- (4) "Die Diffusions der Gase durch Quecksilberdampf bei niederen Drucken und die Diffusionspumpe", W. Gaede, Ann. d. Physik 46 (1915) 357—392
- (5) Das grundlegende Patent für die Diffusionspumpe DRP 286 404, eingereicht am 25. 9. 1913
- (6) J. Langmuir, USA-Patent 1320874 vom 24. 8. 1916
- (7) "Die Entwicklung der Diffusionspumpe", W. Gaede, Zeitschr. f. techn. Physik 4 (1923), 337—369
- (8) C. R. Burch, Proc. Royal Soc. 123 (1929), 271—284
- (9) "Die Öldiffusionsluftpumpe", W. Gaede, Zeitschr. f. techn. Physik 13 (1932), 210—212
- (10) "Tiefdruckmessungen", W. Gaede, Zeitschr. f. techn. Physik 15 (1934) 664—668
- (11) "Ein Beitrag zur elektrischen Aufzehrung von Gasen bei sehr geringen Drucken", M. V. Meyeren, Zeitschr. f. Physik 84 (1933) 531—540
- (12) W. Gaede, DRP 634 981 vom 4. 6. 1933
- (13) W. Gaede, DRP 702 480 vom 22. 12. 1935
- (14) "Gasballastpumpen und Vakuumtechnik des Dampfes", W. Gaede, Zeitschr. f. Naturforschung 2a (1947), 233 ff.

Rudolf Jaekel の思い出と氏の科学的業績の意義

The Late Rudolf Jaekel and the Significance of his Scientific Work
M. Dunkel

(E. Leybold's Nachfolger, Köln-Bayental, Germany)

若い物理学者が、1938 年 3 月広告に応じて Leybold 会社に現われた。彼は非常に注目に値する練磨を経てきて、それまでに Kaiser Wilhelm 研究所の Lise Meitner 教授の下で化学の研究をして、一連の論文を発

表してきた。

その若い物理学者というのは Rudolf Jaekel のことであつた。

私が Jaekel の真空工学の経験に対して質問したところ、氏は Gustav Hertz のところでまとめた卒業論文“真空管内のガス放電について”を参照するように言ってくれた。しかし、とかくする内に氏は純正核物理学者になって、生産方面の地位を志願し、切角 Herz のところで仕事が芽ばえて、注目すべき業績を収めたのであるが、その仕事の領域を棄ててしまった。

Jaekel は Kaiser Wilhelm 研究所から職を退くようになった理由を、そこに志願する前から既に私に手紙で報せてきており、そしてここに腹を下ろす前に、面接の際に口頭で報せていた。こうした訳はヒットラー統治の圧力が益々強くなっていったからであつた。それにも拘らずドイツに残って生産工業に関連を求めたことは氏の本質の特徴とも言うべきものであつた。我々は今日、氏が Leybold 会社で Gaede と真空工学とに相会し得たことを特に幸運と言わなければならない。氏はそれから真空工学の領域に速かに正道を見出し、並はずれた能力を有する物理学者となった。そして Wolfgang Gaede と良い人間的関係を結んでいった。その結果 Gaede の存命中既に Gaede の後継者としての資格を次第に具えていった。

Jaeckel は多年 Leybold 会社の 開発研究所 を指導してきたのであって、なかんづく（氏の科学論文の長い系列の中で最もよく知られているものの中に入る）拡散ポンプの理論の基礎研究はこの時代における産物である。（著書目次を参照せられたし）。

終戦後 Jaeckel は直ぐ Bonn の大学にパートタイム講師として就職し、真空工学の講義を受け持った。Jaekel は教師としての資格があることを実証し、そして自分の周りに学生が常に集まってくるようにすることを会得した。1954年に E. Leybold's Nachfolger を退職して Bonn 大学の専任教師となり、研究活動にささげた。そこでは教職志願者の養成にも特別の注意を払ったのであった。彼が死ぬ暫く前に正教授の職が授けられたのであって、従って外部からのいろいろの難局に遭遇したにもかかわらずそれを切り抜けて、生の目的を達成したのであった。

Jaeckel の広範囲の科学研究業績については、多数の論文が解明を与えている（附録 参照されたし）。Bonn 大学の応用物理研究所における研究活動の間——しかし一部は既にそれ以前から——Jaekel と学生がなかんづく次の問題に従事した。即ち

(1) 蒸気噴射ポンプの物理現象の研究：

この研究の非常に興味ある結果は今日真空物理の共有財産に属している。それらは発表論文〔10, 17, 24, 39 及び 61〕に書いてある。執筆者達はノズルから流れ出る蒸気内の現象を、眼に見えるようにするために特別な実験技術を展開したのであった。それは教示的でもあり、同時に美しさにおいても注目を引くように着色撮影したものであった。

(2) 拡散ポンプを取扱う上に大切な作動液体の真空中の性質：

ここでは二つの異なる問題が取扱われている。即ち

(a) ポンプ油内の異物質原子を取去ること、油の脱ガス濃度と誘電率との関係の研究〔例えば 8, 35〕

(b) 油の蒸気圧と温度との関係、このために特に開発された装置が其の後の測定計画に応用された〔34, 42, 46〕

(3) 超高真空の研究と測定：

極度に低圧残留ガス濃度に到達するため、深い研究計画がなされた〔例えば 43, 26〕、オメガトロロンが作られ、電離真空計のガスクリーンアップ効果と特性を測定するために、並びに銅箱を巻いて作られた冷却吸着トラップの作用を測定するためにオメガトロロンが利用された。

(4) 固体を通してのガス拡散：

これには、なかんづく Eschbach の種々のガラスを通してのヘリウムの拡散と、他の材質並びに各種材料の多重層からなる構造素体のガス透過度の研究が含まれている。

(5) 固体表面からの脱着：

構造材料からガス放出を研究するため、広い研究計画が展開された〔36, 37, 48〕。

(6) 真空装置内のガス濃度の測定：

分圧並びに全圧測定についての無数の貢献が今日尚お大きな困難が付き纏っている問題に与えられた〔50, 51〕

(7) イオンゲッターポンプ内の現象を理解するために、また、現行理論を証明するために、特別の容器内でガスのクリーンアップと励起状態との間の関係についての興味ある研究がなされた〔44, 49〕。

(8) 金属表面にガス層を附着させる：

(a) ガスを附着させた後、接触電位変化を電氣的補償によって直接測定した〔40〕。

(b) Fowler の方法によって光電的手段で電子放出仕事関数を間接的に測定することも、また行われた。

〔51a〕。

(9) 低温における吸着現象：

Jaekel の作った装置を以て、低温において附着確率の系統的測定が行われた。その際水素、ヘリウムの液化機は研究所に自由に使わせるものとして。

(10) 交叉している分子線の測定：

気体運動論的散乱断面が粒子エネルギーに依存する度合が研究された。この測定は更に古典と量子力学的理論とその間の相互関係を証明することに役立った。専門家に特に興味ある領域において無数の論文がある中、論文〔16, 25, 29, 31 及び38〕が附録の目録に入っている。

(11) 前以て処理された各種の表面の画像走査効果と二次電子放射並びにマイクロ波領域における効果が教授 Schröter と一緒に研究された〔47〕。

(12) 金属（特に最純鉄及びタンタル）のガス含有度をねじれ振動を以て Snoek 減衰の助けをかりて研究すること。

いつも Jaekel とかかり合いを持っている人は氏が好んで助けをする友達であることを知っていた。それに加うるにその場、その場の環境のおかしさのある反面を速かに捕え、そして自分自身笑うにまかせておくような陽気な気質を具えていた。氏の友人や学生に向けられた人間的な温かさは、重い病苦で益々苦しみを増していった死ぬ前の数年間においても続けられていた。そして友人と学生が彼れを物理学者として思い出し、また人間としても思い出している。（浅尾莊一郎 訳）

著 書 目 次

I 科学雑誌に発表したもの

- (1) R. Jaeckel, Versuche mit Neutronen aus Aluminium und Beryllium, Zeitschr. f. Physik, 91, H. 7 u. 8, 1934
- (2) R. Jaeckel, Über die Zertrümmerung des Neons durch Neutronen, Zeitschr. f. Physik, 96, H. 3 u. 4, 1935
- (3) R. Jaeckel, Über die Resonanzeinfangung von langsamen Neutronen durch Wolframkerne und die Form des wirksamen Resonanzniveaus, Zeitschr. f. Physik, 104, H. 11 u. 12, 1937
- (4) R. Jaeckel, Über die Neutronenresonanzniveaus von Iridium Rhodium und die gegenseitige Überdeckung ihrer Resonanzgebiete, 1. Mitteilung: Zeitschr. f. Physik 107, H. 9 u. 10, 1937, 2. Mitteilung: Zeitschr. f. Physik 110, H. 5 u. 6, 1938
- (5) R. Jaeckel u. E. Schüller, Ein einfaches Gerät zur Messung kleiner Kräfte ohne Verschiebung des Kraftstempels Die Messtechnik, 1941, Heft 2
- (6) R. Jaeckel, Moderne Hochvakuum pumpen, Chem. App. 28, 1941, Heft 9 u. 10
- (7) R. Jaeckel u. E. Kammerer, Über die Brauchbarkeit von Bunagummi für Hochvakuumdichtungen, Zeitschr. f. Techn. Physik 23, Nr. 4, 1942
- (8) R. Jaeckel, Über die Eigenschaften von organischen Treibmitteln für Diffusionspumpen im technischen Betrieb und eine neue Form der Oel-diffusionspumpe, Zeitschr. f. Techn. Physik, 23, Nr. 7, 1942
- (9) R. Jaeckel u. H. Schnöder, Über eine Oeldiffusionspumpe mit großer Sauggeschwindigkeit und großem Arbeitsbereich, Zeitschr. f. Techn. Physik, 24, Nr. 4, 1943
- (10) R. Jaeckel, Zur Theorie der Diffusionspumpe Zeitschr. f. Naturf. 2a, 11/12, 1947
- (11) R. Jaeckel und, G. W. Oetjen, Molekulardestillation, Chem-Ingenieur-Technik 1949, Nr. 9/10
- (12) R. Jaeckel, H. G. Noeller, u. G. W. Oetjen, Erzeugung und Messung eines intensiven, Molekularstrahls aus Wasserstoff, Zeitschr. f. Naturf. 4a, Heft 2, 1949
- (13) R. Jaeckel, Chemisches Verfahren im Hochvakuum, Dechema-Monographien, Bd. 15, S. 31, 1949
- (14) R. Jaeckel, Destillation bei Drücken unter 1 Torr, Chemie-Technik, 2, Nr. 9, 1950
- (15) R. Jaeckel, Fein- und Hochvakuumtechnische Verfahren in der Chemie, Dechema-Monographien, 16, S. 79, 1950
- (16) R. Jaeckel u. W. Jawtusch, Streuungsmessungen an Atomen und Moleküle mit gekreuzten Molekularstrahlen, Physk. Verhandlungen, 6, 1950
- (17) R. Jaeckel u. H. G. Noeller, Vorgänge in Dampfströmungen, Physk. Verhandlungen 6, 1950
- (18) R. Jaeckel, Tiefdruckdestillation, Erdoel und Kohle, 4, S. 175, 1951
- (19) R. Jaeckel u. H. G. Noeller, Vakuumpumpen für Drücke unter 1 Torr, Zeitschr. VDI, 94, Nr. 24, 1952
- (20) R. Jaeckel, Messmethoden und Messgeräte im Fein- und Hoch-Vakuumgebiet, Transactions of Instruments and Measurement Conference, Stockholm 1952, 2227-235
- (21) R. Jaeckel, Vakuumtechnik im Druckgebiet unter 1 Torr Techn. Mitt., 46 Jahrg., H. 10, Okt. 1953, 304-12
- (22) R. Jaeckel, Moderne Hochvakuumtechnik, Umschau, H. 19 (1950), 595-97
- (23) R. Jaeckel, Anwendung der Hochvakuumtechnik in der Chemie Chimie 5, June 1951, 129-134
- (24) R. Jaeckel, N. G. Noeller u. H. Kutscher, Die Physikalischen Vorgänge in Diffusions- und Dampfstrahlpumpen, Vakuumtechnik, 3. Jahrg., April 1954, H. 1, 1-15
- (25) R. Jaeckel, W. Jawtusch, u. G. Schuster, Über große Wirkungsquerschnitte für Ablenkungen unter kleinen Winkeln bei Stößen zwischen neutralen Atomen, Zeitschr. f. Naturf., 9a, H. 5, 1954
- (26) R. Jaeckel, Erzeugung u. Messung kleinster Drucke unter 10^{-7} Torr, Physk. Verhandlungen, 5. Jahrg., H. 3, 1954, S. 47
- (27) R. Jaeckel, W. Jawtusch u. G. Schuster, Die Wirkungsquerschnitte für den Stoß K-Zn und K-Hg bei Streumessungen an dicken und dünnen Atomstrahlen, Zeitschr. f. Naturf., 9a, 905-906, 1954

- ②⑧ R. Jaeckel, K. G. Günther u. G.W. Oetjem, Gasströmungen hoher Unterschallgeschwindigkeiten durch kurze Rohre im Druckbereich zwischen 10^{-2} und 10 Torr, Zeitschr. f. Angewandte Physik 7, H. 2, 1955, 71-77
- ②⑨ R. Jaeckel W. Jawtusch, G. Schuster, Große Wirkungsquerschnitte bei Stößen zwischen neutralen Atomen, Zeitschr. f. Physik, 141, 1955, 146-59
- ③① R. Jaeckel, Stand der Vakuumtechnik, Berg- und Hüttenmänn. Monatshefte, Jahrg. 100, Heft 7/8, 1955 Springer-Verlag, Wien
- ③② R. Jaeckel W. Jawtusch u. G. Schuster, Untersuchungen über die Stoßvorgänge zwischen neutralen Atomen und Molekülen, Forschungsbericht 157 des Wirtschafts- und Verkehrsministerium NRW (Westd. Verlag, Opladen)
- ③③ R. Jaeckel, Neue Forschungsergebnisse der Vakuumtechnik, Chemie-Ingenieur-Technik 1956, 201-202
- ③④ R. Jaeckel, Physikalische Grundlagen der Hochvakuumtechnik, VDI-BV Köln, 1954
- ③⑤ R. Jaeckel u. G. Reich, Messung von Dampfdrücken im Gebiet unter 10^{-2} Torr, Zeitschr. f. Angewandte Physik, 9, H. 1, 14-23, 1957
- ③⑥ R. Jaeckel u. F. Groß, Die Löslichkeit von Gasen in schwerflüchtigen organischen Flüssigkeiten Forschungsberichte des Wirtschaftsmin. NRW, Nr. 404 (Westd. Verlag, Opladen)
- ③⑦ R. Jaeckel u. F.J. Schittko, Gasabgabe von Werkstoffen ins Vakuum, Forschungsberichte des Wirtschafts- und Verkehrsmin. des Landes NRW, Nr. 369 (Westd. Verlag Opladen)
- ③⑧ R. Jaeckel u. H. Junge, Messung der Abgabe von in Reinstücken gel. Stickstoff ins Vakuum, Annalen der Physik 6. Folge, 20, H. 1 (1957)
- ③⑨ R. Jaeckel u. H. Pauly, Große Wirkungsquerschnitte bei Zusammenstößen zwischen neutralen Atomen, Züsätze, Ergebnisse der Hochvakuumtechn. u. d. Physik dünner Schichten (1957) S. 168-177 Wissenschaftl. Verlagsges. mbH. Stuttgart
- ④① R. Jaeckel, Die Diffusionspumpe ihre Physik und Technik, Advances in Vacuum Science and Technology, Vol. 1 and Vol. 2, Pergamon Press 1960, S. 209
- ④② R. Jaeckel A. Eberhagen u. F. Strier, Messung von Kontaktpotentialänderungen bei Adsorption an Metalloberflächen, Zeitschr. f. Angewandte Physik, 11, H. 4, 1959, S. 131-134
- ④③ R. Jaeckel u. H. Kutscher, Das Verhalten von Überschallströmungen bei Drucken unter 1 Torr, Forschungsbericht Nr. 683 des Landes NRW, Westd. Verlag, Opladen
- ④④ R. Jaeckel u. W. Peperle, Über die Abhängigkeit des Kondensations-koeffizienten vom Partialdruck über der abdampfenden Kristallfläche, Zeitschr. f. Naturforschung, 15a, H. 2, 1960
- ④⑤ R. Jaeckel u. H. Eschbach, Wände für Ultrahochvakuum-Behälter aus Schichtstoffen, Zeitschrift f. Naturf., 15a, H. 3, 19
- ④⑥ R. Jaeckel u. E. Teloy, Elektrische Gasauflagerung durch Anregung metastabiler Zustände, Zeitschrift f. Naturf., 15a, H. 11, 1960
- ④⑦ R. Jaeckel, Aspekte der Vakuumphysik im Lichte der neueren Entwicklung, Schweizer Archiv, Jahrg. 27, Nr. 2, S.52
- ④⑧ R. Jaeckel u. W. Peperls, Über die Abhängigkeit des Verdampfungs-koeffizienten vom Partialdruck über der abdampfenden Kristallfläche, Zeitschr. f. Physikalische Chemie, 1961, 217, S. 321-36
- ④⑨ R. Jaeckel G. Rettinghaus, u. F. Schuster, Untersuchungen über Durchgriffssteuerung für Darstellung gesoeicherter Radarbilde und dergl., Forschungsbericht des Landes NRW Nr. 971, Westd. Verlag, Köln 1961
- ⑤① R. Jaeckel, Entgasung, Transactions 1961, The eighth National Vacuum Symposium S.17-25
- ⑤② R. Jaeckel u. E. Teloy, Elektrische Gasauflagerung durch Anregung metastabiler Zustände, Transactions 1961 The eighth National Vacuum Symposium, S. 406-412
- ⑤③ R. Jaeckel, R. Helbing u. H. Pauly, Eine genaue Relativmethode zur Druckbestimmung im Hochvakuum, Transactions 1961 The eighth National Vacuum Symposium, S. 525-530
- ⑤④ R. Jaeckel, H. L. Eschbach u. D. Müller,

Molekulare Strömungen bei sehr niedrigen Drucken, Transactions 1961, The eighth National Vacuum Symposium, S.1110-1115

- (51a) R. Jaeckel u. B. Wagner, Photoelektrische Messung der Austrittsarbeit von Metallen und ihre Änderung durch Gasadsorption.

II. 編集物の一部を担当執筆したもの

- ⑤② R. Jaeckel, Vakuumtechnik und Molekulardestillation, Fortschritt d. Verfahrenstechnik 1952/53 S. 39-42, Farbenfabriken Bayer, Verlag Chemie, Weinheim
- ⑤③ R. Jaeckel, Technische Kunstgriffe bei Phys. Untersuchungen, Angerer-Ebert. Vieweg-Verlag 1952
- ⑤④ R. Jaeckel, Westphal, Physikalisches Wörterbuch, Springer-Verlag, 1952
- ⑤⑤ R. Jaeckel, Vakuumtechnik und Molekulardestillation, Fortschritt d. Verfahrenstechnik 1954/55, S. 29-43, Farbenfabriken Bayer, Verlag Chemie, Weinheim
- ⑤⑥ R. Jaeckel, Destillation und Sublimation im Fein- und Hochvakuum, Houben-Weyl : Methoden der organischen Chemie I, Allgem. Laboratoriumspraxis, Teil I/1 Georg Thieme Verlag Stuttgart 901/56
- (56a) R. Jaeckel, Allgemeine Vakuumphysik, Hand-

buch der Physik, S. Flügge, Springer Verlag, 12

- ⑤⑦ R. Jaeckel, H.L. Eschbach u. G. Müschenborn Vakuumtechnik und Molekulardestillation, Fortschritt d. Verfahrenstechnik 1956/57 62-73, Farbenfabriken Bayer, Verlag Chemie, Weinheim
- ⑤⑧ R. Jaeckel, Erzeugung von Vakuum und Arbeiten mit Unterdruck, Houben-Weyl : Methoden der organischen Chem. Bd. 1/2, Allgemeine Laboratoriumspraxis II, Teil 2, Georg Thieme Verlag, Stuttgart
- ⑤⑨ R. Jaeckel u. K. Diels, Evakuieren, vakuumtechnische Verfahren Angerer-Ebert Technische Kunstgriffe bei physikalischen Untersuchungen, 12 Aufl Vieweg-Verlag, Braunschweig 1959
- ⑥⑩ R. Jaeckel, H.L. Eschbach u. G. Müschenborn, Vakuumtechnik und Molekulardestillation, Fortschritt d. Verfahrenstechnik 1958/59 65-87, 4, Farbenfabriken Bayer Verlag Chemie, Weinheim 1961

III. 独自の執筆になる書籍

- ⑥⑪ R. Jaeckel, H. Schwarz u. E. Schüller との共著, Kleinste Drucke, ihre Messung und Erzeugung 単行本 Verlag Springer, 1960
- ⑥⑫ R. Jaeckel u. K. Diels, Leybold Vakuum-Taschenbuch, Springer-Verlag 1958, 改版 : 1963