



CENEVAL®



Formulario

Examen General para el Egreso
de la Licenciatura en Química

EGEL Plus QUIM

Formulario
Examen General para el Egreso
de la Licenciatura en Química
EGEL Plus QUIM

Directorio

Carmen Enedina Rodríguez Armenta

Directora General

Alejandra Zúñiga Bohigas

Directora de los Exámenes
Generales para el Egreso de la Licenciatura

Ana Lilia Nájera Sierra

Subdirectora de Evaluación de Egreso
en Ciencias de la Vida y la Conducta

María Sonia Cruz Martínez

Responsable del EGEL Plus® Sección
Disciplinar en Química

Formulario

D.R. © 2025
Centro Nacional de Evaluación
para la Educación Superior, A.C. (Ceneval)

Segunda edición

Contenido

Unidades de concentración	5
Relación entre normalidad y molaridad	5
Fórmulas del pH	5
Ecuación de Henderson-Hasselbalch	6
Grado de disociación	6
Tabla de indicadores con intervalo de cambio de color	7
Potencial en el punto de equivalencia	7
Factor de retención en cromatografía en capa fina	7
Factor de corrección del índice de refracción en función de la temperatura (°C).....	7
Propiedades coligativas	7
Ley de Raoult	8
Ecuación de Nernst	8
Ley de Lambert-Beer	8
Rotación óptica específica	8
Regiones del espectro electromagnético	9
Círculo cromático	9
Energía de la radiación electromagnética	10
Relación frecuencia-longitud de onda	10
Reglas empíricas de Woodward-Fieser para el cálculo de desplazamiento de polienos	10
Tipos de transiciones en UV/Vis	10
Regiones del espectro infrarrojo	11
Desplazamiento químico para la RMN- ¹ H.....	11
Desplazamiento químico para la RMN- ¹³ C	12
Parámetros de resonancia magnética nuclear	12
Intervalo de confianza	13
Límite de detección	13
Ley de los gases ideales	13
Ley de presiones parciales de Dalton	13
Ecuación de van der Waals.....	13
Fórmulas de cinética de reacciones químicas.....	14
Ecuación de Arrhenius	15
Ley de Hess	15
Energía libre de Gibbs	15
Potencial de celda.....	15
Relación del potencial de celda y la energía libre de Gibbs.....	15
Relación entre la constante de equilibrio y la energía libre de Gibbs.....	15
Caudal de una tubería en función de la velocidad del fluido	15
Balance de materia	16
Cociente de reparto.....	16
Ecuación de Antoine	16

Humedad relativa	16
Economía atómica (EA)	16
Constantes físicas	17
Prefijos del sistema internacional	17
Tabla de índices de polaridad de disolventes	18
Tabla periódica de los elementos	19
Consejo Técnico	20

Unidades de concentración

Molaridad	$M = \frac{\text{mol}_{\text{soluto}}}{L_{\text{disolución}}}$
Molalidad	$m = \frac{\text{mol}_{\text{soluto}}}{\text{kg}_{\text{disolvente}}}$
Normalidad	$N = \frac{\text{equiv}_{\text{soluto}}}{L_{\text{disolución}}}$
Partes por millón	$\text{ppm} = \frac{\text{mg}_{\text{soluto}}}{L_{\text{disolución}}}$
Porcentaje en masa	$\% m/m = \frac{g_{\text{soluto}}}{g_{\text{disolución}}} \times 100$
Porcentaje en volumen	$\% v/v = \frac{\text{mL}_{\text{soluto}}}{\text{mL}_{\text{disolución}}} \times 100$
Porcentaje masa/volumen	$\% m/v = \frac{g_{\text{soluto}}}{\text{mL}_{\text{disolución}}} \times 100$
Fracción molar	$\chi_i = \frac{\text{mol}_i}{\text{moles}_{\text{totales}}}$

Relación entre normalidad y molaridad

$$N = Mz$$

z = número de equivalentes por mol
M = molaridad

Fórmulas del pH

Ecuaciones generales

$$pH = -\log[H^+]$$

$$pOH = -\log[OH^-]$$

$$pH + pOH = 14$$

$$pK_a + pK_b = pK_w = 14$$

Ecuaciones específicas

Ácidos fuertes

$$pH = -\log C_{\text{ácido}}$$

Ácidos débiles

$$pH = \frac{pK_a - \log C_{\text{ácido}}}{2}$$

Bases fuertes

$$pOH = -\log C_{\text{base}}$$

Bases débiles

$$pOH = \frac{pK_b + \log C_{\text{base}}}{2}$$

Anfóteros o anfólitos

$$pH = \frac{pK_{a(n)} + pK_{a(n+1)}}{2}$$

Ecuación de Henderson-Hasselbalch

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

Grado de disociación

$$\alpha^2 + \frac{K_a}{C_{\text{ácido}}} \alpha - \frac{K_a}{C_{\text{ácido}}} = 0$$

$$\alpha^2 + \frac{K_b}{C_{\text{base}}} \alpha - \frac{K_b}{C_{\text{base}}} = 0$$

$C_{\text{ácido}}$ = concentración inicial del ácido

C_{base} = concentración inicial de la base

K_a = constante de acidez

K_b = constante de basicidad

K_w = constante del producto iónico del agua

HA = ácido

A^- = base conjugada

α = grado de disociación

Tabla de indicadores con intervalo de cambio de color

Nombre común del indicador	Intervalo de cambio de color (pH)
Amarillo de metilo	2.9-4.0
Naranja de metilo	3.1-4.4
Verde de bromocresol	3.8-5.4
Rojo de metilo	4.2-6.3
Violeta de bromotimol	5.2-6.8
Azul de bromotimol	6.2-7.6
Rojo fenol	6.8-8.4
Violeta de cresol	7.6-9.2
Azul de timol	8.0-9.6
Fenolftaleína	8.3-10.0
Timolftaleína	9.3-10.5

Fuente: Skoog, Douglas A. et al. (2014). *Fundamentos de química analítica*, 9a ed., México, Cengage Learning, p. 326.

Potencial en el punto de equivalencia

$$E = \frac{n_1 E^\circ_1 + n_2 E^\circ_2}{n_1 + n_2}$$

n = número de electrones intercambiados en cada semirreacción
 E° = potencial estándar de reducción del par redox

Factor de retención en cromatografía en capa fina

$$R_f = \frac{\text{distancia que recorre el soluto}}{\text{distancia que recorre el frente del disolvente}}$$

Factor de corrección del índice de refracción en función de la temperatura (°C)

$$\eta_D^{20} = \eta_D^T + (0.00045)(T - 20)$$

Propiedades coligativas

$$\Delta T_e = i m K_e$$

ΔT_e = aumento del punto de ebullición
 i = factor de van't Hoff
 m = molalidad
 K_e = constante molal de aumento del punto de ebullición del disolvente

$$\Delta T_c = i m K_c$$

ΔT_c = disminución del punto de congelación
 i = factor de van't Hoff
 m = molalidad
 K_c = constante molal de disminución del punto de congelación del disolvente

Ley de Raoult

$$P_i = P_i^\circ \chi_i$$

P_i = presión de vapor del componente i en la disolución

P_i° = presión de vapor del componente i puro en la disolución

χ_i = fracción molar del componente i en la disolución

Ecuación de Nernst

$$E = E^\circ - \frac{0.05916}{n} \log \frac{[red]}{[ox]}$$

E = potencial de semicelda

E° = potencial estándar del par redox

n = número de electrones intercambiados en la semirreacción

$$E_{celda} = E^\circ_{celda} - \frac{0.05916}{n_T} \log Q$$

E_{celda} = potencial de celda

E°_{celda} = potencial estándar de celda

n_T = número total de electrones intercambiados en la reacción

Q = cociente de reacción

Ley de Lambert-Beer

$$A = \varepsilon b c$$

A = absorbancia

ε = coeficiente de absortividad molar

b = longitud de paso óptico

c = concentración

Rotación óptica específica

$$[\alpha]_\lambda^T = \frac{\alpha}{c b}$$

$[\alpha]_\lambda^T$ = rotación óptica específica a

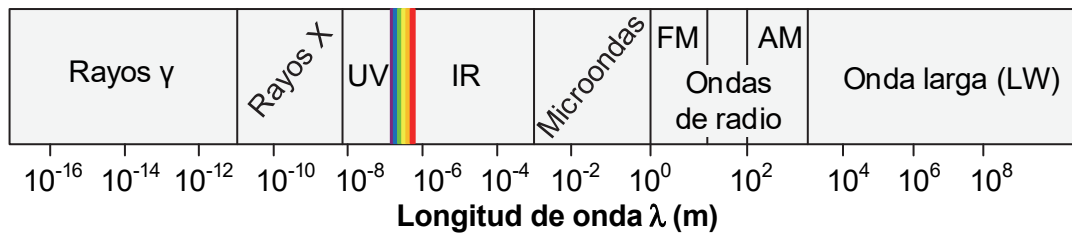
determinada temperatura y longitud de onda

α = rotación óptica observada

c = concentración

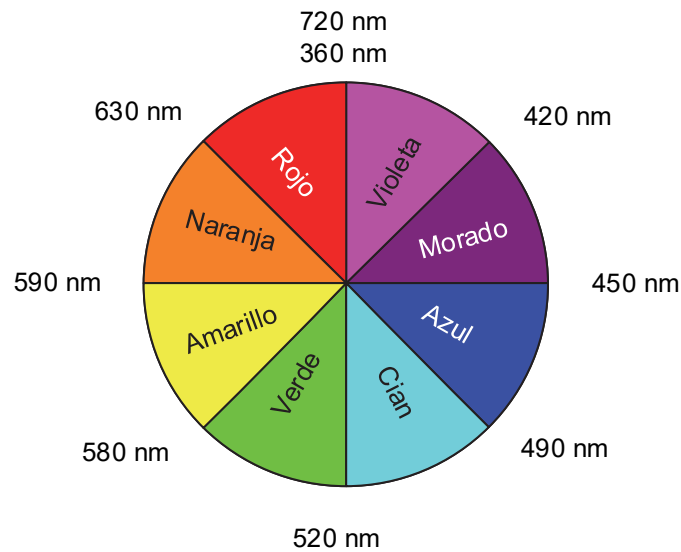
b = longitud del paso óptico

Regiones del espectro electromagnético



Fuente: Wikimedia Commons / CC-BY-SA-3.0

Círculo cromático



Fuente: Wikimedia Commons / CC-BY-SA-4.0

Energía de la radiación electromagnética

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

E = energía de la radiación electromagnética
 c = velocidad de la luz en el vacío
 h = constante de Planck
 λ = longitud de onda

Relación frecuencia-longitud de onda

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

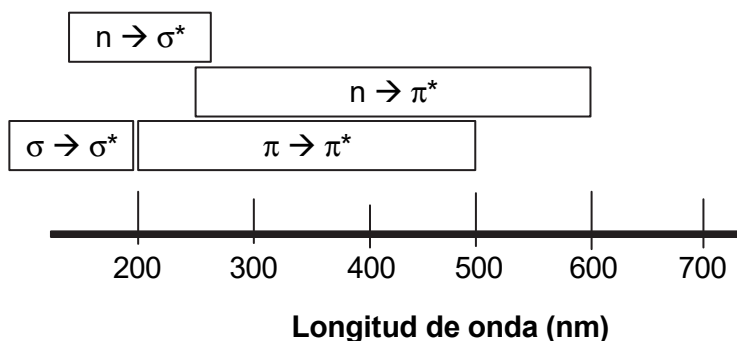
c = velocidad de la luz en el vacío
 ν = frecuencia
 λ = longitud de onda

Reglas empíricas de Woodward-Fieser para el cálculo de desplazamiento de polienos

Cromóforo	Ciclohexadieno (homoanular)	Dieno transoide (heteroanular)
Base	$\lambda = 253 \text{ nm}$	$\lambda = 214 \text{ nm}$
Incremento (nm) generado por:		
Doble enlace conjugado extra	30	30
Sustituyente alquilo	5	5
Doble enlace exocíclico	5	5
Grupos:		
—OCOCH ₃	0	0
—OR	6	6
—Cl, —Br	5	5
—NR ₂	60	60

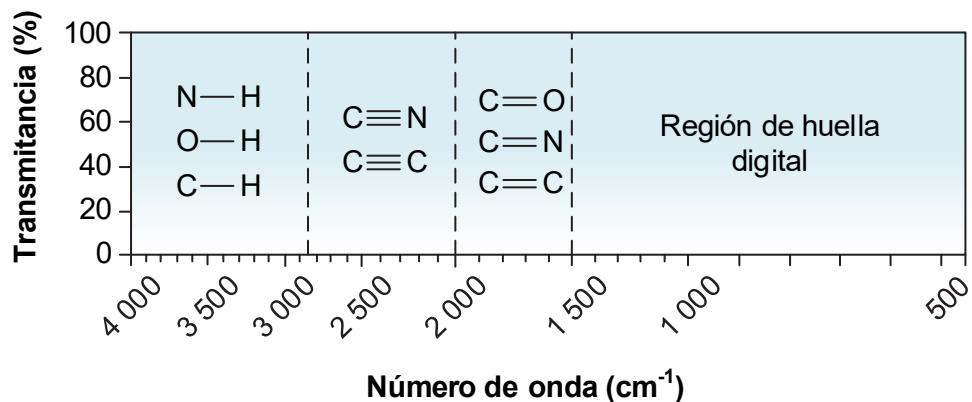
Fuente: Pavia, Donald L. et al. (2014). *Introduction to spectroscopy*, 5a ed., USA, Cengage Learning, p. 592.

Tipos de transiciones en UV/Vis



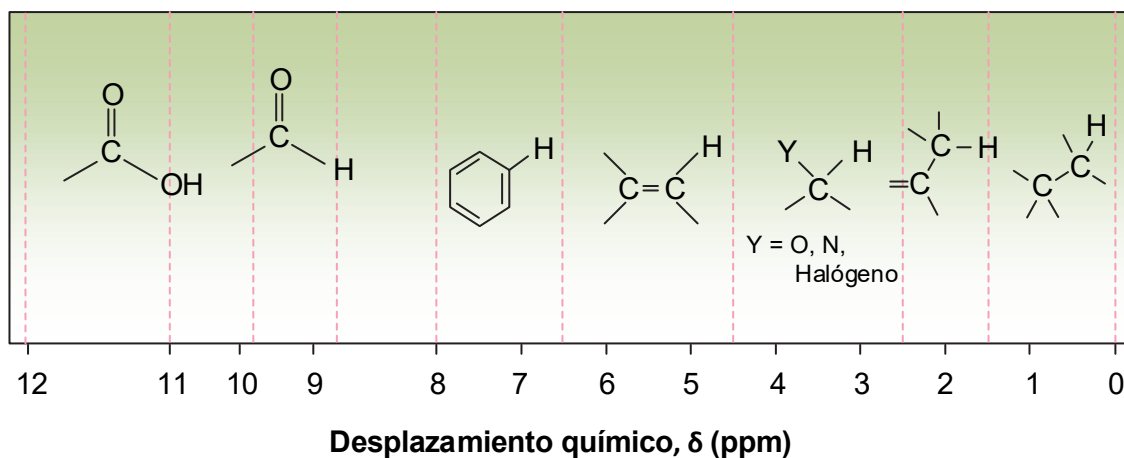
Fuente: Elaboración propia con información de Valladares, Sergio (1994). *Espectrofotometría de absorción molecular ultravioleta-visible*, FAO.

Regiones del espectro infrarrojo



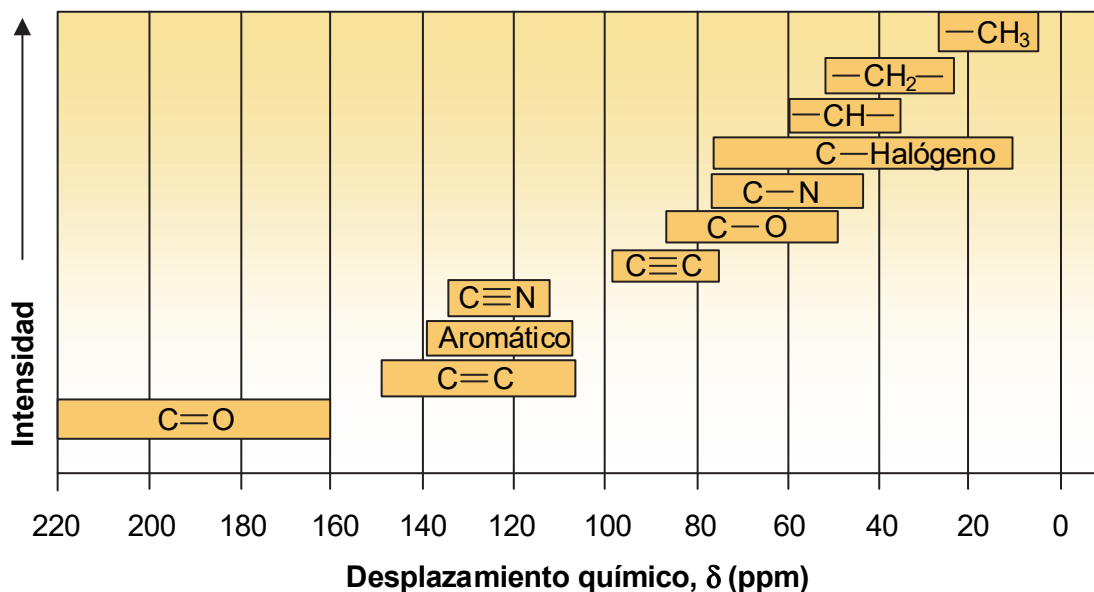
Fuente: McMurry, John (2008). *Organic Chemistry*, 7a ed., USA, Thomson, p. 425.

Desplazamiento químico para la RMN-¹H



Fuente: Elaboración propia con información de McMurry, John (2008). *Organic Chemistry*, 7a ed., USA, Thomson, p. 457 y Wade, Leroy (2011). *Química orgánica*, vol. 1, 7a. ed., México, Pearson Educación, p. 597.

Desplazamiento químico para la RMN-¹³C



Fuente: McMurry, John (2008). *Organic Chemistry*, 7a ed., USA, Thomson, p. 448.

Parámetros de resonancia magnética nuclear

$$\delta = \frac{\nu_{\text{señal}} - \nu_{TMS}}{\nu_L}$$

δ = desplazamiento químico de ¹H

$\nu_{\text{señal}}$ = frecuencia de la señal

ν_{TMS} = frecuencia del TMS

TMS = tetrametilsilano (referencia)

ν_L = frecuencia de Larmor del núcleo de ¹H

$$\nu_L = \frac{\gamma B_0}{2\pi}$$

ν_L = frecuencia de Larmor del núcleo de ¹H

γ = constante giromagnética del núcleo de ¹H

B_0 = intensidad del campo magnético

$$J_{AB} = (\delta_2 - \delta_1) \nu_L$$

J_{AB} = constante de acoplamiento

δ_2 = desplazamiento químico de la señal 2 del multiplete

δ_1 = desplazamiento químico de la señal 1 del multiplete

ν_L = frecuencia de Larmor del núcleo de ¹H

Intervalo de confianza

Muestral

$$\mu = \bar{x} \pm \frac{t \cdot s}{\sqrt{n}}$$

\bar{x} = media muestral

t = t de student a un determinado nivel de confianza

n = número de datos

s = desviación estándar muestral

Poblacional

$$\mu = \bar{\mu} \pm z_{\infty/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$\bar{\mu}$ = media poblacional

z = intervalo z a un determinado nivel de confianza

n = número de datos

σ = desviación estándar poblacional

Desviación estándar poblacional

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\mu_i - \bar{\mu})^2}{n}}$$

Desviación estándar muestral

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Límite de detección

$$x_{LD} = \frac{3s_B}{b}$$

x_{LD} = límite de detección del analito

y_{LD} = límite de detección de la señal

s_B = desviación estándar del blanco

\bar{y}_B = señal promedio del blanco

b = sensibilidad analítica

$$y_{LD} = \bar{y}_B + 3s_B$$

Ley de los gases ideales

$$PV = nRT$$

V = volumen

n = número de moles de gas

P = presión

T = temperatura absoluta

R = constante universal de los gases

Ley de presiones parciales de Dalton

$$P_T = P_1 + P_2 + \dots + P_n$$

Ecuación de van der Waals

$$P = \frac{nRT}{V - nb} - \frac{an^2}{V^2}$$

V = volumen

n = número de moles de gas

P = presión

T = temperatura absoluta

R = constante universal de los gases

a y b = constantes experimentales para cada gas

Fórmulas de cinética de reacciones químicas

Orden de reacción	Ley de velocidad	Leyes de velocidad integradas	Tiempo de vida media ($t_{1/2}$)	Variables
0	$v = k$	$[A] = [A]_0 - kt$	$t_{1/2} = \frac{[A]_0}{2k}$	v = velocidad de reacción k = constante de velocidad $[A]$ = concentración del reactivo A $[A]_0$ = concentración inicial del reactivo A
1	$v = k[A]$	$\ln[A] = \ln[A]_0 - kt$	$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$	
2	$v = k[A]^2$	$\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt$	$t_{1/2} = \frac{1}{k[A]_0}$	

Ecuación de Arrhenius

General

$$k = A \cdot e^{\left(\frac{-E_a}{RT}\right)}$$

Forma integrada

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

k = constante de velocidad de reacción
 E_a = energía de activación
 A = factor de frecuencia o factor pre-exponencial
 R = constante universal de los gases
 T = temperatura absoluta

Ley de Hess

$$\Delta H^\circ_{\text{Rx global}} = \Delta H^\circ_{\text{Rx1}} + \Delta H^\circ_{\text{Rx2}} + \dots + \Delta H^\circ_{\text{Rxn}} \quad \Delta H^\circ = \text{entalpía estándar de reacción}$$

Energía libre de Gibbs

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S$$

ΔG = energía libre de Gibbs
 ΔH = entalpía de reacción
 ΔS = entropía de reacción
 T = temperatura absoluta

Potencial de celda

$$E_{\text{celda}} = E_{\text{cátodo}} - E_{\text{ánodo}}$$

Relación del potencial de celda y la energía libre de Gibbs

$$\Delta G = -nFE$$

G = energía libre de Gibbs
 n = número de electrones intercambiados
 F = constante de Faraday
 E = potencial de celda

Relación entre la constante de equilibrio y la energía libre de Gibbs

$$\Delta G = -RT \ln K$$

K = constante de equilibrio
 G = energía libre de Gibbs
 R = constante universal de los gases
 T = temperatura absoluta

Caudal de una tubería en función de la velocidad del fluido

$$Q = \frac{\pi D^2 V}{4}$$

Q = caudal
 D = diámetro de la tubería
 V = velocidad del fluido

Balance de materia

$$\Delta m_{cv} = \sum m_e - \sum m_s$$

Δm_{cv} = cambio de masa

$\sum m_e$ = entradas

$\sum m_s$ = salidas

Cociente de reparto

$$K_D = \frac{[A]_2}{[A]_1}$$

K_D = cociente de reparto

$[A]_1$ = la concentración de la especie química A en el disolvente 1

$[A]_2$ = la concentración de la especie química A en el disolvente 2

Ecuación de Antoine

$$\log P = A - \frac{B}{C + T}$$

P = presión de vapor de la sustancia pura

T = temperatura

A , B y C = parámetros empíricos, específicos para cada sustancia

Humedad relativa

$$HR = \frac{p}{p^0} \times 100$$

HR = humedad relativa

p = presión parcial del vapor de agua

p^0 = presión de vapor del agua pura a la misma temperatura

Economía atómica (EA)

$$EA = \frac{\text{Masa molecular del producto deseado}}{\sum \text{Masa molecular de los reactivos}} \times 100$$

Constantes físicas

Constante de Planck	$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Velocidad de la luz en el vacío	$c_0 = 2.9979 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Constante giromagnética del núcleo de ^1H	$\gamma = 26.76 \times 10^7 \text{ T}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
Constante universal de los gases	$R = 8.31434 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ $= 0.082057 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ $= 1.987207 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Constante de Faraday	$F = 96\,493.33 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}_{e^-}$
Presión estándar	$P = 1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 101\,325 \text{ Pa}$
Temperatura estándar	$T = 0 \text{ }^\circ\text{C} = 273.15 \text{ K}$
Número de Avogadro	$6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Prefijos del sistema internacional

Símbolo	Nombre	Valor
T	tera	$10^{12} = 1\,000\,000\,000\,000$
G	giga	$10^9 = 1\,000\,000\,000$
M	mega	$10^6 = 1\,000\,000$
k	kilo	$10^3 = 1\,000$
h	hecto	$10^2 = 100$
da	deca	$10^1 = 10$
d	deci	$10^{-1} = 0.1$
c	centi	$10^{-2} = 0.01$
m	mili	$10^{-3} = 0.001$
μ	micro	$10^{-6} = 0.000001$
n	nano	$10^{-9} = 0.000000001$
p	pico	$10^{-12} = 0.000000000001$

Tabla de índices de polaridad de disolventes y puntos de ebullición

Índice de polaridad	Disolvente	Punto de ebullición normal (°C)
-0.4	Isooctano	99.2
-0.3	<i>n</i> -decano	174.1
0.0	<i>n</i> -hexano	68.7
0.0	Ciclohexano	80.7
1.7	Éter butílico	142.2
1.8	Trietilamina	89.0
2.2	Éter isopropílico	68.9
2.3	Tolueno	110.6
2.4	<i>p</i> -xileno	138.3
3.0	Benceno	80.1
3.3	Éter bencílico	298
3.4	Cloruro de metileno	39.8
3.7	Cloruro de etileno	83.5
3.9	1-butanol	177.7
4.2	Tetrahidrofurano	66.0
4.3	Acetato de etilo	77.1
4.3	1-propanol	97.2
4.3	2-propanol	82.3
4.4	Acetato de metilo	57
4.5	Etilmetilcetona	79.6
4.5	Ciclohexanona	155.6
4.5	Nitrobenceno	210.8
4.6	Benzonitrilo	190.7
4.8	Dioxano	101.1
5.2	Etanol	78.2
5.3	Piridina	115.0
5.3	Nitroetano	114.0
5.4	Acetona	56.1
5.5	Alcohol bencílico	205.3
5.7	Metoxietanol	124.1
6.2	Acetonitrilo	81.6
6.2	Ácido acético	117.9
6.4	Dimetilformamida	153.0
6.5	Dimetilsulfóxido	189.0
6.6	Metanol	64.7
7.3	Formamida	210.5
9.0	Agua	100.0

Fuente: National Institutes of Health (2024).
"PubChem Open Chemistry Database" y Cienytech (s/f). "Miscibilidades entre disolventes".

Consejo Técnico

Representantes de Instituciones de Educación Superior

Dra. Zulema Osiris Cantillo Ciau
**Asociación Nacional de Facultades y
Escuelas de Química, A. C. (ANFEQUI)**

Dr. Rolando David Cáceres Castillo
Universidad Autónoma de Yucatán

Dr. Jorge Raúl Cerna Cortez
**Benemérita Universidad Autónoma de
Puebla**

Dr. Luis Humberto Mendoza Huizar
**Universidad Autónoma del Estado de
Hidalgo**

Dra. Catalina María Pérez Berumen
**Consejo Nacional para la Evaluación
de Programas de Ciencias Químicas, A.C.
(CONAECQ)**

Dr. Erick Cuevas Yañez
**Universidad Autónoma del Estado de
México**

Dra. Irma Salgado Escobar
**Instituto Tecnológico y de Estudios
Superiores de Monterrey**

M. en Ing. Bernardo Gudiño Guzmán
Universidad de Guadalajara

Dra. María del Carmen Jauregui Romo
Universidad Autónoma de Baja California

Dr. José Óscar Carlos Jiménez Halla
Universidad de Guanajuato

Dra. Nora Aleyda García Gómez
Universidad Autónoma de Nuevo León

Dra. Elizabeth Reyes López
Universidad La Salle

Dr. Rodolfo González Chávez
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Este Formulario es un instrumento de apoyo para quienes sustentarán el Examen General para el Egreso de la Licenciatura en Química (EGEL Plus® QUIM).

El Formulario para el sustentante es un documento cuyo contenido está sujeto a revisiones periódicas. Las posibles modificaciones atienden a los aportes y críticas que hagan los miembros de las comunidades académicas de instituciones de educación superior de nuestro país, los usuarios y, fundamentalmente, las orientaciones del Consejo Técnico del examen.

El Ceneval y el Consejo Técnico del EGEL Plus® QUIM agradecerán todos los comentarios que puedan enriquecer este material. Sírvase dirigirlos a:

**Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior, A.C.
Subdirección de Evaluación de Egreso
en Ciencias de la Vida y la Conducta**

Av. Camino al Desierto de los Leones (Altavista) 37,
Col. San Ángel, Álvaro Obregón,
C.P. 01000, Ciudad de México.
Tel: 55 53 22 92 00 ext. 5212
www.ceneval.edu.mx
sonia.cruz@ceneval.edu.mx

El Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior es una asociación civil sin fines de lucro constituida formalmente el 28 de abril de 1994, como consta en la escritura pública número 87036 pasada ante la fe del notario 49 del Distrito Federal.

Sus órganos de gobierno son la Asamblea General, el Consejo Directivo y la Dirección General. Su máxima autoridad es la Asamblea General, cuya integración se presenta a continuación, según el sector al que pertenecen los asociados:

Asociaciones e instituciones educativas: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, A.C.; Federación de Instituciones Mexicanas Particulares de Educación Superior, A.C.; Instituto Politécnico Nacional; Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Universidad Autónoma del Estado de México; Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Universidad Autónoma de Yucatán; Universidad Nacional Autónoma de México*; Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla; Universidad Tecnológica de México.

Asociaciones y colegios de profesionales: Barra Mexicana Colegio de Abogados, A.C.; Colegio Nacional de Actuarios, A.C.; Colegio Nacional de Psicólogos, A.C.; Federación de Colegios y Asociación de Médicos Veterinarios y Zootecnistas de México, A.C.; Instituto Mexicano de Contadores Públicos, A.C.

Organizaciones productivas y sociales: Academia de Ingeniería, A.C.; Academia Mexicana de Ciencias, A.C.; Academia Nacional de Medicina, A.C.; Fundación ICA, A.C.

Autoridades educativas gubernamentales: Secretaría de Educación Pública.

El Centro está inscrito en el Registro Nacional de Instituciones Científicas y Tecnológicas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología con el número 506 desde el 10 de marzo de 1995. También es miembro de la International Association for Educational Assessment.

* A petición de la institución, sus derechos y obligaciones en el Ceneval se encuentran suspendidos.

www.ceneval.net



CENEVAL®

ceneval.edu.mx



@SomosCeneval

dudas o preguntas en ayuda@ceneval.net