

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

**COMPORTAMIENTO DEL ACIDO BORICO
EN DISOLVENTES NO ACUOSOS**

**TESIS PARA OPTAR POR EL
TITULO DE QUIMICO**

RAUL SANOJA

MEXICO, 1954



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A MIS PADRES

A MI ABUELA

A MIS TIOS Y PRIMOS

AL DR. MARIO GALINDO Y SEÑORA E HIJOS

A MARIA DEL CARMEN GALINDO, MI NOVIA

A MIS MAESTROS

A LA SRITA. MARIA DEL CONSUELO HIDALGO

A MIS AMIGOS

INTRODUCCION

LOS ACIDOS O SUBSTANCIAS CON CARACTER ACIDO, SON AQUELLAS QUE POSEEN UNA CAPACIDAD ESPECIAL PARA LIBERAR IONES HIDROGENO, YA QUE ESTAS EN SU COMPOSICION QUIMICA, TIENEN POR LO MENOS UN ATOMO DE HIDROGENO IONIZABLE. ASI PUES, EN LAS DISOLUCIONES DE ACIDOS, LA CONCENTRACION DE IONES HIDROGENO SERA SIEMPRE MAYOR QUE EN EL AGUA.

DE IGUAL MANERA LAS BASES O SUBSTANCIAS CON CARACTER BASICO, SON AQUELLAS QUE LIBERAN IONES OXIDRILLOS DE TAL MANERA QUE SUS SOLUCIONES TENDRAN UNA CONCENTRACION DE OXIDRILIONES MAYOR QUE LA QUE SE ENCUENTRA EN EL AGUA.

EL CARACTER ACIDO O BASICO DE UN COMPUESTO NO ES UNA PROPIEDAD QUE LOS AGRUPE DEFINITIVAMENTE COMO ACIDO O COMO BASE, SINO QUE LO PODEMOS CONSIDERAR COMO UN CARACTER RELATIVO QUE PUEDE PRESENTAR TODOS LOS GRADOS.

LOS ACIDOS O BASES FUERTES SE CARACTERIZAN PORQUE EN SOLUCION SE DESDOBLAN COMPLETAMENTE EN SUS IONES RESPECTIVOS DEBIDO A LO CUAL LA CONCENTRACION DE IONES "H⁺" O "OH⁻" DE LA DISOLUCION ALCANZA UN MAXIMO VALOR.

EL CALCULO DEL VALOR DEL PH O POH EN LAS DISOLUCIONES ACUOSAS DE ACIDOS O BASES FUERTES, ES MUY SENCILLO; PERO EN EL CASO DE ACI-

DOS O BASES DEBILES O MEDIAS EN DONDE SUS MOLECULAS SE DISOCIAN SOLO PARCIALMENTE EN SUS IONES. LOS CALCULOS PRESENTAN MAYORES COMPLICACIONES.

POR DEFINICION SE SABE QUE PH DE UNA SOLUCION ES EL LOGARITMO NEGATIVO DE LA ACTIVIDAD DEL ION HIDROGENO. ES DECIR:

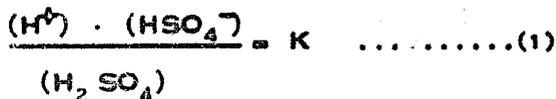
$$PH = -\log_a H^+$$

PERO COMO LA ACTIVIDAD IONICA NO SE PUEDE MEDIR CON EXACTITUD, LA EXPRESION ANTERIOR SE MODIFICA PARA DEFINIR EL PH COMO EL LOGARITMO NEGATIVO DE LA CONCENTRACION DE IONES HIDROGENO.

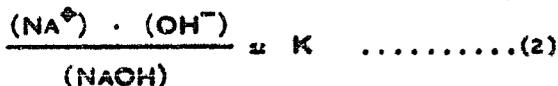
$$PH = -\log_c H^+$$

COMO LA DISOCIACION DE UN ACIDO O DE UNA BASE ES UN FENOMENO QUE OBEDECE A LA LEY DE LA ACCION DE LAS MASAS, LA DESCOMPOSICION DE UNO DE ELLOS EN SUS IONES PUEDE SER REPRESENTADO ASI:

EN EL CASO DEL ACIDO SULFURICO



EN EL CASO DE LA BASE SODICA



EN ESTAS FORMULAS K REPRESENTA LA CONSTANTE DE DISOCIACION, DEL ACIDO O DE LA BASE LA CUAL POSEE PARA CADA CASO EN ESPECIAL UN VALOR PARTICULAR, Y POR LO TANTO REPRESENTA UNA MEDIDA DE AFINIDAD QUE EXISTE ENTRE EL ION "H" Y EL ANION DEL ACIDO Y EL CATION Y EL ION OXIDRILICO EN EL CASO DE LA BASE, PUESTO QUE EN TODO EQUILIBRIO LA ENERGIA LIBRE DEL PROCESO ES PROPORCIONAL A LA CONSTANTE DE EQUILIBRIO.

EL HECHO DE QUE EL EXPONENTE PH TENGA SIGNO NEGATIVO, SE DEDUCE QUE ESTA ES UNA ESCALA INVERSA, ES DECIR, QUE A MAYOR PH MENOS ACIDA ES LA SOLUCION.

EN FORMA ANALOGA LA FUERZA DE UN ACIDO PUEDE REPRESENTARSE - POR EL EXPONENTE NEGATIVO DEL LOGARITMO "K", DENOTADO POR PK. POR LO TANTO:

$$PK = -\log K.$$

CONOCIENDOSE EL PH DE UNA SOLUCION PUEDE CONOCERSE SU PK Y VICEVERSA, TENIENDOSE COMO DATO LA CONCENTRACION DEL ACIDO EN MOLES POR LITRO (C) SEGUN LA FORMULA:

$$PH = \frac{1}{2} PK - \frac{1}{2} \log C.$$

SE HAN HECHO ALGUNAS REFERENCIAS PROVISIONALES A LA FUERZA DEL ACIDO O DE LA BASE CUALITATIVAMENTE. SE PUEDE DECIR QUE LA FUERZA DE UN ACIDO VIENE DETERMINADA POR LA INTENSIDAD CON QUE CEDA PROTONES Y LA DE

UNA BASE CON QUE LOS ACEPTA. SE PUEDE TAMBIEN SEÑALAR QUE LA BASE CONJUGADA DE UN ACIDO FUERTE TIENE QUE SER DEBIL Y LA DE UN ACIDO DEBIL DEBE DE SER FUERTE.

QUANTITATIVAMENTE LA FUERZA DEBE EXPRESARSE EN FUNCION DE LA CONSTANTE DE EQUILIBRIO. ASI TENDREMOS:



ES DECIR, PARA LA FUERZA COMO ACIDO

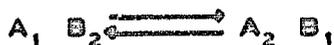
$$K_A = \frac{A_B \cdot A_H}{A_A} \dots\dots\dots(4)$$

PARA LA FUERZA COMO BASE

$$K_B = \frac{A_A}{A_B \cdot A_H} \dots\dots\dots(5)$$

DONDE "A" REPRESENTA LA ACTIVIDAD CORRESPONDIENTE.

PERO COMO LA ECUACION DE EQUILIBRIO ANTERIORMENTE EXPUESTA (3) NO SE PUEDE OBSERVAR EN LA PRACTICA Y LOS EQUILIBRIOS QUE SE PRODUCEN SON DEL TIPO:



TENDREMOS QUE SE EMPLEARA ENTONCES:

$$K = \frac{(A_{A_2}) (A_{B_1})}{(A_{A_1}) (A_{B_2})} \dots\dots\dots(6)$$



$$K = \frac{(^A H_3O^+) (^A B^-)}{(^A A) (^A H_2O)} \dots\dots\dots (7)$$

COMO LA ACTIVIDAD DEL AGUA EN SOLUCIONES DILUIDAS PUEDE CONSI-

DERARSE CONSTANTE TENEMOS QUE:

$$K_A = \frac{^A H_3O^+ \quad ^A B^-}{^A A} \dots\dots\dots (8)$$

$$K_B = \frac{^A A}{^A H_3O^+ \quad ^A B} \dots\dots\dots (9)$$

EN DONDE LAS MAGNITUDES K_A Y K_B INDICAN LA FUERZA DEL ACIDO Y DE LA BASE RESPECTIVAMENTE .

ES NECESARIO ANOTAR QUE DE LAS INVESTIGACIONES ULTIMAS DEL COMPORTAMIENTO ACIDO BASE EN DISOLVENTES NO ACUOSOS, SE HA OBSERVADO QUE LA TRANSFERENCIA DEL PROTON DEL ACIDO A LA BASE SIGUE LA DIRECCION DE UNA MOLECULA ADICIONAL O DE UNA MOLECULA DEL ACIDO, PARA REALIZAR LA FUNCION POR CUMPLIR POR EL DISOLVENTE EN EL SISTEMA NO ACUOSO, Y QUE LA PARTE INTERACCIONAL DE LA ENERGIA DE TRANSFERENCIA DEPENDE DEL GRU-

PO FUNCIONAL ACIDO.

EN CUANTO A LA DETERMINACION DEL PH EN LAS SOLUCIONES NO ACUOSAS, PUEDE SER INTERPRETADO IGUAL QUE EN LAS SOLUCIONES ACUOSAS FUES NO HAY ESTANDARD COMO ANTECEDENTE DE ELLO, Y ES POR ESO QUE EN LA LABOR PRACTICA DE ESTE TRABAJO, SE SIGUIO LA TECNICA ESTABLECIDA EN LOS METODOS ESCOGIDOS, EN CUANTO A LA MEDICION DE ACIDEZ Y DE BASICIDAD.

ANTECEDENTES

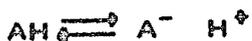
LA NOCIÓN DE ACIDEZ Y BASICIDAD HA SUFRIDO UNA EVOLUCIÓN CONSIDERABLE CON EL ADVENIMIENTO DE LA TEORÍA ELECTRÓNICA. SON VARIAS LAS DEFINICIONES DE ÁCIDOS Y BASES QUE CONOCEMOS Y ENTRE ELLAS TENEMOS:

LA DE BRONSTED Y LEWREY, QUE ESTABLECE QUE UN ÁCIDO ES UNA ESPECIE QUÍMICA QUE PRESENTA LA TENDENCIA DE PERDER UN PROTON; POR LO CONTRARIO, UNA BASE ES UNA ESPECIE QUÍMICA QUE PRESENTA LA TENDENCIA DE COMBINARSE CON UN PROTON.

ESTA DEFINICIÓN ENTRAÑA CIERTO NÚMERO DE CONSECUENCIAS DE GRAN IMPORTANCIA:

1. POR EL HECHO DE QUE TODA DISOCIACIÓN DE UN ÁCIDO ES SIEMPRE REVERSIBLE, TODO ÁCIDO AL PERDER UN PROTON SE TRANSFORMA NECESARIAMENTE EN UNA BASE, Y ESTA A SU VEZ AL COMBINARSE CON UN PROTON SE TRANSFORMA EN ÁCIDO.

HACIENDO CASO OMISO AL DISOLVENTE EN EL QUE TIENE LUGAR LA DISOCIACIÓN, SE PUEDE ESCRIBIR:



EN DONDE AH FORMA UN AGRUPAMIENTO ÁCIDO-BASE, A ES LA BASE CONJUGADA DEL ÁCIDO H, Y H ES EL ÁCIDO CONJUGADO DE LA BASE A.

2. UNA ACIDEZ FUERTE DE AH CORRESPONDE A UNA AFINIDAD DÉBIL DE A HACIA EL PROTON. DICHO DE OTRO MODO, MIENTRAS MÁS FUERTE ES EL ÁCIDO

MENOS FUERTE ES LA BASE CONJUGADA Y VICEVERSA.

3. LAS BASES NO SON POR NECESIDAD ESPECIES QUIMICAS CARGADAS NEGATIVAMENTE. EN EFECTO, TODAS LAS MOLECULAS NEUTRAS QUE POSEEN UNO O MAS DOBLETES LIBRES SON BASES, PUESTO QUE SON CAPACES DE COMBINARSE MEDIANTE UN ENLACE DE COORDINACION A UN PROTON, DANDO ORIGEN A UN CATION. ESTE POR DEFINICION ES UN ACIDO O UN ACIDO PROTONICO. POR LO TANTO LA DISOCIACION DE UN ACIDO CONSISTE EN REALIDAD EN LA TRANSFERENCIA DE UN PROTON DE UNA MOLECULA A OTRA. PERO PARA PODER ESTUDIAR ESTE CONCEPTO O COMPORTAMIENTO ACIDO-BASE EN FUNCION DE LAS ESTRUCTURAS CORRESPONDIENTES, ES NECESARIO APUNTAR LA NATURALEZA DEL DISOLVENTE Y POR ELLO DECIMOS, QUE LA ACIDEZ DE UN ACIDO DEBIL NO SE PUEDE PONER DE MANIFIESTO MAS QUE EN DISOLVENTES SUFICIENTEMENTE BASICOS E INVERSAMENTE, LA BASICIDAD DE LAS BASES DEBILES SE HA DE MANIFESTAR EN DISOLVENTES SUFICIENTEMENTE ACIDOS.

LEWIS DEFINE A UN ACIDO COMO LA SUSTANCIA QUE POSEE UN ATOMO EN EL CUAL LA CAPA ELECTRONICA ESTA INCOMPLETA, Y QUE POR LO MISMO, SON CAPACES DE ACEPTAR UN DOBLETE ELECTRONICO, Y UNA BASE ES AQUELLA QUE PUEDE CEDER ELECTRONES, ES DECIR, APORTAR DOBLETES LIBRES



ASI TODA SUSTANCIA QUE POSEE DOBLETE LIBRE PUEDE FIJAR UN PRO-

TON. POR LO TANTO LAS BASES DE LEWIS SE IDENTIFICAN CON LAS DE BRONSTED LOWREY. POR LO CONTRARIO LOS ACIDOS DE LEWIS NO SIENDO NECESARIAMENTE DONADORES DE PROTONES NO CAEN EN LA CATEGORIA DE LOS LLAMADOS ACIDOS PROTONICOS.

ES NECESARIO ANOTAR QUE UN PROTON "H" PRESENTA LA CARACTERISTICA DE UN ACIDO DE LEWIS: SU CAPA ELECTRONICA ES INCOMPLETA Y DA PRODUCTOS DE ADICION CON LAS BASES DEL TIPO COMPLEJO COORDINATIVO.

LAS DEFINICIONES ANTERIORES COMPLEMENTANDOSE DAN UNA GENERALIDAD PARA EL CONCEPTO ACIDO-BASE.

LAS BASES SON AGENTES ACEPTORES DE PROTONES O DONADORES DE ELECTRONES Y LOS ACIDOS SON AGENTES CAPTORES DE ELECTRONES Y DONADORES DE PROTONES.

PESE A TODAS ESTAS EXPLICACIONES, MUCHAS OTRAS DEFINICIONES HACEN QUE TANTO LAS ANTERIORMENTE EXPUESTAS COMO OTRAS AQUI OMITIDAS VAYAN SUFRIENDO EVOLUCIONES CONSTANTES, COMPLEMENTANDOSE UNA CON OTRA Y NO CONTRAPONIENDOSE.

LOS TRABAJOS REALIZADOS EN DISOLVENTES NO ACUOSOS HAN MODIFICADO LA DENOMINACION DE LO QUE ES ACIDO Y DE LO QUE ES BASE, LLEGANDOSE A LA CONCLUSION DE QUE UN COMPUESTO NO ES ACIDO SINO QUE TIENE CARACTER ACIDO Y QUE UN COMPUESTO NO ES BASICO SINO QUE TIENE CARACTER BASICO, Y QUE ESTE CARACTER ES RELATIVO A OTRO COMPUESTO CON EL QUE SE COMPARA. ASI UN MISMO COMPUESTO PUEDE COMPORTARSE COMO ACIDO FRENTE A UNO QUE

POSEA UN CARACTER BASICO MAS ACENTUADO, PERO EN CAMBIO PUEDE COMPOR-
TARSE COMO BASE SI SE HACE REACCIONAR CON UNO DE MAYOR CARACTER ACIDO.

EN LOS ULTIMOS AÑOS SE HA DEMOSTRADO ESPECIAL INTERES EN EL
COMPORTAMIENTO DE ACIDOS Y DE BASES POTENCIALES EN DISOLVENTES NO ACUO-
SOS MUY ESPECIALMENTE EN AQUELLOS CUYA TITULACION EN AGUA NO PUEDE -
EFECTUARSE, BIEN PORQUE NO SEAN SUFICIENTEMENTE SOLUBLES O PORQUE EN
MEDIO ACUOSO SU IONIZACION SEA MUY DEBIL O BAJA.

EL ACIDO BORICO ES UNO DE LOS COMPUESTOS CUYO COMPORTAMIENTO
COMO ACIDO ES DE ESPECIAL INTERES, PORQUE EN MEDIO ACUOSO ES MUY DEBIL
TANTO QUE NO ES POSIBLE VALORARLO POR ALCALIMETRIA A MENOS QUE SE ADI-
CIONE UN COMPUESTO POLIOXIHIDRILICO (GLICEROL, GLUCOSA, SACAROSA ETC.)
PARA FORMAR UN ACIDO MAS FUERTE QUE PUEDA SER TITULADO.

SE QUISO ESTUDIAR SU COMPORTAMIENTO EN DIFERENTES DISOLVENTES
NO ACUOSOS PARA OBSERVAR SI EN ALGUNOS DE ELLOS (LOS SELECCIONADOS) SE
DISOCIA EN GRADO TAL QUE PERMITA SU TITULACION POTENCIOMETRICA.

HACIENDO UN POCO DE HISTORIA DIREMOS QUE LAS INVESTIGACIONES DE
LOS DISOLVENTES NO ACUOSOS Y DE SUS PROPIEDADES PUEDEN AGRUPARSE EN TRES
GRANDES PERIODOS:

EL PRIMERO OCUPA LA ATENCION DIRIGIDA HACIA LOS COMPUESTOS OR-
GANICOS TALES COMO ALCOHOLES, ESTERES, CETONAS, ETC, COMO DISOLVENTES

ELECTROLÍTICOS DE LAS SUSTANCIAS ORGÁNICAS. LOS RESULTADOS OBTENIDOS FUERON GENERALMENTE CUALITATIVOS Y DE INTERÉS REAL CIENTÍFICO MUY PEQUEÑO YA QUE MUCHOS DE LOS CASOS ESTUDIADOS FUERON SELECCIONADOS MÁS POR SU CAUSA DE SOLUBILIDAD QUE POR SU CAPACIDAD DE REALIZAR MEDIDAS DE CONDUCTIBILIDAD, Y SUS RESULTADOS FUERON EXACTITUD DUDOSA COMO CONSECUENCIA DE LA POCA SEGURIDAD EN LO QUE RESPECTA A PUREZA DEL DISOLVENTE Y DE LA SUSTANCIA DISUELTA, (1892).

EL SEGUNDO PERIODO SE INICIA CON EL ESTUDIO DEL AMONÍACO LÍQUIDO (1897) Y DE ESTAS INVESTIGACIONES SE ORIGINARON LOS ESTUDIOS DE DISOLVENTES NO PRÓTONICOS DONDE EL DÍOXIDO DE AZUFRE LÍQUIDO TUVO ESPECIAL INTERÉS.

EL TERCER PERIODO ESTÁ SEÑALADO CON LOS ESTUDIOS MODERNOS DEL SIGLO XX EN DONDE SE HAN ESTUDIADO UN GRAN NÚMERO DE DISOLVENTES DESDE EL PUNTO DE VISTA PRÁCTICO COMO TEÓRICO. SE HA LOGRADO MEDIANTE DEL USO DE REFINAMIENTOS TÉCNICOS, AVANCES MUY RÁPIDOS EN EL DESARROLLO TEÓRICO. CABE SEÑALAR QUE UNA GRAN PARTE DEL ESTUDIO SOBRE LOS DISOLVENTES NO ACUOSOS HA NACIDO DEL ESTUDIO DE LAS REACCIONES ÁCIDOS-BASES.

EXPERIMENTAL

LA CAPACIDAD DEL AGUA PARA FORMAR SOLVATOS, ES DECIR, COMPUESTOS DE ADICION DE MOLECULAS DE AGUA A MUY DIFERENTES COMPUESTOS MEDIANTE PUENTES DE HIDROGENO, SU AMPLIO INTERVALO DE TEMPERATURA DURANTE LA CUAL PERMANECE LIQUIDA, ESPECIALMENTE QUE LO ES A LA TEMPERATURA AMBIENTE. SU ABUNDANCIA Y FACILIDAD DE APLICACION, HA HECHO QUE SE GENERALICE LA IDEA DE QUE ELLA ES UNICA EN LO QUE A CARACTERISTICA COMO SOLVENTE SE REFIERA.

POR MULTIPLES INVESTIGACIONES SE HA PROBADO QUE TODOS LOS EFECTOS PRODUCIDOS POR EL AGUA TAMBIEN SON PRODUCIDOS POR MUCHAS SUSTANCIAS DISOLVENTES CUYAS DIFERENCIAS SON MAS DE GRADO QUE DE CLASE, YA QUE NO ES UNICAMENTE EL AGUA QUIEN FORMA ESOS SOLVATOS SINO QUE PUEDE HACERLO LOS ALCOHOLES PARA FORMAR ALCOMOLATOS, LOS ESTERES PARA FORMAR ESTERATOS ETC. Y QUE ADEMAS SON MUCHOS LOS DISOLVENTES CAPACES DE INDUCIR LA IONIZACION DE DIFERENTES COMPUESTOS CON LA VENTAJA QUE LO HACEN CON INDISTINTA INTENSIDAD A COMO LO HACE EL AGUA.

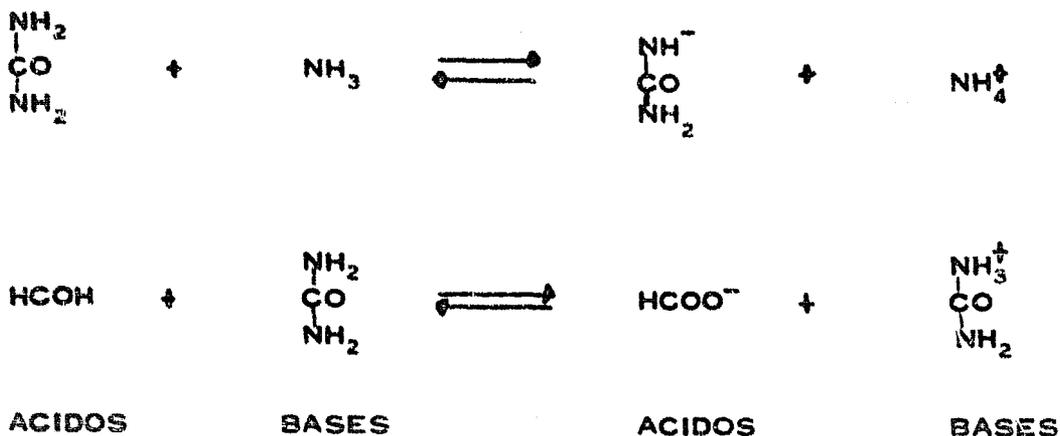
COMO ANOTAMOS EN EL CAPITULO ANTERIOR, GRAN PARTE DEL INTERES EN EL ESTUDIO DE LOS MEDIOS NO ACUOSOS HA NACIDO DE LA ESTUDIOSIDAD SOBRE LAS REACCIONES ACIDOS-BASES QUE LO CARACTERIZAN Y EL CONCEPTO PROTONICO DE ACIDOS Y BASES SE DEMUESTRA POR LA FACILIDAD QUE SE LOGRA SU EXTENSION A LAS RELACIONES EN LOS DISOLVENTES NO ACUOSOS.

LAS PROPIEDADES ACIDOS-BASES DE LAS SUTANCIAS DISUELTAS SU-
 FREN UNA INFLUENCIA NOTABLE POR LAS PROPIEDADES DEL DISOLVENTE COMO
 SUSTANCIA CAPAZ DE CEDER O ACEPTAR PROTONES .

TENIENDO EN CUENTA ESTA CARACTERISTICA PUEDE DISTINGUIRSE UNA
 SERIE DE TIPOS DE DISOLVENTES A SABER :

TIPO DE DISOLVENTE	CARACTERISTICA	EJEMPLOS
ACIDOS	TENDENCIA A CEDER PROTO- NES	AC. SULFURICO, ACE- TICO Y FENOL
BASICOS	TENDENCIA A ACEPTAR PRO- TONES	AMONIACOS Y AMINAS
ANFIPROTICOS	TENDENCIA A ACEPTAR O A CEDER PROTONES	AGUA Y ALCOHOLES
APROTICOS	NI ACEPTAN NI CEDEN PRO- TONES	BENCENO

EL EFECTO DEL DISOLVENTE SOBRE EL CARACTER ACIDO O BASICO DE
 UNA SUSTANCIA DISUELTA PUEDE SER MUY PROFUNDO, ASI POR EJEMPLO LA
 UREA SE COMPORTA COMO ACIDO CUANDO SE DISUELVE EN AMONIACO LIQUIDO PE-
 RO SE COMPORTA COMO BASE CUANDO SE DISUELVE EN ACIDO FORMICO ANHIDRO .



SE PUEDE AFIRMAR QUE LAS SUSTANCIAS QUE SEAN DEBILMENTE BASICAS EN EL AGUA QUE ES UN DISOLVENTE ANFIPROTICO. SE COMPORTARAN COMO BASES MAS FUERTE EN LOS DISOLVENTES ACIDOS. DE FORMA ANALOGA LA FUERZA COMO ACIDO DE UNA SUSTANCIA DADA SE EXALTA EN UN DISOLVENTE BASICO.

TENIENDO EN CUENTA LO ANOTADO ANTERIORMENTE, PARA LA LABOR PRACTICA DE ESTE TRABAJO SE ESCOGIO EL ACIDO BORICO POR SU COMPORTAMIENTO ESPECIAL COMO ACIDO, YA QUE ES SUMAMENTE DEBIL TANTO QUE SON MUY POCOS LOS INDICADORES QUE PODRIAN PONER EN EVIDENCIA LA ACIDEZ DE SU SOLUCION LO CUAL HACE MUY INSEGURA E INEXACTA SU TITULACION ALCALIMETRICA. SE QUISO ESTUDIAR EL ACIDO BORICO EN DISOLVENTES NO ACUOSOS LOS CUALES FUERON PIRIDINA, ALCOHOL ETILICO, ALCOHOL AMILICO Y METIL. ETIL.

CETONA. SE ESCOGIO LA PIRIDINA POR SU CARACTER BASICO YA QUE ESTE DISOLVENTE SIN PERDER SU AROMATICIDAD PUEDE CEDER UN DUETO ELECTRONICO, QUE TIENE NO COMPARTIDO PARA ACEPTAR UN PROTON, POR LO TANTO INDUCE LA IONIZACION DE LOS COMPUESTOS DE CARACTER ACIDO. EN CUANTO AL ALCOHOL ETILICO ES UNO DE LOS DISOLVENTES QUE LLAMAMOS ANFIPROTICOS Y POR LO TANTO PUEDE COMPORTARSE COMO ACIDO LIBERANDO UN PROTON SI LA SUSTANCIA QUE EN EL SE DISUELVE ES UNA BASE, Y PUEDE COMPORTARSE COMO BASE NEUTRALIZANDO EL PROTON DEL ACIDO CON SU OXIDRILLO (SI LA SUSTANCIA QUE EN EL SE DISUELVE ES ACIDA). POR LA MISMA RAZON USAMOS EL ALCOHOL AMILICO.

LA METIL ETIL CETONA PUEDE ACTUAR COMO DISOLVENTE ANFIPROTICO YA QUE EL OXIGENO DEL CARBONILO CON SUS DOS PARES DE ELECTRONES NO COMPARTIDOS PUEDE ACEPTAR PROTONES Y ACTUAR ENTONCES COMO BASE, PERO TAMBIEN POR SU FORMA ENOLICA TIENE UN OXIDRILLO UNIDO A UN CARBON CON DOBLE LIGADURA Y POR CONSIGUIENTE PUEDE LIBERAR PROTONES Y ACTUAR COMO ACIDO.

SE PREPARARON SOLUCIONES: 0.22, 0.11 Y 0.0033 N DE ACIDO BORICO QUE CORRESPONDERIAN A 0.066 0.033 Y 0.01 N RESPECTIVAMENTE SI SE CONSIDERA EL ACIDO BORICO TRIPROTICO. USANDO COMO DISOLVENTES METIL, ETIL CETONA. SE PREPARARON SOLUCIONES DE LA MISMA NORMALIDAD

DE METOXIDO DE SODIO.

COMO NO SE PODIA PREVEER A PRIORI SI EFECTIVAMENTE EL ACIDO BORICO ACTUARIA COMO TRIPROTICO O EN FORMA DIFERENTE TALES SOLUCIONES SE MEZCLARON EN PROPORCIONES VARIABLES COMO LO INDICAN LAS TABLAS I, II, Y III TOMANDO COMO CRITERIO OBSERVAR EL CAMBIO EXPERIMENTADO EN EL PH AL ADICIONAR CANTIDADES CRECIENTES DE ACIDO BORICO EN METIL ETIL CETONA A LA SOLUCION DE METOXIDO DE SODIO, CON EL OBJETO DE QUE LA PORCION ADICIONADA FUERA DE INSUFICIENTE A EXCESIVA PARA PODER JUZGAR EN QUE PUNTO EL METOXIDO DE SODIO ERA NEUTRALIZADO POR EL ACIDO BORICO, LO QUE SE OBSERVARIA POR UNA INFLEXION EN LA GRAFICA.

SE DETERMINO EL PH A LA TEMPERATURA AMBIENTE (23 GRADOS C.) DE LAS DIFERENTES MEZCLAS Y SE GRAFICARON LOS RESULTADOS SEGUN LA TABLA "A"(GRAFICA A).

SE PREPARARON SOLUCIONES DE 50 MG. DE ACIDO BORICO EN 50 ML DE METIL ETIL CETONA QUE FUERON AÑADIDOS DE 0.5 EN 0.5 ML A 10 ML DE UNA SOLUCION 0.01 N DE METOXIDO DE SODIO. DE IGUAL MANERA SE PROCEDIO CON UNA SOLUCION DE 100 MG. DE ACIDO BORICO EN METIL ETIL CETONA (50 ML). TAL COMO APARECE INDICADO EN LAS TABLAS IV Y V Y LOS RESULTADOS SE GRAFICARON EN LA GRAFICA "B".

FINALMENTE SE QUISO ESTUDIAR EL COMPORTAMIENTO DEL ACIDO BORICO A DIFERENTES CONCENTRACIONES Y TEMPERATURAS EN PIRIDINA, ALCOHOL AMILICO Y ALCOHOL ETILICO A FIN DE JUZGAR DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS LA POSIBILIDAD DE TITULARLO; PARA ELLO SE PREPARARON SOLUCIONES 0.5, 0.1 Y 0.01 M. DE ACIDO BORICO EN CADA UNO DE LOS DISOLVENTES SEÑALADOS Y SE LES TOMO SU PH A LAS TEMPERATURAS DE 27, 45 Y 55 GRADOS CENTIGRADOS Y LOS RESULTADOS APARECEN EN LAS TABLAS VI, VII Y VIII.

TABLA No. I

METOXIDO DE SODIO ACIDO BORICO EN METIL-ETIL-CETONA PH

METOXIDO DE SODIO	ACIDO BORICO EN METIL-ETIL-CETONA	PH
5 ML	1 ML	10.30
	2	10.20
	3	10.15
	4	9.65
	5	9.50
	5.5	9.50
	6	9.50
	7	9.50
	8	9.45
	9	9.40
	10.5	9.40
	11	9.40
	12	9.40
	13	9.40
	14	9.35
	15	9.35
	15.5	9.28
	16	9.25
	17	9.20
	18	9.15
19	9.10	
20	9.05	

LA NORMALIDAD DE ESTAS SOLUCIONES ES DE 0.066

EL PH DEL METOXIDO DE SODIO ES DE 10.50

EL PH DE LA M. E. CETONA CON ACIDO BORICO 5.73

TABLA No. II

METOXIDO DE SODIO	ACIDO BORICO EN METIL-ETIL-CETONA	PH
5 ML	1 ML	10.65
	2	10.55
	3	9.85
	4	9.60
	5	9.50
	5.5	9.50
	6	9.50
	7	9.50
	8	9.50
	9	9.50
	10	9.45
	11	9.45
	12	9.45
	13	9.40
	14	9.40
	15	9.40
	13.5	9.40
	16	9.25
	17	9.25
	18	9.20
19	9.15	
20	9.05	
20.5	8.95	

LA NORMALIDAD DE ESTAS SOLUCIONES ES DE 0.033

EL PH CORRESPONDIENTE A LA M. C. CETONA CON ACIDO BORICO ES DE 6.80

EL PH DEL METOXIDO DE SODIO ES DE 10.65

TABLA No. III

METOXIDO DE SODIO ACIDO BORICO EN METIL-ETIL-CETONA PH

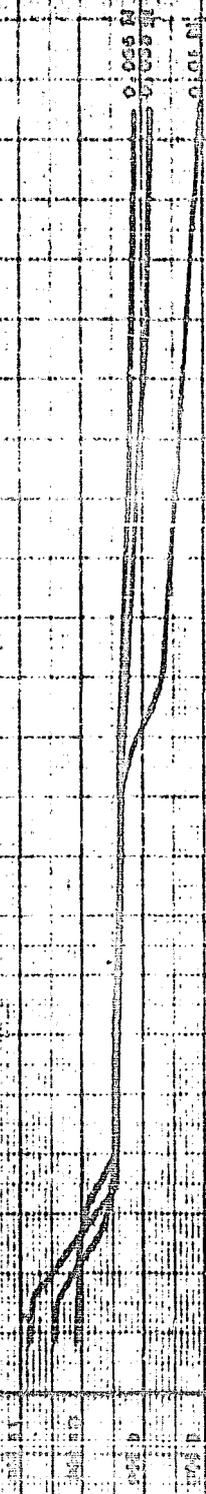
5 ML	1 ML	10.83
	2	9.90
	3	9.65
	4	9.50
	5	9.50
	5.5	9.50
	6	9.50
	7	9.50
	8	9.40
	9	9.15
	10.	8.95
	10.5	8.80
	11	8.70
	12	8.65
	13	8.45
	14	8.45
	15.	8.45
	15.5	8.45
	16	8.45
	17	8.45
18	8.40	
19	8.30	
20	8.30	
20.5	8.30	

LA NORMALIDAD DE ESTAS SOLUCIONES ES DE 0.01 N

EL PH CORRESPONDIENTE A LA M. E. CETONA CON ACIDO BORICO ES DE 8.30

EL PH DEL METOXIDO DE SODIO ES DE 10.85

GRAFICA "A"



0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

TABLA No. IV

**METOXIDO DE SODIO
0.01 N**

**50 MG DE ACIDO BORICO EN 50 ML DE
M. L. CETONA**

PH

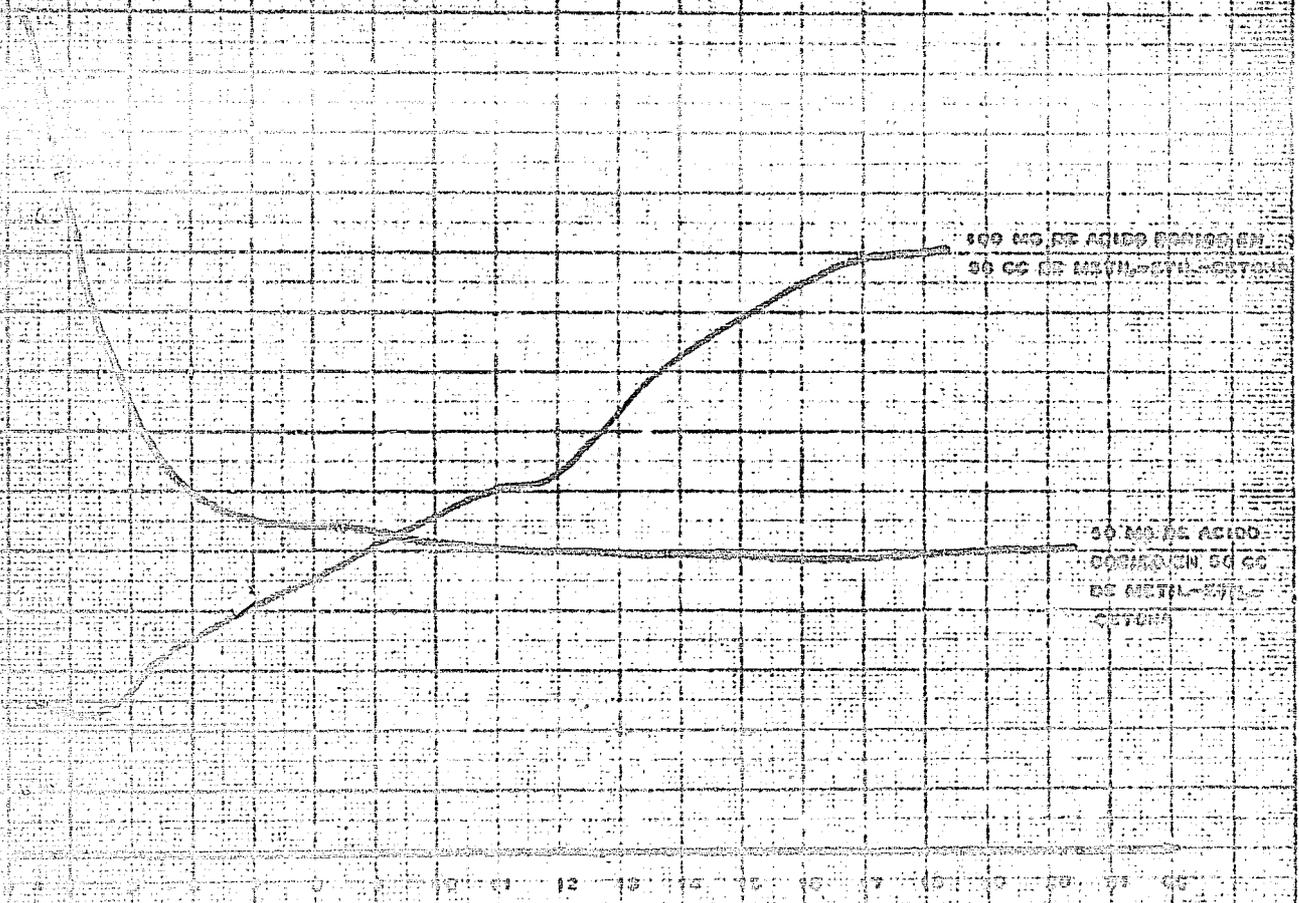
0.5 ML	10.68
1.0	10.60
1.5	9.50
2	9.30
2.5	9.10
3	9.05
3.5	9.00
4	8.95
4.5	8.95
5	8.90
5.5	8.90
6	8.90
6.5	8.90
7	8.87
7.5	8.87
8	8.87
8.5	8.85
9	8.85
9.5	8.85
10	8.85
10.5	8.85
11	8.85
11.5	8.80
12	8.80
12.5	8.80
13	8.80
13.5	8.80
14	8.80
14.5	8.80
15	8.80

TABLA No. V

METOXIDO DE SODIO 100 MG DE ACIDO BORICO EN 50 ML DE PH
 0.01 N M. E. CETONA

	0.5 ML	8.33
	1	8.33
	1.5	8.35
	2	8.60
	2.5	8.60
	3	8.60
	3.5	8.65
	4	8.70
	4.5	8.75
	5	8.80
	5.5	8.85
	6	8.85
	6.5	8.85
	7	9.00
10 ML	7.5	9.10
	8	9.10
	8.5	9.10
	9	9.25
	9.5	9.35
	10	9.40
	10.5	9.45
	11	9.55
	11.5	9.60
	12.	9.65
	12.5	9.70
	13.	9.75
	13.5	9.80
	14.	9.80
	14.5	9.80
	15	9.80

GRAFICA 10



100 MG DE ACIDO BORICO EN 50 CC DE NaOH 0.1N - 0.250M

50 MG DE ACIDO BORICO EN 50 CC DE NaOH 0.1N - 0.250M

0 5 10 15 20 25

TABLA No. VI

ACIDO BORICO EN PIRIDINA

TEMP.	MOL.	PH	KA	PKA	PKD	KB
27°	0.5 M	9.15	1.12×10^{-18}	6.20	1.45	$10^{-1.45}$
45°	0.5 M	9.23	0.71×10^{-18}	6.48	1.39	$10^{-1.39}$
55°	0.5 M	9.31	0.45×10^{-18}	6.64	1.35	$10^{-1.35}$
27°	0.1 M	10.20	4.95×10^{-20}	9.40	1.40	$10^{-1.40}$
45°	0.1 M	10.26	2.6×10^{-20}	9.52	1.37	$10^{-1.37}$
55°	0.1 M	10.31	2.2×10^{-20}	9.62	1.34	$10^{-1.34}$
27°	0.01 M	10.33	0.43×10^{-18}	8.66	0.83	$10^{-0.83}$
45°	0.01 M	10.38	0.30×10^{-18}	8.76	0.81	$10^{-0.81}$
55°	0.01 M	10.40	0.36×10^{-18}	8.80	0.80	$10^{-0.80}$

TABLA No. VII

ACIDO BORICO EN ALCOHOL AMILICO

TEMP.	MOL.	PH	KA	PKA	PKB	KB
27°	0.1 M	4.10	1.26×10^{-8}	6.22	3.96	$10^{-3.96}$
45°	0.1 M	4.13	1.12×10^{-8}	6.28	3.94	$10^{-3.94}$
55°	0.1 M	4.14	1.06×10^{-8}	6.30	3.94	$10^{-3.94}$
27°	0.5 M	4.16	5.35×10^{-8}	7.32	4.42	$10^{-4.42}$
45°	0.5 M	4.18	4.9×10^{-8}	7.35	4.41	$10^{-4.41}$
55°	0.5 M	4.20	4.4×10^{-8}	7.40	4.40	$10^{-4.40}$
27°	0.01 M	4.21	0.76×10^{-9}	6.42	3.89	$10^{-3.89}$
45°	0.01 M	4.23	0.71×10^{-7}	6.46	3.88	$10^{-3.88}$
55°	0.01 M	4.24	0.63×10^{-7}	6.48	3.88	$10^{-3.88}$

TABLA No. VIII

ACIDO BORICO EN ALCOHOL ETILICO

TEMP.	MOL.	PH	KA	PKA	PKB	Kb
27°	0.2 M	5.01	1.02×10^{-10}	9.01	3.90	$10^{-3.90}$
45°	0.5 M	5.05	1.55×10^{-10}	9.14	3.48	$10^{-3.48}$
55°	0.5 M	5.08	1.39×10^{-10}	8.18	3.47	$10^{-3.47}$
27°	0.1 M	5.32	2.6×10^{-10}	9.62	3.84	$10^{-3.84}$
45°	0.1 M	5.32	2.4×10^{-10}	9.64	3.84	$10^{-3.84}$
55°	0.1 M	5.32	2.4×10^{-10}	9.64	3.84	$10^{-3.84}$
27°	0.01 M	5.35	0.37×10^{-9}	8.72	4.32	$10^{-4.32}$
45°	0.01 M	5.37	0.36×10^{-9}	8.74	4.31	$10^{-4.31}$
55°	0.01 M	5.38	0.34×10^{-9}	8.75	4.31	$10^{-4.31}$

30

CONCLUSIONES

1. AL DILUIR AUMENTA LA ACTIVIDAD COMO SE OBSERVA EN LA GRAFICA 'B'.
2. COMO SE OBSERVA EN LA GRAFICA 'A', EN LA CURVA QUE CORRESPONDE A LA NORMALIDAD 0.01 ESTA PRESENTE EN UN PUNTO DE INFLECCION QUE SUGIERE LA POSIBILIDAD DE TITULAR EL ACIDO BORICO EN METIL-ETIL-CETONA PERO DADO LO PEQUEÑO DE SU CONSTANTE DE IONIZACION, MENOS AUN QUE EN MEDIO ACUOSO, TAL POSIBILIDAD ES MUY REMOTA.
3. EN LAS TITULACIONES POTENCIOMETRICAS QUE SE EFECTUARON SOLO INTERVIENE UN GRUPO DEL ACIDO BORICO.
4. PODEMOS CONSIDERAR DE LA ANTERIOR CONCLUSION QUE QUIZAS EL ACIDO BORICO ESTA EN MEDIO COMO ACIDO METABORICO QUE ES UN ACIDO MONOPROTICO. AUNQUE TAMBIEN ES POSIBLE CONSIDERAR QUE ESTE ACTUANDO COMO ACIDO DE LEWIS, COORDINANDOSE CON UN PAR DE ELECTRONES DEL OXIGENO CARBOXILICO DE LA CETONA.
5. DE ACUERDO A LA LITERATURA CONSULTADA EL ACIDO BORICO TIENE UNA CONSTANTE DE IONIZACION DE 5×10^{-10} Y UN PK DE 9.20. COMPARANDO A LOS DATOS ENCONTRADOS EN LAS TABLAS VI, VII Y VIII, DEDUCIMOS QUE EN ESTOS DISOLVENTES (ALCOHOL, ALCOHOL AMILICO Y PIRIDINA) ES IMPOSIBLE TITULAR EL ACIDO BORICO.

BIBLIOGRAFIA

CLARK Y HAWLEY. ENCICLOPEDIA DE QUIMICA. EDITORIAL OMEGA. PAG. 351 Y 445. BARCELONA 1960.

MUTCHINSON. QUIMICA, LOS ELEMENTOS Y SUS REACCIONES. EDITORIAL REVETE. S. A. PAG. 117-269. BUENOS AIRES. 1960.

JIMENENO EMILIO. QUIMICA GENERAL. EDITORIAL S.A.E.T.A. PAG. 209-279. MADRID 1944.

HOWARD. L. RITTER. INTRODUCCION A LA QUIMICA. EDITORIAL REVERTE, S. A. CAPITULO XII. MEXICO 1961.

SNEED BRASTEED. COMPREHENSIVE INORGANIC CHEMISTRY. VAN VONSTRAND. TOMO V. CAP. II. LONDON 1956.

HAMILTON AND SIMPSON. ANALISIS QUIMICA COANTITATIVO. THE MACMILLAN COMPANY. NEW YORK 1958.

INORGANIC AND NUCLEAR CHEMISTRY. VOL. IX. PAG 24. 1959.

ANALYSIS CHEMISTRY. Vo. 30. PAG. 1447. 1958.

MOELLER. T. QUIMICA INORGANICA. EDITORIAL REVETE. S. A. CAP. 9 Y 10 MEXICO 1956.