

# Olimpiada Químico-Matemática 2020

## Instrucciones para los participantes

D. Javier Núñez López<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Presidente de la Comisión Evaluadora  
Departamento de Matemáticas Aplicadas



# Índice

- 1 Reglas de la competición
  - Duración de la prueba
  - Código de honor
- 2 Ejemplos de ejercicios propuestos
  - Ejercicio 1 de Matemáticas
  - Ejercicio 2 de Matemáticas
  - Ejercicio 1 de Química
  - Ejercicio 2 de Química
- 3 Solución a los ejercicios propuestos
  - Ejercicio 1 de Matemáticas
  - Ejercicio 2 de Matemáticas
  - Ejercicio 1 de Química
  - Ejercicio 2 de Química



# Índice

- 1 Reglas de la competición
  - Duración de la prueba
  - Código de honor
- 2 Ejemplos de ejercicios propuestos
  - Ejercicio 1 de Matemáticas
  - Ejercicio 2 de Matemáticas
  - Ejercicio 1 de Química
  - Ejercicio 2 de Química
- 3 Solución a los ejercicios propuestos
  - Ejercicio 1 de Matemáticas
  - Ejercicio 2 de Matemáticas
  - Ejercicio 1 de Química
  - Ejercicio 2 de Química



# Estructura y duración de la prueba

- Se realizarán dos ejercicios de matemáticas y dos ejercicios de química.
- Cada ejercicio de matemáticas tendrá una duración de 20 minutos.
- Cada ejercicio de química tendrá una duración de 20 minutos.



# Estructura y duración de la prueba

- Se realizarán dos ejercicios de matemáticas y dos ejercicios de química.
- Cada ejercicio de matemáticas tendrá una duración de 20 minutos.
- Cada ejercicio de química tendrá una duración de 20 minutos.



## Estructura y duración de la prueba

- Se realizarán dos ejercicios de matemáticas y dos ejercicios de química.
- Cada ejercicio de matemáticas tendrá una duración de 20 minutos.
- Cada ejercicio de química tendrá una duración de 20 minutos.



# Índice

- 1 Reglas de la competición
  - Duración de la prueba
  - Código de honor
- 2 Ejemplos de ejercicios propuestos
  - Ejercicio 1 de Matemáticas
  - Ejercicio 2 de Matemáticas
  - Ejercicio 1 de Química
  - Ejercicio 2 de Química
- 3 Solución a los ejercicios propuestos
  - Ejercicio 1 de Matemáticas
  - Ejercicio 2 de Matemáticas
  - Ejercicio 1 de Química
  - Ejercicio 2 de Química



# Ante todo...deportividad

## No copiar

Si un participante es sorprendido intentando copiar, será inmediatamente descalificado.

## Herramientas

Como material a utilizar: lápiz, goma de borrar y calculadora científica.



# Ante todo...deportividad

## No copiar

Si un participante es sorprendido intentando copiar, será inmediatamente descalificado.

## Herramientas

Como material a utilizar: lápiz, goma de borrar y calculadora científica.



# Índice

- 1 Reglas de la competición
  - Duración de la prueba
  - Código de honor
- 2 Ejemplos de ejercicios propuestos
  - Ejercicio 1 de Matemáticas
  - Ejercicio 2 de Matemáticas
  - Ejercicio 1 de Química
  - Ejercicio 2 de Química
- 3 Solución a los ejercicios propuestos
  - Ejercicio 1 de Matemáticas
  - Ejercicio 2 de Matemáticas
  - Ejercicio 1 de Química
  - Ejercicio 2 de Química



# MATEMÁTICAS

## Ejemplo

Encontrar los valores de  $K$  para que la matriz de la figura sea invertible.

$$\begin{pmatrix} k-1 & 2 & -2 \\ 0 & k-2 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$



# Índice

- 1 Reglas de la competición
  - Duración de la prueba
  - Código de honor
- 2 Ejemplos de ejercicios propuestos
  - Ejercicio 1 de Matemáticas
  - **Ejercicio 2 de Matemáticas**
  - Ejercicio 1 de Química
  - Ejercicio 2 de Química
- 3 Solución a los ejercicios propuestos
  - Ejercicio 1 de Matemáticas
  - Ejercicio 2 de Matemáticas
  - Ejercicio 1 de Química
  - Ejercicio 2 de Química



# MATEMÁTICAS

## Ejemplo

Sean la recta  $r = \frac{x-1}{m} = \frac{y-1}{2} = \frac{z-1}{4}$  y el plano  $\Pi \equiv x + y + kz = 0$ . Encontrar  $m$  y  $k$  para que:

- La recta  $r$  sea perpendicular al plano  $\Pi$ .
- La recta  $r$  esté contenida en el plano  $\Pi$ .



# Índice

- 1 Reglas de la competición
  - Duración de la prueba
  - Código de honor
- 2 Ejemplos de ejercicios propuestos
  - Ejercicio 1 de Matemáticas
  - Ejercicio 2 de Matemáticas
  - **Ejercicio 1 de Química**
  - Ejercicio 2 de Química
- 3 Solución a los ejercicios propuestos
  - Ejercicio 1 de Matemáticas
  - Ejercicio 2 de Matemáticas
  - Ejercicio 1 de Química
  - Ejercicio 2 de Química



# QUÍMICA

## Ejemplo

Indica cuál es la geometría de las moléculas  $AlH_3$ ,  $CH_4$  y  $PH_3$



# Índice

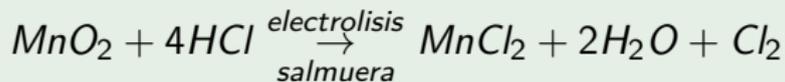
- 1 Reglas de la competición
  - Duración de la prueba
  - Código de honor
- 2 Ejemplos de ejercicios propuestos
  - Ejercicio 1 de Matemáticas
  - Ejercicio 2 de Matemáticas
  - Ejercicio 1 de Química
  - Ejercicio 2 de Química
- 3 Solución a los ejercicios propuestos
  - Ejercicio 1 de Matemáticas
  - Ejercicio 2 de Matemáticas
  - Ejercicio 1 de Química
  - Ejercicio 2 de Química



# QUÍMICA

## Ejemplo

El cloro se obtiene en el laboratorio según la reacción:



Calcular la cantidad de reactivos necesarios para obtener 100 l de  $\text{Cl}_2$  a 15 °C y 720 mm Hg.

Datos:  $A_r(\text{Mn})=54,94$  u;  $A_r(\text{Cl})=35,5$  u;  $A_r(\text{O})=16$  u;  $A_r(\text{H})=1$  u;  
 $R=0,082$  atm · l · mol<sup>-1</sup> · K<sup>-1</sup>.



# Índice

- 1 Reglas de la competición
  - Duración de la prueba
  - Código de honor
- 2 Ejemplos de ejercicios propuestos
  - Ejercicio 1 de Matemáticas
  - Ejercicio 2 de Matemáticas
  - Ejercicio 1 de Química
  - Ejercicio 2 de Química
- 3 Solución a los ejercicios propuestos
  - Ejercicio 1 de Matemáticas
  - Ejercicio 2 de Matemáticas
  - Ejercicio 1 de Química
  - Ejercicio 2 de Química



# SOLUCIONES

Para que una matriz sea invertible su determinante debe ser no nulo.

$$|A| = \begin{vmatrix} k-1+2 & 2 & 0 \\ -1 & k-2 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{vmatrix} = 1 \times \begin{vmatrix} k+1 & 2 \\ -1 & k-2 \end{vmatrix} = \\ (k+1)(k-2) + 2 = k^2 - 2k - 2 + 2$$

En consecuencia:

$$|A| = k^2 - 2k = k(k-1) \Rightarrow \text{Si } |A| = 0 \Rightarrow \begin{cases} k=0 \\ k=1 \end{cases} \Rightarrow \forall k \in \\ \mathbb{R} - \{0, 1\} \exists A^{-1}$$



# Índice

- 1 Reglas de la competición
  - Duración de la prueba
  - Código de honor
- 2 Ejemplos de ejercicios propuestos
  - Ejercicio 1 de Matemáticas
  - Ejercicio 2 de Matemáticas
  - Ejercicio 1 de Química
  - Ejercicio 2 de Química
- 3 Solución a los ejercicios propuestos
  - Ejercicio 1 de Matemáticas
  - **Ejercicio 2 de Matemáticas**
  - Ejercicio 1 de Química
  - Ejercicio 2 de Química



# SOLUCIONES

## Apartado 1

Para que la recta y el plano sean perpendiculares sus vectores directores son iguales o proporcionales.

$$\begin{cases} \vec{v}_r = (m, 2, 4) \\ \vec{v}_{\Pi} = (1, 1, k) \end{cases} \Rightarrow \frac{m}{1} = \frac{2}{1} = \frac{4}{k} \Rightarrow \begin{cases} \frac{m}{1} = \frac{2}{1} \Rightarrow m = 2 \\ \frac{2}{1} = \frac{4}{k} \Rightarrow 2k = 4 \Rightarrow k = 2 \end{cases}$$



# SOLUCIONES

## Apartado 2

Para que la recta esté contenida en el plano, sus vectores directores serán perpendiculares y su producto escalar nulo, además, un punto R(p.ej.(1,1,1)) de la recta, pertenecerá al plano.

$$\begin{cases} \vec{v}_r = (m, 2, 4) \\ \vec{v}_{\Pi} = (1, 1, k) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \vec{v}_r \cdot \vec{v}_{\Pi} = 0 \Rightarrow (m, 2, 4) \cdot (1, 1, k) = 0 \\ 1 + 1 + k1 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} m + 2 + 4k = 0 \\ 2 + k = 0 \Rightarrow k = -2 \end{cases} \Rightarrow m + 2 - 8 = 0 \Rightarrow m = 6$$

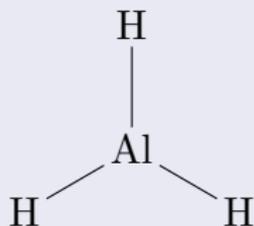


# Índice

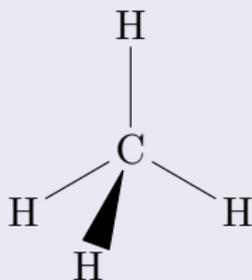
- 1 Reglas de la competición
  - Duración de la prueba
  - Código de honor
- 2 Ejemplos de ejercicios propuestos
  - Ejercicio 1 de Matemáticas
  - Ejercicio 2 de Matemáticas
  - Ejercicio 1 de Química
  - Ejercicio 2 de Química
- 3 Solución a los ejercicios propuestos
  - Ejercicio 1 de Matemáticas
  - Ejercicio 2 de Matemáticas
  - **Ejercicio 1 de Química**
  - Ejercicio 2 de Química



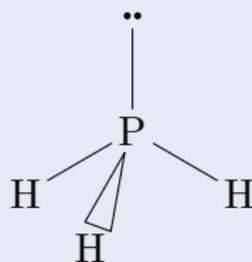
# SOLUCIONES



Trihidruro de aluminio



Metano



Trihidruro de fósforo



# Índice

- 1 Reglas de la competición
  - Duración de la prueba
  - Código de honor
- 2 Ejemplos de ejercicios propuestos
  - Ejercicio 1 de Matemáticas
  - Ejercicio 2 de Matemáticas
  - Ejercicio 1 de Química
  - Ejercicio 2 de Química
- 3 Solución a los ejercicios propuestos
  - Ejercicio 1 de Matemáticas
  - Ejercicio 2 de Matemáticas
  - Ejercicio 1 de Química
  - Ejercicio 2 de Química



# SOLUCIONES

$$M(\text{MnO}_2) = 86,94 \text{ g mol}^{-1}; M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g mol}^{-1}; T = 273 + 15 = 288 \text{ K}; P = 720 \text{ mmHg} \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mmHg}} = 0,95 \text{ atm}$$

A continuación se calculan los moles correspondientes a los 100 l de cloro:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{0,95 \text{ atm} \cdot 100 \text{ l}}{0,082 \text{ atm} \cdot \text{l mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 288 \text{ K}} = 4,023 \text{ moles de cloro}$$

Con la relación molar reactivo-cloro y los factores de conversión mol/g:

$$\text{Gramos de MnO}_2 : 4,023 \text{ moles Cl}_2 \frac{1 \text{ mol MnO}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} \frac{86,94 \text{ g MnO}_2}{1 \text{ mol MnO}_2} = 349,76 \text{ g}$$

$$\text{Gramos de HCl} : 4,023 \text{ moles Cl}_2 \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol Cl}_2} \frac{36,5 \text{ g HCl}}{1 \text{ mol HCl}} = 587,36 \text{ g}$$

