

Fig. 2. Principe de fonctionnement et dessin schématique du dispositif utilisé pour la congélation rapide: *L* liquide de circulation - *BR* bain réfrigérant - *C* réservoir de compensation - *T* robinet d'arrivée de gaz et de mise en décompression sur l'atmosphère - *T<sub>1</sub>*, *T<sub>2</sub>* tubulures de circulation du liquide réfrigérant - *T<sub>3</sub>*, *T<sub>4</sub>* tubulures d'arrivée de gaz - *R<sub>1</sub>*, *R<sub>2</sub>* robinets de commande du liquide réfrigérant - *R<sub>3</sub>*, *R<sub>4</sub>* robinets de commande du liquide de réchauffement - *R<sub>5</sub>*, *R<sub>6</sub>* robinets de commande de la cellule d'examen - *R<sub>7</sub>* robinet de commande du court-circuit - *Th<sub>1</sub>* thermocouple de la cellule d'examen - *Th<sub>2</sub>* thermocouple contrôlant l'ensemble des conduites - *Cell* cellule d'examen - *Ch* spirale chauffante - *D<sub>1</sub>*, *D<sub>2</sub>* cencinctes étanches de dessiccation (Dess, desséchant) - *G<sub>1</sub>*, *G<sub>2</sub>*, *G<sub>3</sub>* glaces optiques en quartz mince - *Co* couvercles maintenant les glaces en place - *O* objet à examiner.

alcool-glace carbonique). On peut enfin opérer une réfrigération lente en faisant circuler de l'hydrogène refroidi par passage dans l'azote liquide. Un contrôle thermostatique en *Th<sub>1</sub>* règle alors le débit d'hydrogène en fonction de la température à atteindre et du temps désiré pour y parvenir. En dessous de  $-100^{\circ}\text{C}$  il est nécessaire de poursuivre la réfrigération par une circulation de propane liquide. Il est alors possible d'atteindre  $-180^{\circ}\text{C}$  en *Th<sub>1</sub>*.

De nombreux travaux sont actuellement en cours avec cet appareillage et nous pensons pouvoir donner prochainement une première série de résultats sur les divers phénomènes se produisant lors de la congélation de tissus animaux maintenus en culture.

L. R. REY

*Ecole Normale Supérieure, Laboratoire de Zoologie,  
Université de Paris, le 19 décembre 1956.*

#### Summary

In order to improve the studies of the different phenomena occurring during the deep-freezing of living

animal tissues, the author has built a microscopic device with which it is possible to examine fragments of tissues during freezing and thawing. This apparatus gives different rates of cooling and re-warming, fast and slow, both controlled with accuracy. Temperatures as low as  $-180^{\circ}\text{C}$  are easily reached.

#### PRO LABORATORIO

#### Bariumtitanat-Druckgeber für Dekompressionsversuche

Für die Registrierung von Explosionsdruckwellen während des Durchgangs durch den Körper wurde von CLEMEDSON<sup>1</sup> sowie CLEMEDSON und PETTERSSON<sup>2</sup>

<sup>1</sup> C.-J. CLEMEDSON, Acta physiol. scand. 37, 204 (1956).

<sup>2</sup> C.-J. CLEMEDSON und H.J. PETTERSSON, Amer. J. Physiol. 184, 119 (1956).

Bariumtitanat als Pressure Transducer (Atlantic Research Corp., Mod. BC-10) verwendet. KOLDER<sup>3</sup> registrierte die Dekompressionszeit im Verlauf explosiver Dekompressionen mit einem Bariumtitanat (Ingelen-Freudenthal, Wien) als Geber. Der Eingangswiderstand handelsüblicher Kathodenstrahlzoszillographen reicht jedoch nicht aus, die lange Eigenzeitkonstante des Bariumtitanat auszunützen. Es wurde daher ein einfacher Vorverstärker mit freiem Gitter aufgebaut, der einen Eingangswiderstand von  $10^9$  Ohm - gemessen bei 1 V Aussteuerung - hat und die Empfindlichkeit des Registriergesystems nicht merkbar herabsetzt. Mit diesem Kathodenverstärker können Vorgänge erfasst werden, die nicht durch direkten Anschluss eines Bariumtitanat-Gebers an einen gebräuchlichen Kathodenstrahlzoszillographen darstellbar sind (mehr als  $10^{-4}$  s Dauer). Der Bariumtitanat-Geber mit einer Resonanzfrequenz von etwa 3 MHz (bei 1 mm Dicke) wird so für die Registrierung von Druckänderungen, die in Mikrosekunden bis Sekunden ablaufen, universell verwendbar.

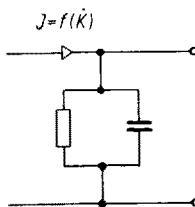


Abb. 1. Ersatzschaltbild des Bariumtitanat-Druckgebers.

Bariumtitanat ist ein kristallines, dichtes, keramisches Material. Es weist einen stark ausgeprägten elektrostriktiven Effekt auf (MASON<sup>4</sup>), das heißt, die bei Anlage einer Spannung erzielte Deformation ist unabhängig von der Polarität. Durch Polarisation im elektrischen Feld wird es piezoelektrisch. Die Polarisation kann mit einem 2-4%igen Bleizusatz und entsprechender Wärmebehandlung im elektrischen Feld permanent erhalten werden (SKUDRZYK<sup>5</sup>). Gegenüber anderen piezoelektrischen Substanzen hat Bariumtitanat mehrere Vorteile: Hohe Empfindlichkeit bei sehr grosser Dielektrizitätskonstante ( $\epsilon = 1500-5000$ ), daher haben die Druckgeber auch bei kleinen Abmessungen relativ hohe Kapazitätswerte. Bariumtitanat ist völlig unhygroskopisch und unempfindlich gegen Feuchtigkeit, es verträgt höhere Temperaturen (Curie-Punkt bei 120°C). Bariumtitanat lässt sich, als keramisches Material, in jeder beliebigen Form herstellen.

Für die Verwendung als Druckgeber ist Bariumtitanat in Form von Scheibchen, die polarisiert sind und auf beiden Seiten einen Silberbelag eingebrannt haben, am zweckmässigsten. Zur Beschreibung der elektrischen Eigenschaften genügt das vereinfachte Ersatzschaltbild in Abbildung 1. Die gedachte Stromquelle liefert einen Strom, der eine Funktion der Ableitung des Druckes nach der Zeit ist; demnach erhält man, wie sich durch Integration zeigen lässt, die Elektrizitätsmenge als Funktion des Druckes. Durch diese Elektrizitätsmenge ist auch die an der Eigenkapazität erscheinende Klemmenspannung definiert. Die Eigenkapazität ist von den Abmessungen des Druckgebers abhängig und beträgt bei den üblichen Ausführungen (10-20 mm Durchmesser, 0,5-3 mm Stärke) einige nF. Der parallel liegende

Widerstand ist  $10^{11}-10^{12}$  Ohm, so dass die Eigenzeitkonstante (jene Zeit, in welcher eine aufgebrachte Ladung ohne Einwirken äusserer Einflüsse auf  $1/e$  des ursprünglichen Betrages absinkt)  $10^2-10^3$  s erreicht. Andererseits erhält man bei direktem Anschluss an einen Kathodenstrahlzoszillographen mit einem Eingangswiderstand von  $10^5-10^6$  Ohm nur eine nutzbare Zeitkonstante von  $10^{-4}-10^{-3}$  s. Der Eingangswiderstand muss im Ersatzschaltbild an den Ausgangsklemmen liegend - und damit parallel zum Innenwiderstand - gedacht werden.

Zur Anpassung des relativ niederohmigen Oszilloskopographen an den äusserst hochohmigen Bariumtitanat-Geber erweist sich die sogenannte Kathodenverstärker- oder Anodenbasischaltung mit freiem Gitter als geeignet (VALLEY und WALLMAN<sup>6</sup>). Die Gitterstromcharakteristik von Elektronenröhren macht es möglich, bei kleiner Aussteuerung einen außerordentlich hohen Eingangswiderstand zu realisieren, indem auf einen Gitterableitwiderstand verzichtet wird. Die Nullstelle der Gitterstromcharakteristik muss dabei in einem für die Aussteuerung der Röhre brauchbaren Gebiet liegen.

Es wurde eine Schaltung nach Abbildung 2 aufgebaut. Der erzielte Eingangswiderstand von  $10^9$  Ohm liegt bereits in der Grössenordnung von Isolationswiderständen. Es ist nicht sinnvoll, eine weitere Erhöhung des Eingangswiderstandes anzustreben, da auch die Widerstände der Halterung und der Zuleitungen kaum grösser sein können. Um beim Aufbau des Vorverstärkers den Eingangswiderstand nicht unnötig herabzusetzen, wurde die ältere Röhrentyp AC 2 gewählt, die den Gitteranschluss am Glaskolben herausgeführt hat und damit eine ausgezeichnete Isolation des Gitters ermöglicht. Die Eingangsbuchse wurde auf Trolitul gesetzt und die Röhre staubdicht gekapselt, nachdem sich herausgestellt hatte, dass bereits erhöhte Luftfeuchtigkeit oder geringfügiger Staubniederschlag am Röhrenkolben den Isolationswiderstand wesentlich beeinträchtigen.

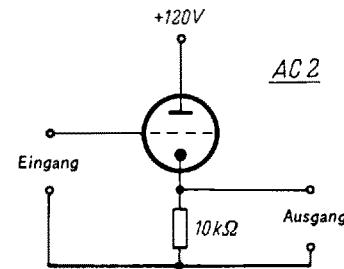


Abb. 2. Schaltung des Kathodenverstärkers mit freiem Gitter.

Abbildung 3 bringt eine Gegenüberstellung der Zeitkonstanten eines Registriergesystems bestehend aus Bariumtitanat-Geber und Kathodenstrahlzoszillograph: A ohne Vorverstärker und B mit Vorverstärker gemäss Abbildung 2. Der scheibenförmige Geber war 3 mm stark und hatte 16 mm Durchmesser. Er wurde ringförmig auf einer Dose luftdicht gelagert und mit einer Überwurfmutter festgespannt. Die Empfindlichkeit der Anordnung betrug rund 2 V bei 1 atm Druckänderung. Wegen der besonderen Art der Halterung ist die Abhängigkeit der Spannung vom Druck nicht linear. Abbildung 3A wurde mit einem Philips-Kathodenstrahlzoszillographen GM 3156, Abbildung 3B mit einem Hickok-Kathodenstrahlzoszillographen Mod. 640 (mit eingebautem Gleichspannungsverstärker) aufgenommen.

<sup>3</sup> H.J. KOLDER, Naturwissenschaften 42, 216 (1955); Sitz.-Ber. Akad. Wiss., Wien 165, 357 (1957).  
<sup>4</sup> W. P. MASON, *Piezoelectric Crystals and Their Application to Ultrasonics* (D. van Nostrand, N. Y. 1950).  
<sup>5</sup> E. SKUDRZYK, *Die Grundlagen der Akustik* (Springer, Wien 1954).

<sup>6</sup> G. E. VALLEY jr. und H. WALLMAN, *Vacuum Tube Amplifiers* (McGraw-Hill, N. Y. 1948).

Die zu erwartende Zeitkonstante von etwa 10 s wurde mit dem Vorverstärker und 3 mm starkem Bariumtitannat, siehe Abb. 3 B - 8 s -, fast erreicht. Die Verwendung dünnerer Bariumtitannat-Scheibchen aus dem gleichen Material würde die Zeitkonstante verlängern.

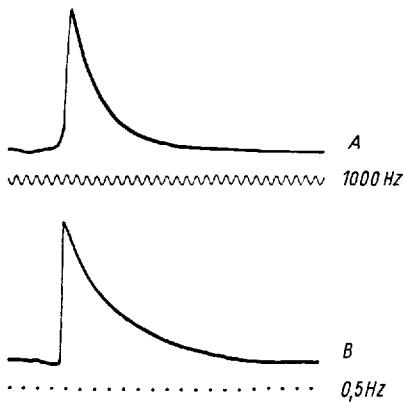


Abb. 3. Zeitkonstanten der Registriereinrichtung: A ohne Vorverstärker; B mit Vorverstärker.

Demnach lassen sich mit der beschriebenen Anordnung und geeignet dimensioniertem Bariumtitannat-Geber Druckänderungen bis zu einer Sekunde Dauer mit einem Fehler von höchstens 10% registrieren. Steht ein Verstärker genügender Empfindlichkeit zur Verfügung oder sind die Druckänderungen gross, so kann eine Parallelkapazität zur kapazitiven Spannungsteilung verwendet werden. Diese verlängert die Zeitkonstante des Registriersystems im gleichen Verhältnis, wie sie die Spannung herabsetzt. Eine Beeinflussung des Frequenzganges tritt dadurch, wie aus dem Ersatzschaltbild zu entnehmen ist, nicht ein. Zu hohe Spannungen, über 10 V, würden den Eingangswiderstand des Vorverstärkers herabsetzen.

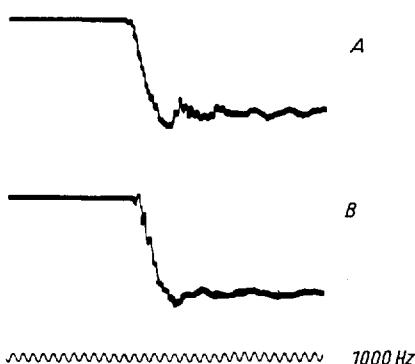


Abb. 4. Druckänderung bei explosiver Dekompression: A Bariumtitannat-Geber mit Vorverstärker; B Bariumtitannat-Geber mit Vorverstärker und Parallelkapazität.

In Abbildung 4 sind zwei Dekompressionskurven dargestellt, die einer Druckdifferenz von 0,7 atm entsprechen. Abbildung 4A wurde nur mit Bariumtitannat-Geber und Vorverstärker, Abbildung 4B mit einer zusätzlichen Parallelkapazität von 10 nF aufgenommen. Die Kurven entsprechen einander bis auf geringe Differenzen, die in den Dekompressionsvorgängen selbst begründet sind.

H. HUBER und H.J. KOLDER

Institut für Niederfrequenztechnik der Technischen Hochschule in Wien und Physiologisches Institut der Universität Wien, den 9. November 1956.

### Summary

The properties and advantages of barium titanate transducers for pressure registrations have been described. If the rate of pressure change is less than  $10^{-3}$  s, a barium titanate transducer with a cathode ray oscilloscope as commonly used is sufficient. Pressure changes with a duration of up to 1 s can be recorded by means of a barium titanate transducer, cathode follower with open grid, and D.C. oscilloscope. This arrangement can be adapted to the registration of processes of even longer duration by a shunt capacity. The sensitivity of the transducer used was in the order of 2 V per 1 atm.

### PRO EXPERIMENTIS

#### A Contribution to the Evaluation of the Glucose Tolerance Test

In recent years several authors have begun administering glucose intravenously instead of *per os*, even in clinical practice, in order to determine the carbohydrate tolerance. There are several ways of evaluating the result of intravenous glucose tolerance test: (1) the hyperglycaemic peak attained and the return to the fasting value<sup>1</sup>, (2) the value of the blood sugar at a given interval after the end of the injection<sup>2</sup>, (3) the time taken for the blood sugar to regain the fasting value<sup>3</sup> or the time taken to reach a definite pre-determined value<sup>4</sup>, (4) the glucose assimilation coefficient<sup>5</sup>, rate of disappearance of the glucose<sup>6</sup>, total or increment index<sup>7</sup>, (5) the areas under the observed curves<sup>8</sup>, (6) the quantity of sugar utilised per 1 h<sup>5</sup>, (7) the clearance of glucose suggested by HOENIG<sup>9</sup>. The formula he proposes for the glucose clearance does not take into account the initial phase of rapid decline and presumes that the blood sugar level during the course of the glucose tolerance test is maintained at the fasting value. In the present work we propose an altered form of the equation for the calculation of clearance of glucose.

*Method.* The glucose tolerance test was performed on 13 healthy adults and 39 ambulant patients. On the night before the test 50 g of glucose were administered *per os* for compensating for inequalities in the diet<sup>10</sup>. The following morning the sample of blood was taken and 25 g of glucose were injected intravenously in a 40% solution of distilled water during 2 1/2 to 4 min. Blood samples were drawn from the finger in 5, 10, 20, 30, 45,

<sup>1</sup> G. G. DUNCAN, *Diseases of metabolism*, III. Ed. (Philadelphia 1953). - A. CANTAROW and M. TRUMPER, *Clinical Biochemistry* (Philadelphia 1949).

<sup>2</sup> E. L. LOZNER, A. W. WINKLER, F. H. L. TAYLOR, and J. P. PETERS, *J. clin. Invest.* 20, 507 (1941).

<sup>3</sup> E. R. TUNBRIDGE and E. C. ALLIBONE, *Quart. J. Med.* 9, 11 (1940).

<sup>4</sup> T. CRAWFORD, *Arch. Dis. Child.* 13, 69 (1938).

<sup>5</sup> V. CONARD, *Mesure de l'assimilation du glucose* (Bruxelles 1955).

<sup>6</sup> D. S. AMATUZIO, F. I. STUTZMAN, J. M. VANDERBILT and S. NESBIT, *J. clin. Invest.* 32, 428 (1953). - G. D. GREVILLE, *Biochem. J.* 37, 17 (1943). - J. J. WALLER, S. H. STRIBLING and CH. L. SPUR, *J. lab. clin. Med.* 44, 647 (1954).

<sup>7</sup> L. J. P. DUNCAN, *Quart. J. exp. Physiol.* 41, 85 (1956).

<sup>8</sup> S. JÖRGENSEN, *Acta med. Scand.* 65, 116 (1926-1927). - C. W. ROSS, *Arch. Dis. Child.* 13, 289 (1938).

<sup>9</sup> V. HOENIG, *Čas. lék. čes.* 95, 122, 1015 (1956).

<sup>10</sup> T. N. BURNS, F. L. ENGEL, E. WERK, A. VIAV, J. L. SCOTT, and D. R. HOLLINGSWORTH, *J. clin. Invest.* 32, 781 (1953). - J. A. MIRSKI, S. M. KAPLAN, C. J. PODOVE, and R. H. BRON-KAHN, *J. clin. Invest.* 29, 297 (1950).