356-04	1
4	CLAVIJA DE REDUCCION 4/2,1 PAR	11620-27	2
5	Pinzas de cocodrilo con aislamiento, 2 mm , 2 piezas	07275-00	1
6	Set de electrodos (Al, Fe, Pb, Zn, Cu)	07856-00	2
7	BLOQUE SOPORTE DE 8 HUECOS 40 MM	37682-00	1
8	Tapa para bloques de medición celular, 8 pzs	37683-00	1
9	FOLIO D.PLATA 150X150X0.1MM, 25 G	31839-04	1
10	Electrodo de grafito, d = 5, l = 150, 6 pzs	44510-00	1
11	ELECTRODO PLATINO,CORTO	45207-00	1
12	V.D.PRECIP.,ALTO,BORO 3.3,50ml	46025-00	5
13	Frasco cuentagotas, 50 mililitros, polietileno (PE)	33920-00	1
14	PILA 4,5 V	07496-01	1

## Preparación (1/2)

PHYWE

### Producir las soluciones requeridas

- **Ácido sulfúrico (0,5 mol/l):** Verter 100 ml de agua destilada en un vaso de precipitados. Añadir 13,8 ml de ácido sulfúrico al 96 % y completar hasta 500 ml con agua destilada.
- **Solución de sulfato de cobre (1 mol/l):** Añadir 79,5 g de sulfato de cobre a 250 ml de agua destilada. Mezclar bien y completar hasta 500 ml con agua destilada.
- **Solución de nitrato de plomo (1 mol/l):** Añadir 166 g de nitrato de plomo a 250 ml de agua destilada. Mezclar bien y completar hasta 500 ml con agua destilada.

## Preparación (2/2)

PHYWE

### Producir las soluciones requeridas

- **Solución de sulfato de zinc 1 mol/l):** Añadir 80,5 g de sulfato de zinc a 250 ml de agua destilada. Mezclar bien y completar hasta 500 ml con agua destilada.
- **Solución de nitrato de plata (0,1 mol/l):** Añadir 8,49 g de nitrato de plata a 250 ml de agua destilada. Mezclar bien y completar hasta 500 ml con agua destilada.
- **Solución de nitrato de potasio (1 mol/l):** Añadir 55,5 g de nitrato de potasio a 250 ml de agua destilada. Mezclar bien y completar hasta 500 ml con agua destilada.

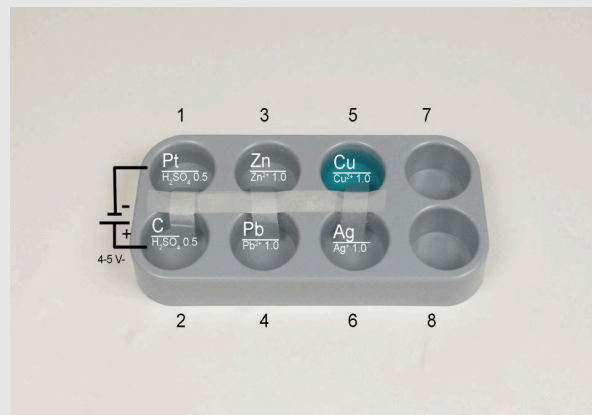
## Montaje

PHYWE

Distribuir el ácido sulfúrico y las demás soluciones en las celdas de medición 1 a 6 (fig. derecha).

Conectar todas estas celdas de medición entre sí con llaves de corriente hechas de tiras de papel de filtro empapadas (solución de nitrato de potasio). Primero se colocan llaves de corriente entre los pares de celdas de medición 1/2, 3/4 y 5/6, y luego se conectan entre sí mediante una tira de papel de filtro empapada a lo largo de la línea central del bloque de celdas de medición.

Colocar las tapas en las 6 cubetas de medición. A continuación, introducir un electrodo de platino en la celda de medición 1, un electrodo de carbono en la celda 2 y los electrodos metálicos especificados en las celdas 3 a 6.



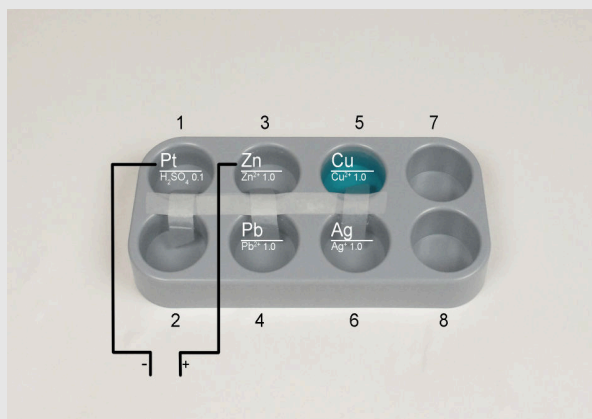
Distribuir las soluciones en las celdas de medición

## Ejecución

PHYWE

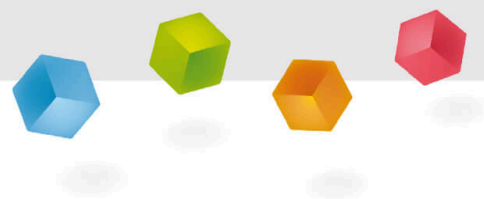
Conectar el electrodo de platino al polo negativo de una pila plana (4,5 V) o a otra fuente de tensión continua, y el electrodo de carbono al polo positivo. La electrólisis que se inicia ahora produce hidrógeno en el cátodo y oxígeno en el ánodo.

Tras un tiempo de electrólisis de 2 a 3 minutos, el electrodo de platino se cubre con una capa invisible de hidrógeno, lo que prácticamente crea un electrodo de hidrógeno estándar simplificado con el que se pueden realizar algunas mediciones. Ahora conectar este electrodo de hidrógeno (media celda 1) a la toma de tierra del instrumento de medida (ajuste 2 V-) (fig. derecha) y la toma de voltios a las medias celdas 3 a 6 una tras otra.



Conectar este electrodo de hidrógeno a la toma de tierra del instrumento de medida.

PHYWE



# Resultados

## Tarea 1

PHYWE

¿Cuál es el potencial estándar de un metal?

- ☐ No existe un potencial estándar para los metales, sólo para los no metales.
- ☐ El potencial estándar de un metal se indica siempre con el valor 2.
- ☐ El potencial estándar de un metal no es otra cosa que la diferencia de potencial entre ese metal y un electrodo estándar de hidrógeno.
- ☐ El potencial estándar de un metal no es otra cosa que la diferencia de potencial entre ese metal y un no metal.

✓ Verificar

## Tarea 2

PHYWE

¿Contra qué metales el electrodo de hidrógeno forma el polo positivo o negativo?

- ☐ Polo positivo: cobre, plata Polo negativo: plomo, zinc, potasio
- ☐ Polo positivo: cobre, plata, plomo, zinc, potasio Polo menos: -
- ☐ Polo positivo: - Polo negativo: cobre, plata, plomo, zinc, potasio
- ☐ Polo negativo: cobre, plata Polo positivo: plomo, zinc, potasio

 Verificar

## Tarea 3

PHYWE

¿Por qué en este experimento no se utilizó ácido clorhídrico para construir el electrodo de hidrógeno, como es habitual, sino ácido sulfúrico 0,5 molar?

- ☐ Por razones de seguridad. La electrólisis del ácido sulfúrico produce cloro, que tiene un efecto beneficioso para la salud.
- ☐ Por razones de coste. El ácido clorhídrico es muy caro.
- ☐ Por razones de seguridad. No se produce cloro durante la electrólisis del ácido sulfúrico.

 Verificar

Diapositiva

Puntuación/Total

Diapositiva 20: Potencial estándar

0/1

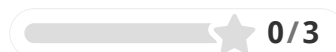
Diapositiva 21: Electrodo de hidrógeno Metales

0/1

Diapositiva 22: Electrodo de hidrógeno

0/1

Total

 Soluciones Repetir