

PRI PRAVECO DE UZO DE FLUIDA PARAFINO POR
ESPLORI SPIRADON DE AKVAJ BESTOJ

NOBUYUKI KAWAMOTO (川本 信之)

SEP BILDOJ KAJ UNU BILDOTABULO

(Received Sept. 15, 1932)

ENHAVO

| | |
|---|-----|
| I. Antaŭparolo | 587 |
| II. Ĥemiaj eksperimentoj | 588 |
| 1. Metodoj de eksperimentoj | 588 |
| 2. Rezultoj de eksperimentoj | 589 |
| a. Trasolviĝeco de oksigeno por dikeco de fluida parafino | 589 |
| b. Pri la influo de temperaturo por trasolviĝeco de oksigeno... | 590 |
| c. Ĉu la trasolviĝeco de oksigeno ŝanĝiĝas ĉe la diversaj partoj de tavolo de fluida parafino? | 591 |
| 3. Resumo de ĥemiaj eksperimentoj | 591 |
| III. Fizikaj eksperimentoj | 592 |
| 1. Metodoj de eksperimentoj | 592 |
| a. Preparo de esplorata akvo | 592 |
| b. Pri la esploro de oksigenkvanto en provota akvo | 593 |
| 2. Rezultoj de eksperimentoj | 595 |
| a. Ĉu gasoj troviĝas en fluida parafino? | 595 |
| b. Pri ŝanĝo de trasolviĝeco de oksigeno por temperaturo kaj dikeco de fluida parafino | 597 |
| 3. Resumo de fizikaj eksperimentoj | 604 |
| IV. Konkludo | 605 |
| V. Literaturo citita | 606 |

I. ANTAŬPAROLO

Por eviti senperan kontakton de ia substanco kaj aero, ĝenerale fluida parafino estas uzata en fiziologio, bakteriologio ktp., sed mi apenaŭ scias raportojn de studoj pri certeco de uzado de fluida parafino por la eksperimentoj, krom la studoj de Daniel Raffel (1927) kaj de Hans Schmalfuss kaj Wilhelm Peschke (1928). Mi pensas, ke ĉi tiuj du raportoj estas ankoraŭ ne sufiĉaj, kvankam kompare bone faritaj.

Por esplori spiradon de fiŝoj, mi devis fari eksperimenton de trasolviĝeco de gaso tra fluida parafino, kaj mi esploris la pravecon de uzo de ĝi. Mi raportis ĉe la 5-a Kongreso de Japana Zoologia Societo (1928), ke ia korekto devas esti konsiderata por la mezurado de gasoj enhavataj en la akvo ĉe la eksperimento de spirado de akvaj bestoj per metodo de fluida parafino.

De tiu tempo mi ripetis eksperimentojn per plibonigitaj metodoj, laŭ diversaj direktoj, kaj nun mi volas raporti la rezultatojn.

En la eksperimentoj de tiu ĉi raporto, mi unue esploris per ĥemiaj metodoj, kaj due per fizikaj, ĉe la laboratorioj de *Komine Neurologia Instituto* kaj *Suisan Kooŝuĵo (Imperia Instituto de Fiŝesploro)*.

Mi kore dankas membrojn kaj profesorojn de tiuj du Institutoj; ili subtenis min en ĉi tiu studo.

II. ĤEMIAJ EKSPERIMENTOJ

I. METODOJ DE EKSPERIMENTOJ

En tiuj eksperimentoj, mi alprenis sekvantan metodon: fluida parafino estis metita sur pirogajla alkalia solvaĵo, kiu estas preskaŭ traviĝebla, ĉar oksigengaso estis forpelita el la solvilo, kaj mi povis aserti trasolviĝon de oksigeno per ŝanĝo de koloro de la solvaĵo al bruna, ĉar pirogajla alkalia solvaĵo prenas koloron de bruno pro ensolviĝinta oksigeno, kiel ĝenerale sciate.

Pirogajla alkalia solvaĵo estas kredata preni oksigenon per meĥanismo de sorbo, sed ĥemia ekvacio de la procedo estas neklara, kaj laŭ Soudborough (1922), oksigeno estas prenata per ĥemia refunkciado de "hexa-hydrooxy-triphenoquinone," $O : C_6H_2(OH)_2 : C_6H_2(OH)_2 : C_6H_2(OH)_2 : O_2$ kaj ĝi ŝanĝas sin al bruna koloro.

Ĉe la eksperimento oni boligas distilitan akvon ĝis kiam bobeloj de gasoj en la akvo jam preskaŭ ne aperas, kaj 50 gm. da potasa hidroksido estas solvata en 150 k. c. de tiu akvo, kaj aliflanke 5 gm. da pirogajlo estas solvata en 100 k. c. de tiu akvo.

La du solvaĵoj, 15 k. c. de la unua kaj 10 k. c. de la dua estas enverŝataj aparte sub tavolon de fluida parafino kaj miksatataj sen kontakto kun aero. La solvaĵo tiamaniere farita estas komence travidebla, sed poste la koloro de la solvaĵo fariĝas bruna iom post iom pro

kontakto kun oksigeno. Mi esploris staton de trasolviĝo de oksigeno rilate al fluida parafino ĉe diversaj kondiĉoj per la ŝanĝo de koloro.

Ĉi tiu eksperimento estas ĝenerale farita uzante la fluidan parafinon de Japana farmacio, sed por speciala celo mi uzis fluidan parafinon de "Merk." Mi lasis kvietan dum almenaŭ kelkaj tagoj por forpeli aeron kaj tiam uzis ĝin por eksperimentoj.

2. REZULTATOJ DE EKSPERIMANTOJ

a. *Trasolviĝeco de oksigeno por dikeco de fluida parafino*

El kvar vitraj vazoj de preskaŭ sama diametro kun la kapacito de 50 k.c., unu vazo estas malplena, dum la ceteraj tri estas enhavantaj fluidan parafinon de dikeco de 1/2 c.m., de 1 c.m. kaj de 3 c.m. respektive. Tiam 25 k.c. da pirogajla alkalia solvaĵo estas aldonata al ĉiuj kvar vazoj, kiel la metodo supre klarigita (Bildotabulo 36, bildoj 1, a. b. c. d.). Unue, kiel montrite sur bildotabulo 36, la unua, kiu ne enhavas fluidan parafinon, nur fariĝas bruna baldaŭ post kiam la solvaĵo estis verŝita en la vazon, pro la senpera kontakto de solvaĵo kaj aero (vidu ĉe Bildotabulo 36, bildon 1, d), sed la solvaĵo en la aliaj tri vazoj restas preskaŭ neŝanĝa je koloro. Post 10 minutoj, la bruna koloro de la solvaĵo en la unua vazo etendiĝas de supra malsupren, dum en la aliaj vazoj brunkolora tavolo estas videbla iom ĉe la supraĵo de la solvaĵo kovrita per fluida parafino. Kiam mi trovis la brunkoloran tavolon, tiam mi komprenis, ke la bruna koloro etendiĝis supre iomete laŭ muro de vazo kiu kontaktas kun fluida parafino. Sed la fenomeno kiel supre dirita, ne daŭras plu; baldaŭ la etendiĝo de la bruna koloro ĉesas, ĉar la solvaĵo nur leviĝas laŭ muro de vazo pro surfaca streĉo.

Mi unue pensis, ke la aero etendiĝis al la solvaĵo laŭ muro, sed poste mi trovis, ke la observo ne estas korekta, sed ĝi estas nura fenomeno kaŭzita de surfaca streĉo.

Hans Schmalfuss kaj W. Peschke (1928) raportis, ke oksigeno eniras en la solvaĵon tra la interspaco de parafino kaj muro de vazo, sed mi ne povas akcepti tiun opinion, ĉar ŝajnas al mi ke ili erarprenis la fenomenon de surfaca streĉo por eniro de la aero. Mi volas plie klarigi ĉi tiun aferon en posta ĉapitro (vidu paĝon 591-an).

Bruna koloro de solvaĵo en la kvar vazoj plie malleviĝis konsidere post 14 horoj (vidu Bildotabulon 36, bildon 2, a. b. c. d.).

La bruna koloro ĉe la unua solvaĵo, sur kiu oni ne surmetis fluidan

parafinon pli multe vastiĝis ol ĉe la ceteraj tri solvaĵoj, kaj tiuj tri solvaĵoj ne ŝanĝis frue sian koloron, sed mi ne povis klarigi diferencon de ŝanĝgrado de koloro inter ili malgraŭ ke unue mi uzis fluidan parafinon je diferenca dikeco.

Due mi faris sekvantan eksperimenton, por vidi ian diferencon en fluida parafino de diversaj specoj. La fluida parafino de Japana farmacio de 2 c.m. dikeco estis metita en unuan vazon kaj en duan mi metis "Merk"-an fluidan parafinon same, kaj verŝis pirogajlan alkalian solvaĵon respektive sub fluidan parafinon en tiuj du vazoj, per sama metodo kiel supredirita. Sed mi povis vidi nenian diferencon ĉe la eksperimento.

b. *Pri la influo de temperaturo por trasolvigo de oksigeno.*

Mi preparis du vazojn per sama metodo kiel la dua eksperimento en (a) sekcio, kaj mi metis unuan vazon en glacikeston de ĉirkaŭ 6°C temperaturo kaj la alian metis sur akvan bankuvon de ĉirkaŭ 80°C kaj observis diferencon en la kolorŝanĝoj de la solvaĵoj.

Post 10 horoj, la kolorŝanĝo de la solvaĵo de la unua vazo nur vastiĝis ĝis 1/3 de la solvaĵo sub fluida parafino, kvankam la koloro de la dua solvaĵo tute ŝanĝiĝis kaj fariĝis pli malhela ol la unua. Mi ripetis ĉi tiun eksperimenton kelkajn fojojn kaj ricevis saman rezulton, ĉiufoje.

Bildotabulo 36, bildoj 3, a. b. c. d. prezentas rezulton de la eksperimento, kiam oni uzis specialan vazon, kiu havas vakuan muron. Vazo, en kiu estas pirogajla alkalia solvaĵo, estis preparata kiel supre dirite, kaj ĝi estas enmetita en la unuan vazon kun vakua muro, kiu enhavas varman akvon de ĉirkaŭ 80°C (Bildotabulo 36, bildoj 3, a. c.) kaj alia vazo estas preparata same, kaj ankaŭ ĝi estas enmetita en la alian vazon, kiu enhavas pecojn da glacio (Bildotabulo 36, bildoj 3, b. d.) a kaj b estas fotografitaj post ĉirkaŭ 10 minutoj, tiuj vazoj estas enmetitaj en la vazojn kun vakua muro, kaj la solvaĵo en la vazoj estas trvideblaj kaj preskaŭ havas nenian koloron same kiel ĉe la fotografajoj.

c kaj d estas fotografitaj post 24 horoj, kaj c solvaĵo, kiu estas enmetita en la vazo kun varma akvo, la koloro tute ŝanĝiĝis al bruna, kvankam la varma akvo malvarmiĝis, sed d, kiu estas enmetita en la

vazon kun glacio la koloro apenaŭ ŝanĝiĝis, kvankam glacio degelis ĝis ĉi tiu tempo.

Laŭ la rezultoj mi pensis, ke mi eble povas diri, ke pirogajla solvaĵo en alta temperaturo ŝanĝas la koloron pli rapide ol la solvaĵo en malalta temperaturo, en statoj de sama dikeco de fluida parafino.

c. *Ĉu la trasolvigeco de oksigeno ŝanĝiĝas ĉe la diversaj partoj de tavolo de fluida parafino?*

Ĉe supreskribitaj du sekcioj, mi uzis maldikajn longajn vazojn, kies enhavo estas preskaŭ 50 k.c., sed en ĉi tiu sekcio mi faris eksperimenton uzante dikan kaj mallongan vazon de 15 c.m. diametro kaj 600 k.c. enhavaĵo por observi la supraĵon. Mi verŝis fluidan parafinon en la vazon ĝis la dikeco atingis al 2 c.m., kaj mi miksis 150 kubcentimetron da KOH solvaĵo kaj 100 k.c. n da pirogajla solvaĵo sub la parafino kaj observis la supraĵon de la miksaĵo por vidi kie la koloro ŝanĝiĝas, nome, ĉu la koloro ŝanĝiĝas ĉe centro de la supraĵo aŭ ĉe kontakta parto de parafino kaj vazmuro.

Bildotabulo 36, bildoj 4, a kaj b estas fotografitaj post 10 minutoj de la komenco de la eksperimento; la solvaĵo estis travidebla. Post 24 horoj, supraĵa koloro de la solvaĵo ŝanĝiĝas brunen unuforme (Bildotabulo 36, bildo 4, c.) kaj nenia kolora diferenco okazis inter centro de supraĵo kaj kontakta parto de vazmuro kaj fluida parafino. Mi nur observis unuforman brunan koloron ĉe supraĵo, kiu etendiĝis de supro malsupren (Bildotabulo 36, bildo 4, d.)

Per ĉi tiu eksperimento, mi ne povis akcepti la opinion de Schmal-fuss kaj Peschke, kiuj raportis, ke la oksigeno eniris laŭ la kontakta parto de parafino kaj vazmuro.

3. RESUMO DE ĤEMIAJ EKSPERIMENTOJ

Resuminte la Ĥemiajn eksperimentojn supre faritajn, ni eble povas raporti, ke pirogajla alkalia solvaĵo, kiu estas travidebla kaj havas preskaŭ nenan koloron, ŝanĝas la koloron aŭ sorbas oksigenon, malgraŭ la solvaĵo estas sub la fluida parafino.

Sed la koloro de la solvaĵo, kiu estas kovrita per fluida parafino ŝanĝiĝas kompreneble pli malrapide ol la solvaĵo ne kovrita per parafino.

Diferenco de ensorbado de la solvaĵo ĉe diversaj dikecoj de fluida parafino estas ne klara en ĉi tiuj Ĥemiaj eksperimentoj, sed en stato

de sama dikeco de fluida parafino, la solvaĵo kiu estas en alta temperaturo sorbas oksigenon pli rapide ol tiu en malalta.

En pirogajla alkalia solvaĵo, kiu estas sub la fluida parafino kolorŝanĝiĝo etendiĝas unuforme de supro malsupren, kaj mi tute ne povas observi diferencon inter diversaj partoj de la tavolo de fluida parafino.

Mi konkludas rezulte de la eksperimentoj en ĉi tiu ĉapitro, ke pirogajla alkalia solvaĵo sorbas oksigenon iom post iom, malgraŭ ke ĝi estas sub fluida parafino, kaj ke la oksigeno devas veni el fluida parafino.

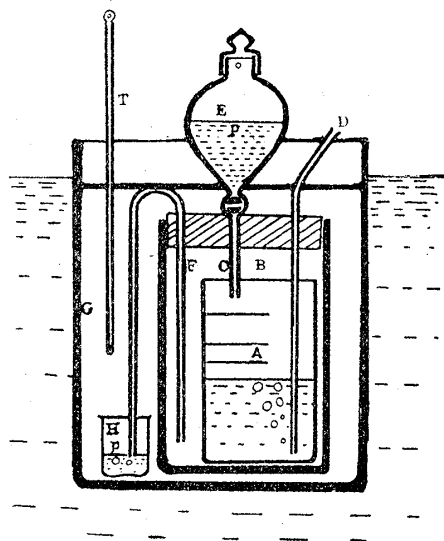
Sed mi ankoraŭ ne scias klare, ĉu la oksigeno estas enhavata en la fluida parafino aŭ ne, tial, nun mi ne povas klarigi sorbmeĥanismon de oksigeno de la solvaĵo per nuraj ĥemiaj eksperimentoj.

III. FIZIKAJ EKSPERIMENTOJ

Kiel fizikaj eksperimentoj, mi unue observis la kvanton de oksigeno en fluida parafino, kaj due mi esploris ŝanĝon de oksigenkvanto en distilita akvo, kiu enhavas diversajn gasojn, estas forpelitaj antaŭe per azotgaso kaj kiu estas kovrita per fluida parafino.

I. METODOJ DE EKSPERIMENTOJ

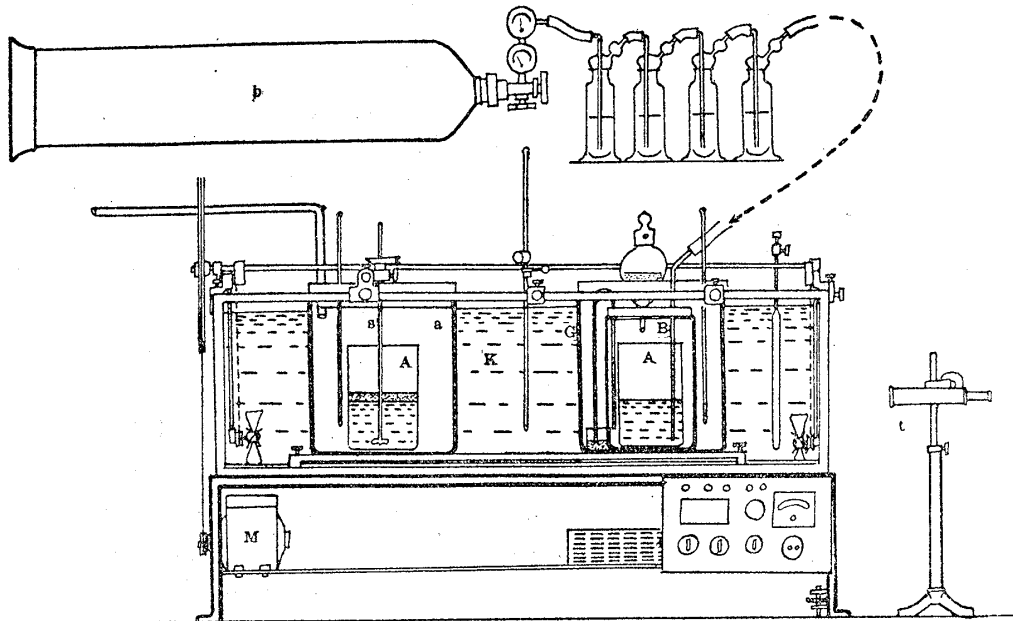
a *Preparo de esplorata akvo*



Bildo 1.

Por forpeli oksigenon el distilita akvo, mi preferis la jenan metodon: Unue ĉirkaŭ 250 k. c. da distilita akvo estas enmetita en la vitrovazon de $6\frac{1}{5}$ – $6\frac{1}{6}$ c.m. interna diametro kaj 10 c.m. alteco, kaj ĝi estis bolita ĝis kiam veziketoj de gasoj en la akvo preskaŭ ne aperas. Due mi transigis ĝin (la vazoj A) (bildo 1) en B. La vazo B havas korkŝtopilon kiun trapikas maldika tubo D por enirado de azota gaso, tubon por ĝia elirado F kaj tubfinon de vazo de fluida parafino C, kaj fino de D etendas al malsupro de A, fino de E

estas sur A kaj unu fino de F estas en B kaj la alia fino etendiĝas al fluida parafino P_2 en malgranda vazo H (bildo 1).



Bildo 2.

Poste, mi eligas azotgason (bildo 2, b,) el la tubo D (vidu bildon 1) malrapide. Azotgaso uzita en ĉi tiu eksperimento trapasis kvar botelojn, en kiuj estas pirogajla alkalia solvaĵo (bildo 2, c.), por ke ĝi forsorbu oksigenon, kiu troviĝas ĉirkaŭ 5-6 % de la azoto miksite kun ĝi (vidu bildo 2).

Laŭ la procedo oksigeno, kiu estas enhavata en la akvo de vazo A malmultiĝas iom post iom per la azotgaso kaj la troa gaso pasas eksteren, tra B F H kaj G.

Por tio, 20-100 litroj da azoto estas pasigata tra la akvo dum 2-10 tagoj, kaj poste, fluida parafino (P_1) en la vazo E estas verŝata sur la akvon en la vazo A, malfermante la kranon, sen kontakto kun akvo kaj aero.

Ĉiuj tiuj aparatoj estas en la vitra kesto (bildo 1, G) kaj temperaturo en G estas konstanta, ĉar la kesto estas en vitra granda kesto kiu enhavas akvon de konstanta temperaturo (bildo 2, K).

Fluida parafino (P_2) en la vazo H iom baras pliiĝon de oksigenpremo pro eniro de aero al la vazo B pasante tra la tubo F, kiam la

fluo de azoto ĉesas pro malpliigo de premo de azoto. Kaj kiam la fluida parafino (P_1) estas versata kviete sur la akvon en la vazo A, dikeco de parafino estas observata per horizonta teleskopo, kiu staras ekster la termostato (vidu bildon 2, t).

Kiam la tutaj antaŭaranĝoj supre skribitaj finiĝis, la ŝtopo de B estas formovata kaj mi forigas troajan akvon ĝis la supraĵo de akvo alĝustiĝas al la marko de 200 k.c. en la vazo A, kaj la vazo estas metita en a. Aperturo de a estas fermata per korko aŭ korkŝtopilo kaj tra la mezo de A mi trapuŝas malgrandan kirlion (bildo 2, s) de vitra trunketo de 1/2 c.m. diametro kaj turnas ĝin 30-35 fojojn en unu minuto, kaj turnado de la kirlion ne malkvietigas la supraĵon de la akvo, por unuformigi la eniron de oksigeno.

a kaj B estas same en kesto de konstanta temperaturo (bildo 2, K) pro tio, mi kredas ke ŝanĝo de temperaturo eble estus iomete, kiam A estis translokita el B, kaj tamen konstanteco de temperaturo de akvo en la vitra kesto K estas en limo de $\pm 0.2^\circ\text{C}$, sed temperaturoj de aero en a kaj B estas en limo de $\pm 1^\circ\text{C}$, ĉar tiuj ne enhavas akvon.

b. *Pri la esploro de oksigenkvanto en provota akvo*

A estas metata en a (vidu bildon 2, a) dum 20 minutoj kaj kiam la temperaturo konstantiĝis, 2 k.c. da akvo estas ĉerpata per 5 k.c. enĵetilo kaj oksigenkvanto en 2 k.c. da akvo estos mezurata per la metodo de van Slyke gasanalizaparato (1924).

D-ro van Slyke raportis metodon esplori oksigengason en akvo, kaj mi komparis la rezultojn de metodoj de van Slyke kaj Winkler jene:

Tabelo I

Kompara esploro de oksigenkvanto laŭ metodoj de van Slyke kaj Winkler. (temperaturo de akvo 7°C) (en unu litro).

| N-ro | laŭ van Slyke | laŭ Winkler |
|------|---------------|-------------|
| I | 8.4 k.c. | 8.6 k.c. |
| II | 8.2 | 8.6 |
| III | 8.0 | 7.7 |
| IV | — | 7.4 |
| meze | 8.2 | 8.1 |

Provota akvo por la eksperimento de tabelo 1 estas verŝata al la vazo el kranakvujo per elspirilo, kaj metata preskaŭ 30 minutojn kviete, kaj mi esploris oksigenon, kiu estas en la akvo en ĉiu 30 minutoj I. II. III. k. t. p. Du rezultoj per du metodoj laŭ van Slyke kaj Winkler estas preskaŭ samaj kiel priskribite en tabelo 1, tial mi decidis uzi van Slyke'an aparaton por esplori oksigenon en la provakvo.

2. REZULTOJ DE EKSPERIMENTOJ

a. *Ĉu gasoj troviĝas en fluida parafino?*

Fakto de ekzisto aŭ neekzisto de gasoj en fluida parafino, donas gravajn influojn al la eksperimento, sed la analizmetodo de gasoj en fluida parafino estas tre malfacila, kaj bedaŭrinde mi ne scias konvenan metodon.

Se aero miksiĝas kun la fluida parafino, kiam ni verŝas ĝin de vazo al alia vazo, ni vidas, ke malgrandaj veziketoj preskaŭ ne moviĝas, dum grandaj vezikoj rapide supreniras tra la tavolon de fluida parafino. Per ĉi tiu fakto, ni povs supozi, ke multaj pli malgrandaj veziketoj ekzistas en la fluida parafino, kvankam oni ne povas rimarki ĉu ili estas veziketoj aŭ ne.

Mi faris jenajn eksperimentojn por observi praktike la ekziston de oksigeno en fluida parafino.

Unue, mi verŝis kviete fluidan parafinon en sekan vitrovazon kaj metis ĝin en grandan firman vitrovazon, kaj mi rapide elĉerpis aeron el la vazo per vakupumpilo. Kiam la premo en la vazo malsupreniris ĝis ĉirkaŭ 20 mm Hg. la gasveziketoj komencas supreniri en la fluida parafino; kaj 7 mm Hg. premo multaj veziketoj supreniras rapide, sed la rapideco de la veziketoj en la fluida parafino estas pli malrapida ol en la akvo. Per ĉi tiu sola fakto de gasveziketoj mi ne povas konkludi la ekziston de gaso en fluida parafino, ĉar mi ne povas sciigi, ĉu la gasoj elvenis el la parafino aŭ ekzistis ĉe la kontaktparto inter ĝi kaj vazmuro?

Due mi uzis van Slyke'an gas-aparaton por esplori gasojn en fluida parafino anstataŭ akvo, mi ne povis esplori gaskvantojn precize pro la kaŭzo sekvanta: mi povis ekstrakti gason el la parafino per la aparato sed la gaso ne estas bone sorbata per KOH kaj pirogajla solvaĵoj, ĉar specifa pezo de parafino estas pli malgranda ol ĝi de la solvaĵoj kaj la parafino malhelpas gassorbon de la solvaĵoj.

Ĉe la eksperimento, fluida parafino, kiu estas metita kviete dum kelkaj tagoj, estas malrapide verŝita en la tason de van Slyke'a aparato kaj tiam mi atentis kiel eble plej bone, por ke ĝi ne miksiĝu kun aero. Mi metis ĝin kviete dum preskaŭ 30 minutoj, kaj kiam neniu aerveziketo estis videbla enkondukis 20 kubcentimetrojn da ĝi en la vakuĉambron de la aparato kaj ekstraktis gasojn vakuiginte la ĉambron. Por kompari ĉi tiun eksperimenton kun eksperimento de akvo, mi volas montri rezultojn de eksperimentoj de akvo. En tiu ĉi okazo mi uzis kranakvon kaj mi unue miksis en ĝin solvaĵon de laktacido kaj observis P_1 post 5 minutoj skuinte la vakuĉambron, kaj poste mi observis P_2 post 1 minuto verŝinte en ĝin KOH-solvaĵon kaj P_3 post 5 minutoj verŝinte pirogajlan solvaĵon.

Konstantoj por redukti en mia aparato, estas $c_1 = 1.0$ mm kaj $c_2 = 0.5$ mm, tial kalkulinte mi ricevis rezultojn, ke la akvo uzita ĉe ĉi tiu eksperimento enhavis 1.27 k. c. da CO_2 kaj 0.66 k. c. da O_2 en 100 k. c. da akvo.

Por esplori gasojn en parafino, mi observis P_1 post 5 minutoj skuinte la ĉambron ne uzinte solvaĵon de laktacido, P_2 post 2 minutoj verŝinte KOH-solvaĵon kaj P_3 post 10 minutoj verŝinte pirogajlan solvaĵon, kaj tiam mi observis plue P_4 , P_5 , k. t. p. laŭorde, skuinte vakuĉambron dum 5 minutoj respektive (vidu Tabelon 2.)

Ĉe la eksperimento, mi vidis, ke valoroj de P_3 , P_4 kaj aliaj estas malpliigantaj laŭorde sed mi devis ĉesi la eksperimenton antaŭ ol mi observis ĝian minimuman valoron.

Per ĉi tiu eksperimento, mi ne povas montri precize kvanton de gaso en fluida parafino, sed mi povas kompari kun tiuj de akvo. En tabelo 2 valoroj de P_1 de gaspremo en parafino estas super 300.0 mm. dum ĝi estas 195.0 mm. en akvo. Per ĉi tiu rezulto, mi povas sciigi ke la gaskvanto en parafino estas plimulta ol ĝi en akvo. Tamen mi ne povas kompari la kvanton de CO_2 , ĉar mi ne povas sciigi la CO_2 gaskvanton en parafino, sed, mi povas supozi, ke la O_2 gaso en parafino, eble troviĝas trioble aŭ plie en akvo, per la fakto de la oksigenpremo en parafino (P_2 - P_3) estas 73.0 kaj 76.0 mm dum la oksigenpremo en akvo estas 22.5 mm.

Pro tio, mi kredas ke la fluida parafino, kiu estas uzita en la eksperimento, enhavas almenaŭ trioblan oksigenon ol ĝi en akvo.

Tabelo 2

| Temperaturo | Kranakvo | Fluida parafino | |
|----------------|----------|-----------------|----------|
| | | I | II |
| | 14.5°C | 10.5°C | 11.5°C |
| P ₁ | 195.0 mm | 329.0 mm | 334.0 mm |
| P ₂ | 156.0 | 329.0 | 334.0 |
| P ₃ | 133.5 | 284.0 | 289.0 |
| | | 270.0 | 289.0 |
| | | 258.5 | 283.0 |
| | | 256.0 | 273.5 |
| | | | 269.0 |
| | | 258.0 | |

b. *Pri ŝanĝo de trasolviĝeco de oksigeno por temperaturo kaj dikeco de fluida parafino*

Mi faris eksperimenton per la metodo supreskribita (ĉapitro III. sekcio 1, a) por esplori ŝanĝon de trasolviĝeco de gaso en akvon en diversaj temperaturoj kaj diversaj dikecoj de fluida parafino.

Eksperimentoj faritaj ĉe dikeco de 1/2 c.m. da parafino estas montritaj en tabeloj 3 kaj 4, de 2 cm en tabelo 5, kaj eksperimentoj faritaj en temperaturo de 5°C en tabelo 3, en 40°C en tabeloj 4 kaj 5, kaj mi montras la rezultojn de ĉi tiuj eksperimentoj en tekstobildoj 3, 4 kaj 5.

Tabelo 3

Ĉe temperaturo 5°C kaj dikeco de fluida parafino 1/2 cm

| N-ro de eksperimento | Tempo | O ₂ -enhavo en 100 k.c. |
|----------------------|--------|------------------------------------|
| 37 | 0 min. | 0.28 vol. % |
| | 170 | 0.43 |
| | 320 | 0.46 |
| | 380 | 0.48 |

| | | |
|----|--------|-------------|
| 40 | 0 min. | 0.16 vol. % |
| | 60 | 0.35 |
| | 180 | 0.40 |
| | 240 | 0.43 |
| | 480 | 0.50 |
| 41 | 0 | 0.05 |
| | 60 | 0.14 |
| | 150 | 0.37 |
| | 250 | 0.42 |
| | 370 | 0.47 |
| 42 | 0 | 0.05 |
| | 30 | 0.22 |
| | 90 | 0.32 |
| | 240 | 0.35 |
| 43 | 0 | 0.12 |
| | 40 | 0.30 |
| | 295 | 0.44 |
| | 420 | 0.48 |

Tabelo 4

Ĉe temperaturo 40°C kaj dikeco de fluida parafino 1/2 cm

| N-ro de eksperimento | Tempo | O ₂ -enhavo en 100 k.c. |
|----------------------|--------|------------------------------------|
| 55 | 0 min. | 0.02 vol. % |
| | 55 | 0.21 |
| | 85 | 0.27 |
| | 170 | 0.33 |

FLUIDA PARAFINO POR ESPLORI SPIRADON

599

| | | |
|----|--------|-------------|
| 52 | 0 min. | 0.03 vol. % |
| | 35 | 0.09 |
| | 65 | 0.22 |
| | 90 | 0.27 |
| 61 | 0 | 0.07 |
| | 35 | 0.21 |
| | 85 | 0.23 |
| | 175 | 0.35 |
| 64 | 0 | 0.07 |
| | 35 | 0.21 |
| | 85 | 0.23 |
| | 175 | 0.35 |

Tabelo 5

Ĉe temperaturo 40°C kaj dikeco de fluida parafino 2 cm

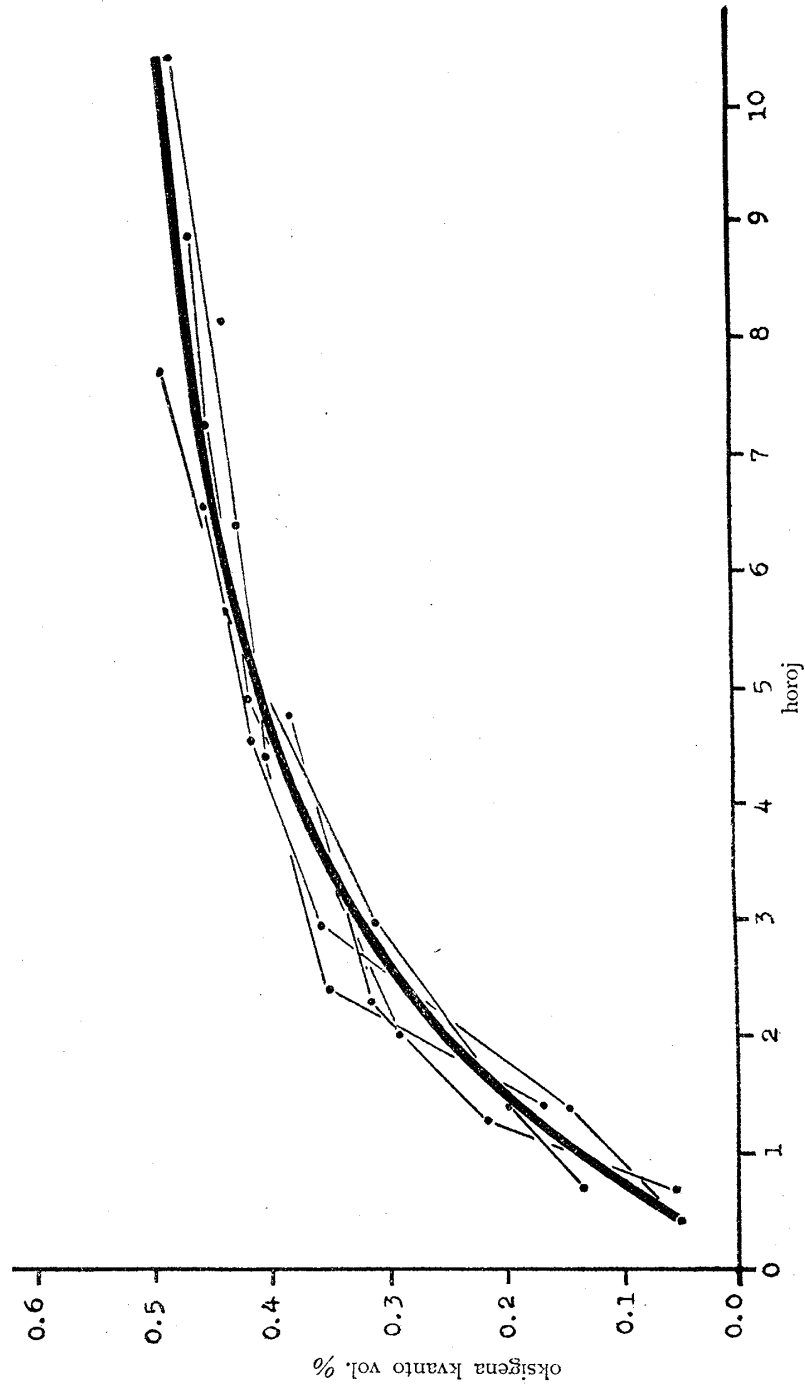
| N-ro de eksperimento | Tempo | O ₂ -enhavo en 100 k.c. |
|----------------------|--------|------------------------------------|
| 66 | 0 min. | 0.14 vol. % |
| | 30 | 0.28 |
| | 50 | 0.30 |
| | 150 | 0.32 |
| 68 | 0 | 0.18 |
| | 30 | 0.32 |
| | 130 | 0.35 |
| 69 | 0 | 0.15 |
| | 30 | 0.28 |
| | 60 | 0.30 |
| | 150 | 0.33 |
| 70 | 0 min. | 0.16 |
| | 30 | 0.31 |
| | 150 | 0.34 |

Tabelo 6

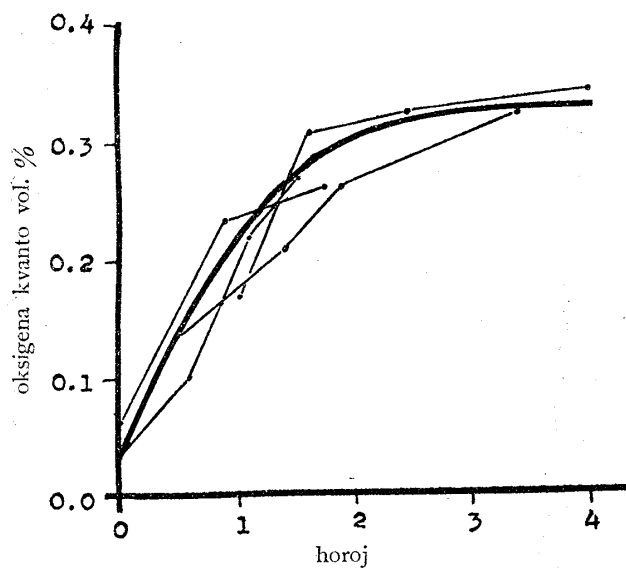
| Temp. °C | Flui. Para. c.m. | x O ₂ -enhavo | y tempo | Log x | Log y | Kalkulita x |
|----------|------------------------|-------------------------------|--------------|---------------|---------|---------------|
| 5 | 1/2 | 0.05 | 0 | $\bar{2}.699$ | 0 | 0.050 |
| | | 0.10 | 12 | $\bar{1}.000$ | 1.079 | 0.125 |
| | | 0.14 | 30 | $\bar{1}.146$ | 1.477 | 0.175 |
| | | 0.20 | 60 | $\bar{1}.301$ | 1.778 | 0.225 |
| | | 0.30 | 120 | $\bar{1}.477$ | 2.079 | 0.293 |
| | | 0.40 | 240 | $\bar{1}.602$ | 2.380 | 0.378 |
| | | 0.45 | 360 | $\bar{1}.653$ | 2.556 | 0.440 |
| 40 | 1/2 | 0.03 | 0 | $\bar{2}.477$ | 0 | 0.042 |
| | | 0.07 | 10 | $\bar{2}.845$ | 1.000 | 0.107 |
| | | 0.13 | 30 | $\bar{1}.114$ | 1.477 | 0.160 |
| | | 0.16 | 45 | $\bar{1}.204$ | 1.653 | 0.197 |
| | | 0.22 | 60 | $\bar{1}.342$ | 1.778 | 0.221 |
| | | 0.24 | 75 | $\bar{1}.380$ | 1.875 | 0.237 |
| | | 0.29 | 100 | $\bar{1}.462$ | 2.000 | 0.273 |
| | | 0.32 | 160 | $\bar{1}.505$ | 2.204 | 0.313 |
| 40 | 2 | 0.17 | 0 | $\bar{1}.230$ | 0 | 0.187 |
| | | 0.20 | 5 | $\bar{1}.301$ | 0.699 | 0.229 |
| | | 0.25 | 15 | $\bar{1}.398$ | 1.176 | 0.263 |
| | | 0.28 | 30 | $\bar{1}.447$ | 1.477 | 0.287 |
| | | 0.30 | 45 | $\bar{1}.447$ | 1.653 | 0.302 |
| | | 0.33 | 105 | $\bar{1}.518$ | 2.021 | 0.336 |
| | | 0.34 | 135 | $\bar{1}.532$ | 2.130 | 0.347 |

Valoroj de oksigenenhavoj x kaj horoj y en tri tabeloj suprecititaj estas aligataj en logaritmo kaj montras ĉiujn en tabelo 6 kaj en tekstobildo 6, kaj mi povis ekscii ke rilato de log x kaj log y estas linia per

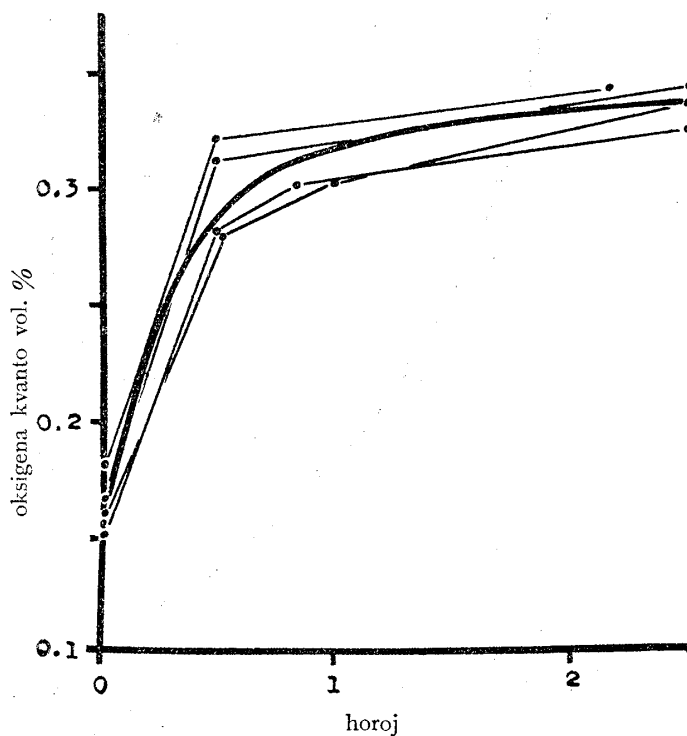
FLUIDA PARAFINO POR ESPLORI SPIRADON



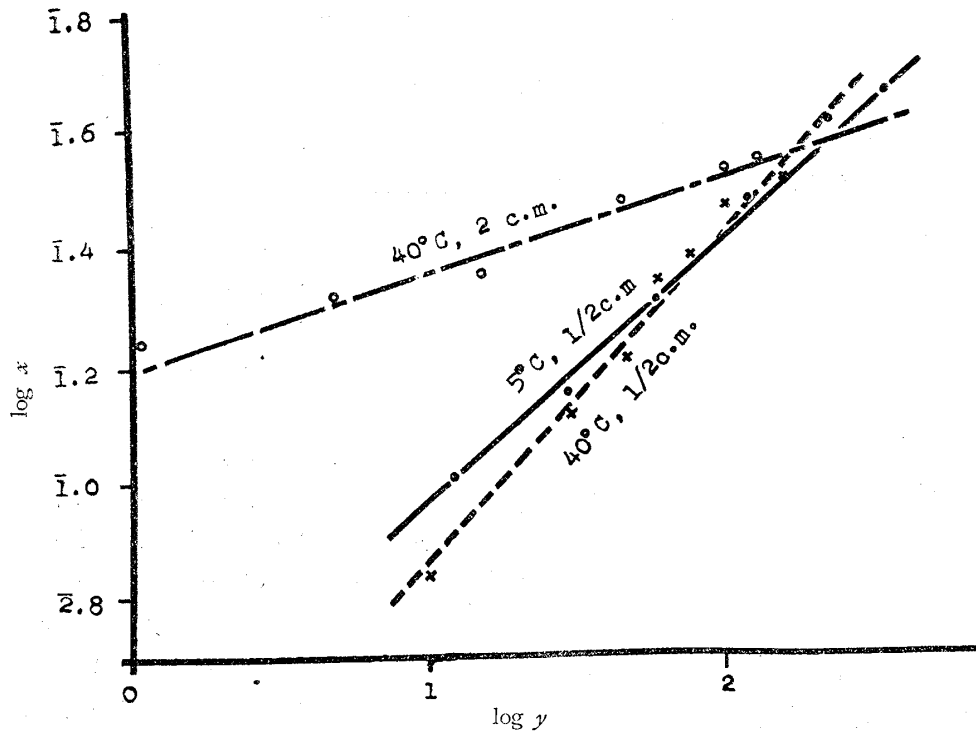
Bildo 3—Kurbo de oksigena pliigo ĉe 5°C temperaturo kaj 1/2 c.m. dikeco de fluida parafino.



Bildo 4—Kurbo de oksigena pliigo ĉe 40°C temperaturo kaj 1/2 c.m. dikeco de fluida parafino.



Bildo 5—Kurbo de oksigena pliigo ĉe 40°C temperaturo kaj 2 c.m. dikeco de fluida parafino.



Bildo 6.

la figuro, kaj mi pensis ke interrilato de x kaj y devas esti logaritma kurbo. Per tio, mi ricevis ekvacion sekvantan (1), por la trasolviĝeco de oksigeno en akvon tra fluida parafino:

$$x = \frac{T}{t.s} K y^k \dots\dots\dots (1)$$

En la ekvacio, x estas oksigenkvanto (vol. %), por horoj y (minutoj), T estas temperaturo de reaga sistemo (aero, akvo kaj fluida parafino), t estas dikeco de fluida parafino, s estas supraĵa enlimaĵo de fluida parafino, kaj k kaj K estas konstantoj de ĉi tiu ekvacio. s , t kaj T estas konstanta, tiam mi metis ĉi tiujn valorojn kiel sekve:

$$\frac{T}{t.s} = \gamma \text{ mi ricevis ekvacion (1)}$$

$$x = \gamma K y^k \dots\dots\dots (2)$$

kaj, se mi metis $\gamma K = A$, mi ricevis ekvacion (2)

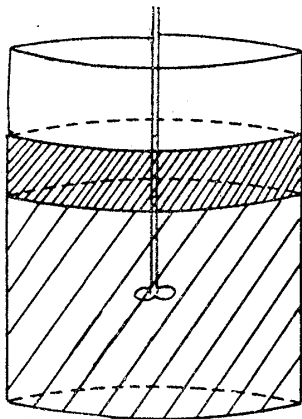
$$x = A y^k$$

Ĉi tiu ekvacio estas simpla formulo de logaritma kurbo, kaj el bildo 6, mi ricevis valorojn de k kaj A per kalkulo.

Tabelo 7

| Temperaturo °C | Dikeco de parafino c.m. | K | A |
|-------------------|----------------------------|-------|-------|
| 5 | 1/2 | 0.369 | 0.050 |
| 40 | „ | 0.403 | 0.042 |
| „ | 2 | 0.126 | 0.187 |

Mi kalkulis la valorojn de y per ĉi tiuj valoroj de tabelo 7 kaj ekvacio (1), kaj mi povas ekscii, ke rezultoj de eksperimentoj kaj kalkuloj estas kompare similaj (vidu Tabelon 6).



Bildo 7.

Mi montris ĉi tiun ekvacion (1) ĉe la rilato de $x = 0$. Kiam la valoro de $y = 0$, ĉar mi ne povas eksperimenti ĉe $x = 0$ praktike.

Valoro de y en ekvacio (1) estas racie $y + n$, kaj $y = 0$ sole povas esti $x = 0$.

3. RESUMO DE FIZIKAJ EKSPERIMENTOJ

Per fizikaj eksperimentoj suprefaritaj, mi povas sciigi, ke fluida parafino enhavas kompare multon da gaso, kaj oksigeno trasolviĝas en akvon, kiu enhavas tre malmulton da oksigeno. Mi montris la pliiĝon de oksigeno tra la tavolo de fluida parafino per ekvacio de logaritma kurbo, kaj laŭ ĝi mi povas ekscii, ke oksigeno trasolviĝas pli frue ol akvo kiu enhavas iomete da oksigeno ol akvo kiu enhavas multe da oksigeno.

Mi povas plue ekscii, komparante tekstobildojn 3 kaj 4, ke oksigeno pliiĝas frue ĉe alta temperaturo, kiam la dikeco de fluida parafino estas sama, kaj pliiĝo de oksigeno atingis preskaŭ ĝis 0.50 vol. %, ĉe la temperaturo de 5°C, sed ĝi atingis ĝis 0.33 vol. % ĉe 40°C en mia eksperimento.

Mi pensis jen estas demando: ĉu la oksigeno pliiĝinta sole venis el

gaso enhavata en fluida parafino aŭ ĉu ĝi venis el aero tra la fluida parafino? La stato de ĉi tiu reakcio estas ekvilibro de heterogena sistemo, tial mi pensis, ke leĝo de disdono aŭ leĝo de Henry estus aplikebla, sed mi ne povas diri decide ĉi tiun racion, ĉar mi ne povas esplori precize enhavon de gaso en fluida parafino.

En ĉapitro III, 2, a, mi eksciis, ke fluida parafino povas enhavi trioblán aŭ pli oksigenon ol oksigeno enhavata en akvo saturita kun aero. Pro tio, se 100 cc. fluida parafino enhavas 2 k.c. oksigenon, mi ricevus sekvantan rezulton per kalkuro.

En bildo 1, a, 14.1 k.c. da fluida parafino estas metata sur la akvo en la vazo; tiam la dikeco de fluida parafino estas $\frac{1}{2}$ cm, ĉar diametro de a estas preskaŭ 6 cm. kaj la parafino devas enhavi 0.28 kubcentimetrojn da oksigeno ĉar la parafino enhavas 2 vol. % oksigenon, kiel suprecitite.

En tabelo 4 kaj tekstobildo 4, oksigenkvanto ŝanĝiĝas de 0.15 vol. % al 0.43 vol. % dum 4 horoj, tial la oksigeno pliiĝis $0.43 - 0.15 = 0.28$ (vol. %), kaj en 200 k.c. da akvo en vazo a oksigeno x pliiĝis $\frac{200 \times 0.28}{100} = 0.56$ k.c. kaj 0.28 k.c. da oksigeno estas enhavata kiel suprecitite, tial mi pensas, ke ĝi estas almenaŭ $0.56 - 0.28 = 0.28$ (k.c.). Same, estas en tabelo 3 kaj bildo 3, ĉar la pliiĝo de oksigeno estas 0.8 k.c.; ĉe 5°C dum 9 horoj, almenaŭ $0.80 - 0.28 = 0.52$ (k.c.) oksigeno devis trasolviĝi en akvon.

56.5 k.c. da fluida parafino estas enhavata en la vazo a, kiam la dikeco de parafino estas 2 c.m., kaj ĝi enhavas 1.12 kubcentimetron da oksigeno.

Per tabelo 5 kaj bildo 5, mi povas ekscii, ke oksigeno pliiĝis de 0.25 vol. % al 0.45 vol. % dum 2 horoj kaj tridek minutoj, kaj la pliiĝo de oksigeno estas 0.20 vol. %, tial 0.4 k.c. de oksigeno pliiĝis en la akvo. En tiu ĉi okazo mi ne povas diri decide, de kie elvenas oksigeno pliiĝinta en la akvo ĉar mi povas pensi, ke $1.12 - 0.40 = 0.72$ (k.c.) da oksigeno estas ankoraŭ enhavata en la akvo racie.

En ĉi tiu eksperimento, mi ne povis klarigi influon de diversaj dikecoj de fluida parafino, ĉar la kurboj de bildoj 4 kaj 5 estis kompare samaj.

IV. KONKLUDO

Resuminte la ĉapitrojn II kaj III, mi sciigis, ke la oksigeno trasolviĝas de aero al akvo tra fluida parafino surmetita ĉe la aranĝo kiel bildo 7. Plue mi povas ekscii, ke la rapideco de trasolviĝo de oksigeno ŝanĝiĝas pro temperaturo, oksigenpremeo en akvo, eble ankaŭ proporcio de kirlado de fluida parafino per kirlilo kaj aliaj. Sed mi ne povas klarigi influon de dikecoj de fluida parafino, kaj mi atendas eksperimenton en alia okazo.

Konsekvence mi povas konkludi, ke la uzado de fluida parafino por esplori spiradon de akvaj bestoj estas ne taŭga.

Kurzer Auszug

In Zusammenfassung der Auszüge von Kapitel II. u. III fand ich bestätigt, dass der Sauerstoff durch die Schicht des flüssigen Paraffins von der Luft ins Wasser eindringt (wie in Anlage der Figur 7) und ferner, dass die Schnelligkeit der Sauerstoffverbreitung bei der hohen Temperatur des Gegenwirkungsmittels oder bei der niederen Wasserwärme vermehrt wird. Es scheint mir dieses ein Grund zu sein, dass das Verhältnis des Durchwühlens des flüssigen Paraffins in Apparate eine Veränderung der Schnelligkeit der Sauerstoffverbreitung bewirkt.

Durch dieses Experiment konnte ich noch nicht klar feststellen, wie die Dicke des flüssigen Paraffins auf die Sauerstoffverbreitung im Wasser einwirkt. Daher muss ich noch andere Experimente abwarten, um dieses Problem zu lösen.

Von obiger Tatsache kann ich folgern, dass es nicht geeignet ist, das flüssige Paraffin zum Atmen der Wasserlebewesen zu gebrauchen.

LITERATURO CITITA

- Abderhalden, E. 1911 Biochemisches Handlexikon. I Bd. I Hälfte, 667.
 Raffel, Daniel. 1927 Micro-method for the quantitative determination of carbon-dioxide in blood and other solutions, and some observations on the efficiency of paraffin oil as a means of keeping carbon-dioxide in solution. Jour. biol. chem. Vol. 74, no. 3 p. 839-849.
 Kawamoto, N. 1928 Determination of gas-content in water, Suisan Kenkyushi, Vol. 24, No. 11. (Japanese).

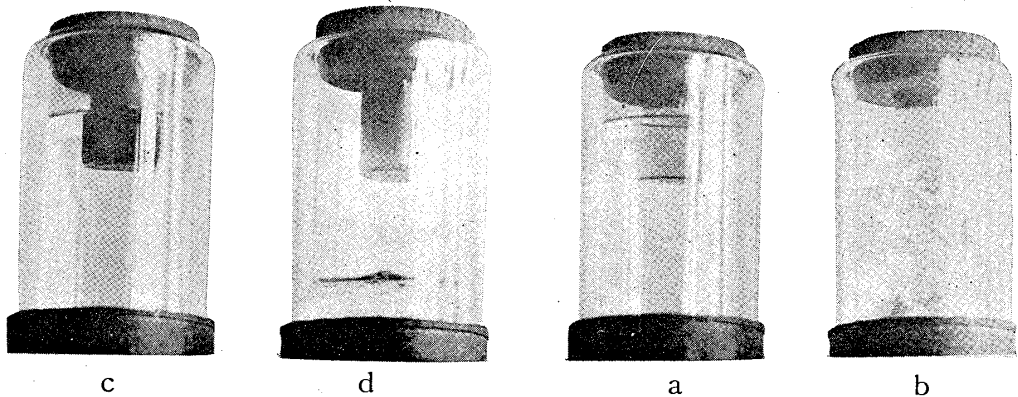
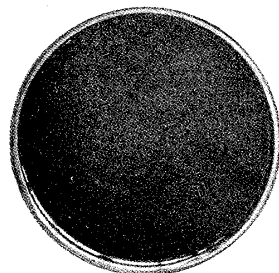
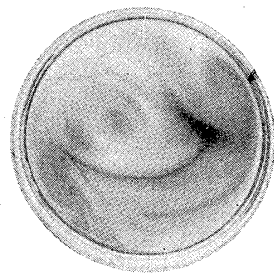
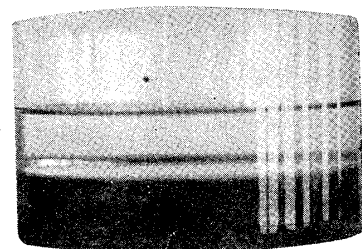
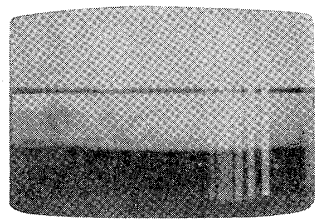
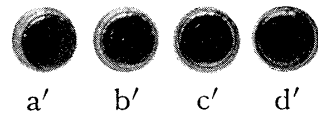
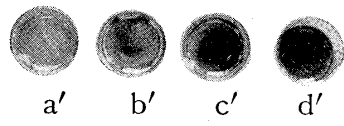
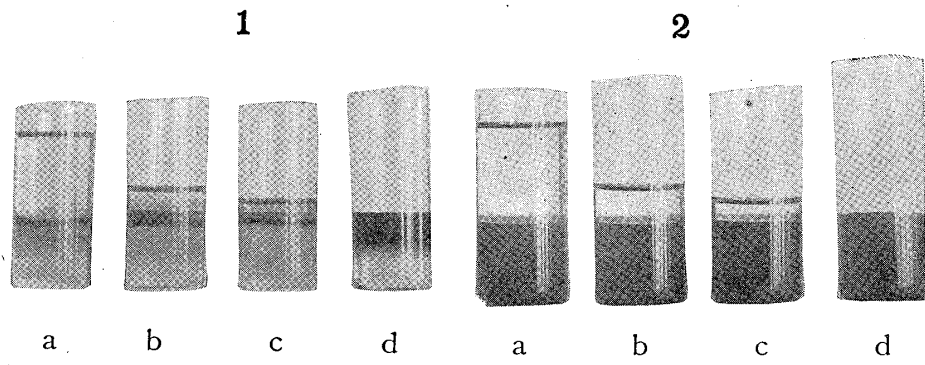
- Kawamoto, N. 1928 Discussion for the diffusion of the air into the water through the liquid paraffin with reference to the respiration of the crab living in the intestine of *Caudina chilensis*. *Dobutsugaku Zasshi*, Vol. 41, No. 490-491 (Japanese).
- Smith. 1922 Richter's organic chemistry. Vol. II, p. 167.
- Soudborough. 1928 Organic chemistry (from Bernthsen).
- Schmalfuss, Hans, & Wilhelm Peschke. 1928 Wie lässt sich der Luftsauerstoff mit Hilfe von über Schichtungsmitteln fernhalten? *Biochem. Zeits.* 198. Bd. 486-493.
- van Slyke, D. D. & J. M. Neil. 1924 The determination of gases in blood and other solutions by vacume extraction and manometric measurement. I. *Jour. Biol. Chem.* 61, p. 523-573.

BILDOTABULO 36

- 1 montras koloran ŝanĝon de pirogajla solvaĵo sub diversaj dikecoj de fluida parafino post 10 minutoj. *a*, *b*, *c*, *d*, flankaj vidoj. *a'*, *b'*, *c'*, *d'*, vidoj de supro.
- 2 sama, post 24 horoj.
- 3 montras koloran ŝanĝon de pirogajla solvaĵo ĉe alta kaj malalta temperaturoj.
a ĉe preskaŭ 80°C, kaj *c* ĉe preskaŭ 4°C.
b kaj *d* post 24 horoj.
- 4 montras nenian kolorŝanĝon de diversaj partoj de fluida parafino.
a kaj *b* post 10 minutoj. *c* kaj *d* post 24 horoj.

FLUIDA PARAFINO POR ESPLORI SPIRADON
NOBUYUKI KAWAMOTO

BILDOTABULO 36



N. Kawamoto foto.