

Actividad 3. Convertidores catalíticos

PROPÓSITO

Analizar los factores que influyen en la velocidad de una reacción química y su relación con la disminución de contaminantes.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

OA 5

Analizar el origen, las vías de exposición, los efectos y las propiedades de contaminantes químicos provenientes de actividades domésticas e industriales (como minería, agricultura y desarrollo urbano) sobre los sistemas naturales y los servicios ecosistémicos que estos brindan a las personas y a la sociedad.

OA f

Desarrollar y usar modelos basados en evidencia, para predecir y explicar mecanismos y fenómenos naturales.

ACTITUDES

Pensar con apertura hacia otros para valorar la comunicación como una forma de relacionarse con diversas personas y culturas, compartiendo ideas que favorezcan el desarrollo de la vida en sociedad.

DURACIÓN

10 horas pedagógicas

DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

Leen el siguiente texto y reflexionan en torno a las preguntas que se detalla a continuación:

Profundizando ideas: convertidores catalíticos

Hay diferentes tipos de convertidores catalíticos, pero los vehículos modernos están equipados con convertidores catalíticos de tres vías, según las tres clases de gases contaminantes que debe reducir (CO, HC y NO_x). El convertidor utiliza dos tipos de catalizadores, uno de reducción y otro de oxidación. Ambos consisten en una estructura cerámica cubierta con metal, normalmente platino, rodio y paladio. La idea principal fue crear una estructura que exponga al máximo la superficie del catalizador contra el flujo de gases de escape, minimizando también la cantidad de catalizador requerido, ya que es muy caro.

La primera etapa es el catalizador de reducción, el cual utiliza elementos químicos como el platino y rodio para disminuir las emisiones de NO_x (óxidos de nitrógeno). Funciona así: cuando una molécula de monóxido o dióxido de nitrógeno entra en contacto con el catalizador, este atrapa el átomo de nitrógeno, liberando el átomo de oxígeno y luego, el átomo de nitrógeno se une con otro átomo de nitrógeno y se libera; es decir, este catalizador descompone los óxidos de nitrógeno en oxígeno y nitrógeno (son los

componentes del aire y, por lo tanto, no contaminan). A más cantidad de NO_x, mayor es la velocidad de la transformación, ya que se encuentra mayor cantidad de moléculas.

La segunda etapa es la del catalizador de oxidación, este catalizador utiliza elementos químicos como el platino y paladio. Ellos toman los hidrocarburos (HC) y el monóxido de carbono (CO) que salen por el múltiple de escape del motor y el catalizador los hace reaccionar con el oxígeno, que también viene del motor, generando dióxido de carbono (CO₂). Para que estas reacciones de disociación se produzcan, el catalizador debe estar a una temperatura de 500°C, ya que a temperatura ambiente la reacción química es muy lenta.

Existe una tercera etapa encargada del control de emisiones; esta cuenta con un sensor de oxígeno (que está ubicado antes del convertidor catalítico) que monitorea los gases de escape provenientes del motor y usa esa información para controlar el sistema de inyección de combustible del motor.

Extraído y modificado de www.curriculumnacional/link/https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/174-funcionamiento-del-convertidor-catalitico/

Luego de analizar el texto, los alumnos argumentan sobre el tema:

- Según el texto, ¿cuál es la función de cada etapa del proceso?
- ¿Qué significa la palabra “catalítico” en este artefacto del automóvil?
- ¿Cuál es el sentido de la siguiente frase: “La idea principal fue crear una estructura que exponga al máximo la superficie del catalizador contra el flujo de gases de escape”?
- Explican la siguiente frase: “Para que estas reacciones de disociación se produzcan, el catalizador debe estar a una temperatura de 500°C, ya que a temperatura ambiente la reacción química es muy lenta”.
- Discuten entre pares la siguiente frase: “A más cantidad de NO_x, mayor es la velocidad de la transformación, ya que se encuentra mayor cantidad de moléculas”. Elaboran una explicación en conjunto.
- Explican los conceptos de oxidación y reducción en las dos secciones del convertidor catalítico, incluyendo los cambios de estado de oxidación de las especies químicas.
- Resumen los cuatro factores que modifican la velocidad de reacción y sus efectos en una reacción química.

Observaciones al docente:

En esta actividad, es necesario recordar los aprendizajes logrados en 1° medio sobre las reacciones químicas y la velocidad de reacción.

Es importante complementar los conceptos de esta actividad con los trabajados en la unidad 1 respecto de las reacciones redox. Es una oportunidad para monitorear si lograron estos aprendizajes para aplicarlos al contexto de convertidores catalíticos.

En el resumen de los cuatro factores que modifican la velocidad de reacción (superficie de contacto, temperatura, concentración de reactantes y catalizadores), tienen que incluir el sentido de variación de cada uno.

A continuación, realizan los siguientes experimentos:

Experimento 1: Agregan 100 mL de agua a dos vasos de precipitado a temperatura ambiente. Muelen la mitad de una tableta efervescente sobre un papel y conservan entera la otra mitad. En uno de los vasos ponen la tableta molida y en el otro, la tableta entera. Registran el tiempo que tarda en reaccionar totalmente la tableta en cada uno de los vasos y ordenan los datos en una tabla. Consiguen los resultados de otros grupos para establecer un promedio.

- Discuten las semejanzas y diferencias de ambos experimentos en cuanto a observaciones y datos cuantitativos.
- Identifican las variables dependientes, independientes y constantes en el experimento.
- Si hubiese diferencias cuantitativas, analizan a qué las atribuyen.
- ¿Cómo influye el estado de las tabletas en el tiempo que demora la reacción?
- ¿Cómo se interpreta el valor promedio de los datos de todos los grupos del curso?

Experimento 2: Vierten 100 ml de agua en dos vasos de precipitado: uno con agua a temperatura ambiente y el otro con agua caliente. Parten por la mitad la tableta efervescente y agregan cada mitad simultáneamente a ambos vasos. Registran el tiempo que tarda en reaccionar totalmente la tableta en cada vaso y ordenan los datos en una tabla. Consiguen los resultados de otros grupos y sacan un promedio.

- Discuten las semejanzas y diferencias de ambos experimentos en cuanto a observaciones y datos cuantitativos.
- Identifican las variables dependientes, independientes y constantes en el experimento.
- Si hubiese diferencias cuantitativas, ¿a qué las atribuyen?
- ¿Cómo influye el estado de las tabletas en el tiempo que demora la reacción?
- ¿Cómo se interpreta el promedio de los datos de todos los grupos del curso?

Experimento 3: Enumeran tres vasos de precipitados y les vierten 5, 10 y 15 mL de agua destilada, respectivamente. Añaden a cada vaso 20, 15 y 10 mL de vinagre, respectivamente. Agitan homogéneamente cada vaso. Toman tres pastillas efervescentes. Agregan sobre el vaso 1 una pastilla efervescente y registran el tiempo hasta que termina la reacción; repiten este procedimiento con los vasos 2 y 3, respectivamente. Registran el tiempo que tarda en reaccionar totalmente la tableta en cada vaso y ordenan los datos en una tabla. Consiguen los resultados de otros grupos y obtienen un promedio.

- Discuten las semejanzas y diferencias de ambos experimentos en cuanto a observaciones y datos cuantitativos.
- Identifican las variables dependientes, independientes y constantes en el experimento.
- Si hubiese diferencias cuantitativas, ¿a qué las atribuyen?
- ¿Cómo influye el estado de las tabletas, la cantidad de vinagre y el agua en el tiempo que demora la reacción?
- ¿Cuál es la importancia del agua en los experimentos?
- ¿Por qué hay que promediar los datos de todos los grupos del curso?

A partir de la información presentada, desarrollan que siguen al texto:

Observaciones al docente:

En cada experimento, deben tener claro el concepto de estado de un sistema; es decir, las condiciones en las cuales se encuentra un sistema (no confundir con estado de agregación de la materia).

La pregunta sobre el promedio de los datos del curso enfatiza que hay que replicar los experimentos y cómo trabaja la ciencia para obtener conclusiones.

Se sugiere relacionar los conceptos de esta actividad con los trabajados anteriormente en termodinámica.

El agua es importante para completar volúmenes y así mantener constante el volumen del experimento sobre la influencia de la concentración en la velocidad de reacción.

Con ayuda de estos experimentos, los estudiantes deberían construir el concepto de velocidad de reacción.

En el último, el mondadientes en ignición permite evidenciar la presencia de oxígeno, ya que debería avivar la llama o brasa en ignición. Se puede sustituir el trozo de hígado de pollo o carne por MnO_2 (dióxido de manganeso) o KI (yoduro de potasio).

Al finalizar los experimentos, deben repasar los cuatro factores en un plenario o aprovechando la actividad que sigue.

El agua oxigenada se descompone en agua y oxígeno, reacción química cuyo $\Delta G^\circ = -238,2 \text{ kJ/mol}$ y una constante de velocidad muy baja; por esta razón, es muy habitual que los frascos con agua oxigenada que se guardan en botiquines no sean efectivos al pasar un tiempo. Para demostrar esta descomposición, experimentan lo siguiente: Viertan 20 mL de agua oxigenada de 20 volúmenes en dos tubos de ensayo; añaden 5 mL de agua al primer tubo y agitan suavemente; agregan un trocito de hígado de pollo o carne fresca al segundo tubo y agitan suavemente; acercan a ambos tubos un mondadientes o pajita en ignición. Anotan sus observaciones en cada paso del experimento.

- Escriban la ecuación química balanceada de la reacción de descomposición del agua oxigenada.
- A partir de la información proporcionada, ¿cómo podríamos afirmar que esta reacción química es espontánea y lenta?
- Explican la frase “por esta razón, es muy habitual que los frascos con agua oxigenada que se guardan en botiquines no sean efectivos al pasar un tiempo”.
- Discuten las semejanzas y diferencias de ambos experimentos en cuanto a observaciones y datos cuantitativos.
- Identifican las variables dependientes, independientes y constantes en el experimento.
- Si hubiese diferencias cualitativas, ¿a qué las atribuyen?
- ¿Cómo influyen el agua y el trozo de hígado o carne en el tiempo que demora la reacción?
- ¿Cuál es la función del mondadientes o pajita en ignición en los experimentos?

En un video, observan cómo funciona el convertidor catalítico (se sugiere buscar en internet aquellos titulados “¿cómo funciona el convertidor catalítico?”) y luego contestan las siguientes preguntas:

- ¿Cómo están presentes los cuatro factores que modifican la velocidad de reacción en un convertidor catalítico?
- ¿Qué diferencias hay entre las emanaciones de un automóvil sin convertidor catalítico y otro con convertidor?
- ¿Cuál es el origen de los contaminantes que mitiga el convertidor catalítico?
- ¿Cuáles son las vías de exposición de los contaminantes que se produce en un automóvil?

- ¿Cuál es el tiempo o distancia recorrida que necesita un convertidor catalítico para que comience a funcionar eficientemente?
- ¿Es eficiente el convertidor catalítico en viajes cortos de una ciudad? ¿Qué opinan sobre la introducción de buses eléctricos en ciudades frente al uso de automóviles con convertidor catalítico?

Socializan las ideas mediante un debate guiado.

Observaciones al docente

Los siguientes indicadores de evaluación, entre otros, pueden ser utilizados para evaluar formativamente:

- Aplican modelos matemáticos en el impacto termodinámico y cinético de reacciones químicas en estudio.
- Explican efectos de contaminantes en fenómenos químicos presentes en sistemas naturales y en los servicios ecosistémicos, considerando aspectos de la termodinámica y la cinética de reacciones.
- Evalúan implicancias éticas, ambientales y sociales de la producción y el uso de contaminantes.

Recursos y sitios web



- Sitio que explica el funcionamiento del convertidor catalítico:
[www.curriculumnacional/link/https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/174-funcionamiento-del-convertidor-catalitico/](https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/174-funcionamiento-del-convertidor-catalitico/)
- Sitio con diferentes unidades didácticas de Química:
[www.curriculumnacional/link/http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/destacados/LibroDQuiGrecia.pdf](http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/destacados/LibroDQuiGrecia.pdf)