

sationsverhältnis und Krümmungsradius ϱ und c) aus Reichweite und Krümmungsradius.

Mit $R = 9,1$ cm, $I_\mu/I_e = 4$ und $\varrho = 9,3$ cm folgt für die Masse aus a) $30\ m_e$, aus b) $44,7\ m_e$ und aus c) $55\ m_e$. Für ein kleineres I_μ/I_e erhält man eine kleinere, für ein größeres R aus a) eine größere, aus c) eine kleinere Masse. Berücksichtigt man bei ϱ die Meß- und Streufehler (zusammen 54% für eine Masse $50\ m_e$), so erhält man als Extremwerte aus c) $28,6\ m_e$ und $150\ m_e$. Letzterer hoher Wert ist jedoch mit der Ionisationsänderung unverträglich, deren Verlauf für verschiedene Massen gegen das Ende ihrer Reichweite leicht berechnet werden kann.

Aus obigen Überlegungen geht wohl sicher hervor, daß es sich bei den untersuchten Partikeln um Teilchen mit einer Masse kleiner als $70\ m_e$ handelt. Die Masse eines von COWAN¹ untersuchten Partikels ($11,4\ m_e$, jedenfalls $< 30\ m_e$) ist von derselben Größenordnung.

(Frl.) J. RÜLING und RUDOLF STEINMAURER

Physikalisches Institut der Universität Innsbruck, den 28. Mai 1949.

Summary

From a series of pictures obtained with a slow cloud chamber at 2300 m above sea level (Hafelekar near Innsbruck) two tracks are discussed. Considering all the possibilities of error, they must be due to particles with masses less than $70\ m_e$.

¹ E. W. COWAN, Science 108, 534 (1948).

On Magnetic Behaviour of Some Carcinogenic Substances

The "electronic theory" of carcinogenesis is gaining more and more evidence, at least as far as aromatic hydrocarbons and related substances are concerned. The existence of a relation between the electronic configuration and carcinogenic activity of organic molecules was suggested by O. SCHMIDT¹ and since then has been confirmed by A. and B. PULLMAN², who however recognized that the quantum mechanical methods adopted by SCHMIDT were insufficient and devised new

methods in order to verify the proposed relation. R. DAUDEL and A. PULLMAN¹ have shown in many carcinogenic hydrocarbons the existence of a highly charged *K region*, situated at the mesophenanthrene bond; and a "K-region hypothesis" was published and developed by A. PULLMAN². The benzene ring according to the resonance theory is supposed to be a *hybrid* of different structures, Kekulé forms as well as Dewar forms; now, summing the charges required for each of these structures, PULLMAN was able to draw a molecular diagram showing the distribution of π electrons (B electrons of O. SCHMIDT). Such calculations were extended to many aromatic hydrocarbons; and of late A. and B. PULLMAN (l. c. 1948) tried to include in their hypothesis other cancerogenic compounds (aminostilbenes, azocompounds). For recent conceptions on the mode of action of cancerogenic hydrocarbons we may refer to the article of G. M. BADGER³.

Now further progress on such line of research may be made by studying some physical properties that are known to be strictly dependent upon electronic structure. An important one of such properties is the behaviour in a magnetic field: the *diamagnetism*, which is a common feature of all bodies, according to LANGEVIN's theory, is related to the electronic orbits in atoms. The researches of A. PACAULT⁴ represent an important development of magnetochemistry on this point: he compared the experimental values of magnetic susceptibility (χ) with the values that can be calculated on the ground of Kekulé bonds as well as of abnormal bonds (Dewar) and came to the conclusion that every experimental value of χ is comprised between the theoretical values.

We give here an account of some researches on the magnetic susceptibility of some aromatic hydrocarbons and of a few other compounds. A further development of such researches will be set forth by one of us, G. MAYR, while E. GALLICO⁵ will give a review of the general magneto chemistry of hydrocarbons.

The measures of χ were made in a inhomogeneous field with a magnetic pendulum of the type WEISS-FOEX, modified by G. MAYR⁶; all measures were related to water $\chi\ (0.72 \cdot 10^{-6})$; control experiments with water, bismuth, mercury were also made. Temp.: 20°–22°. The values of χ mol. were derived according to the classical

¹ R. DAUDEL and A. PULLMAN, C. R. Acad. Sci. 222, 663 (1946).
² A. PULLMAN, Ann. Chimie 2, 1 (1947).
³ G. M. BADGER, Brit. J. Cancer 2, 309 (1948).
⁴ A. PACAULT, C. R. Acad. Sci. 219, 158 (1944).
⁵ E. GALLICO, Tumori (1949), in the press.
⁶ G. MAYR, Rendic. Ist. Lomb. Sci. Lett. 78, 459 (1945).

Magnetic susceptibility (χ)

Substances	$\chi \cdot 10^6$		No. of measures	Biological function
	Calculated values	Found values		
Methylcholanthrene	-0.75	-0.68 ± 0.04	48	Cancerogenic
3,4-Benzpyrene	-0.73	-0.59 ± 0.06	36	Cancerogenic
Acenaphthanthracene	-0.73	-0.73 ± 0.03	48	Non-cancerogenic or Slowly cancerogenic
Acetylaminofluorene	-0.66	-0.63 ± 0.02	48	Cancerogenic
Perylene	-0.68	-0.69 ± 0.03	42	Non-cancerogenic
1,2,5,6-Dibenzofluorene	-0.73	-0.69 ± 0.03	42	Cancerogenic
3,4,5,6-Dibenzphenanthrene	-0.72	-0.73 ± 0.03	48	Non-cancerogenic
o-Aminoazotoluene	-0.64	-0.61 ± 0.02	36	Cancerogenic

formulæ and to the data of W. KLEMM¹. The calculations of χ from the admitted *normal* electronic distribution were also repeated according to PACAULT. The two sets of results, those experimentally found, and those which were calculated on the assumption of a *normal* electronic structure, were compared (s. Table).

Whereas non-carcinogenic compounds (acenaphthanthracene, perhaps endowed with a slight activity; perylene; 3,4,5,6-dibenzphenanthrene) show a fair coincidence of the two values, in the case of carcinogenic substances the experimental value of the susceptibility remains more or less below the calculated one. This difference is most striking for benzpyrene, less for methylcholanthrene, still less for the other substances, which are all carcinogenic, although not so much as the two named above. This behaviour of χ in carcinogenic substances may express the abnormal distribution of electrons, brought about, e.g. by electron-attracting or electron-repelling substituents, with formation of active, highly charged centres in the molecule, very apt to react with cell constituents. The amount of the difference may be related with number of electron couples which fail to give a contribution to the diamagnetism (s. further researches of MAYR) and with the statistical distribution of different structural types in the molecule entering into contact with the living matter.

P. RONDONI, G. MAYR, and E. GALLICO

Laboratory of Experimental Pathology (Centro di Patologia cellulare) and Laboratory of Physics, University of Milan, June 3, 1949.

Riassunto

La «teoria elettronica» di O. SCHMIDT, modificata e corretta dai lavori successivi di A. e B. PULLMAN, di PACAULT, ecc., tende ad ammettere che una particolare concentrazione di elettroni (π elettroni) in certi punti della molecola spieghi la funzione cancerogena di idrocarburi ed altri composti organici. È stata studiata ora la suscettibilità magnetica (χ) di alcune sostanze (diamagnetismo); e si è trovato che mentre 3 idrocarburi non cancerogeni presentano una suscettibilità il cui valore sperimentale coincide assai precisamente con quello calcolato secondo PACAULT in base alla ammissione di una *normale* distribuzione elettronica, le 5 sostanze cancerogene sperimentate presentano valori sperimentali che restano nettamente sotto ai calcolati. Quest'ultimo reperto è interpretato come una deviazione dalla normale distribuzione elettronica, portante al predominio nella molecola di tipi strutturali con addensamenti e rarefazioni anormali della nuvola elettronica e costituzione di centri *attivi*.

¹ W. KLEMM, *Magnetochemie* (Akad. Verlagsgesellschaft Leipzig 1936).

Azione potenzializzante reciproca del 2,4-diclorofenossiacetato sodico, dell'o-isopropil-N-fenilcarbamatato e del 2,4-dinitro-o-cresolato sodico

L'interazione potenzializzante (sinergica) di varie sostanze sull'acido 2,4-diclorofenossiacetico, nonché i sali e gli esteri, è stata precedentemente indagata. Partiti dalla constatazione dell'effetto attivante del bagnante-emulsionante Tween N. 20 su detto acido

(ZIMMERMAN e coll.¹), l'indagine fu estesa quindi ad altri agenti bagnanti, solubilizzanti, emulsionanti, collanti, penetranti, ecc., ma anche a sostanze di diversa natura chimica, quali solfamato ammonico, maleato di diallile, bicarbonato e cloruro di sodio (HITCHCOCK e coll.²), nonché ad acido naftalenacetico (HITCHCOCK e coll.³). La grande aspecificità di dette sostanze attivanti fu confermata da HAMMER e coll.⁴ mediante la miscelazione col lattice di una resina sintetica disperdibile in acqua (Geon 31X).

Poiché la quasi totalità degli studi vertono sulla potenzializzazione dell'acido 2,4-diclorofenossiacetico e derivati, abbiamo creduto interessante, anche agli effetti pratici, indagare preliminarmente l'azione sinergica reciproca del sale sodico dell'acido 2,4-diclorofenossiacetico (2,4-DNa; sale puro sotto forma di campione di laboratorio), dell'o-isopropil-N-fenilcarbamatato (indicato come IFC; campione tecnico di origine americana), e del sale sodico del dinitro-o-cresolo (indicato come DNOCNa; prodotto tecnico di origine svizzera) (2,4-dinitro-6-metilfenolo).

All'uopo si prepararono due serie di soluzioni di ognuno di tali composti, rispettivamente a 1000 p.p.m. e 10 p.p.m., sciogliendo in acqua di fonte il 2,4-DNa e il DNOCNa, e in una soluzione di alcool isopropilico ed acqua (2:5) l'IFC; in ogni caso, alla soluzione si aggiunse un bagnante («Euplinol» Caffaro, butossidifenil-sulfonato sodico all'85 per cento), alla dose dello 0,667 per cento.

I saggi si effettuarono su germinelli di pomodoro (*Lycopersicum esculentum*), razza «San Marzano» e su germinelli di frumento (*Triticum vulgare*), razza «Villa Glori». Queste due specie-teste furono scelte in quanto si riteneva⁵, che l'IFC non fosse attivo sul pomodoro, mentre lo è sul frumento, quando per il frumento e il 2,4-DNa avviene l'opposto. È noto che il DNOCNa è attivo su entrambe le specie, sia pure in diverso grado a pari concentrazione.

Le plantule da seme furono fatte crescere in sabbia bagnata con acqua, in serra, a circa 17–20° C; poi irrorate con soluzione nutritizia di Shive diluita a metà con acqua. Quando avevano raggiunto l'altezza di 12 a 15 cm, le plantule furono delicatamente estratte dalla sabbia in cui erano coltivate, e quindi le foglie con i picciuoli e la parte superiore dei fusticini immerse rapidamente nelle soluzioni ad azione fitotossica, in maniera che le radici e la parte inferiore dei fusti non ne venisse bagnata. Le piantine venivano liberate dall'eccedente delle suddette soluzioni scuotendole bruscamente con un colpo secco della mano, e quindi individualmente trasferite in tubi d'assaggio ripieni della soluzione di Shive non diluita. Le piantine così trattate erano lasciate vegetare all'aperto, in pieno sole.

A misura del potere fitotossico fu preso il numero dei giorni intercorrenti tra quello del trattamento e la morte, considerando come morte le plantule che avevano tutte le foglie e il fusticino avvizziti, e non oltre i dieci giorni dal trattamento; ciò in analogia con quanto avevano fatto HITCHCOCK e ZIMMERMAN⁶. Per ogni prova si impiegarono 5 germinelli della stessa età e di sviluppo eguale; alcune prove, accidentalmente non riuscite, fu-

¹ P. V. ZIMMERMAN e A. E. HITCHCOCK, Contr. Boyce Thompson Inst. 9, 299 (1938).

² A. E. HITCHCOCK e P. V. ZIMMERMAN, ib. 15, 173 (1948).

³ A. E. HITCHCOCK e P. V. ZIMMERMAN, ib. 14, 471 (1947).

⁴ C. L. HAMNER e KIANG CHI-KIEN, Science 107, 572 (1948).

⁵ W. B. ENNIS, Amer. J. Bot. 35, 15 (1948). Bot. Gaz. 109, 473 (1948). — R. W. ALLARD, W. B. ENNIS, H. R. DE ROSE e R. I. WEAVER, Bot. Gaz. 107, 589 (1946).

⁶ A. E. HITCHCOCK e P. V. ZIMMERMAN, ib. 15, 173 (1948).