

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften
zu München.

Jahrgang 1869. Band II.

München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1869.

In Commission bei G. Franz.

Herr Jolly legt eine Abhandlung von Herrn W. v. Bezold über

„Elektrische Staubfiguren als Prüfungsmittel für die Art der Entladung“

vor.

(Vorläufige Mittheilung.)

(Mit einer Tafel.)

In einer vor Kurzem in diesen Berichten¹⁾ veröffentlichten Abhandlung habe ich eine neue Art elektrischer Staubfiguren beschrieben. Sie entstehen, wenn man zwei einseitig belegte isolirende Platten so in den Schliessungsbogen eines Inductionsapparates einschaltet, dass ihre unbelegten Seiten in geringer Entfernung einander gegenüberstehen. Es wurde dabei bemerkt, dass die Figuren einen ganz verschiedenen Charakter annehmen, je nachdem man einen oder mehrere Entladungsschläge durch das System gehen lässt.

Ein genaueres Studium der Erscheinungen zeigte mir jedoch, dass man jene Figuren, welche ich zuerst nur durch eine Reihe von Schlägen erhalten habe, auch mit einemale herstellen kann, wenn man den Entladungsschlag hinreichend verstärkt. Ferner ergaben sich bei successive stärkeren Schlägen so verschiedene Uebergangsfiguren, dass es mir interessant schien, dieselben einem genaueren Studium zu unterwerfen. Zu dem Ende hielt ich es vor Allem für nöthig, zuerst einmal die Lichtenberg'schen Figuren herzustellen und dann zu versuchen, ob sich an diesen vielleicht durch Aenderungen im Schliessungskreise Modificationen hervorrufen liessen, welche den zwischen isolirenden Flächen beobachteten ähnlich wären.

1) Sitzung vom 3 Juli 1869.

Die angestellten Versuche bestätigten diese Vermuthung und führten zu dem Resultate, dass man bisher nur eine Art Lichtenberg'scher Figuren kannte, während sich deren noch mehrere herstellen lassen. Es zeigte sich, dass diese Figuren einen vollkommen verschiedenen Charakter annehmen, je nachdem man es mit einer einfachen oder alternirenden Entladung zu thun hat. Ja es scheint mir sogar, dass diese Figuren ein Kriterium dafür abgeben, mit welcher Phase eine solche alternirende Entladung begonnen hat.

Ehe ich jedoch an die Beschreibung dieser verschiedenen Modificationen schreite, muss ich eines kleinen Umstandes erwähnen, wodurch das Studium dieser Erscheinungen eine wesentliche Erleichterung gefunden hat. Da ich nämlich bemerkte, dass es schwer war, die verschiedenen Figuren durch Zeichnung festzuhalten, so suchte ich nach irgend einem Mittel, um dieselben zu reproduciren, sei es auf dem Wege der Photographie oder durch irgend ein anderes Verfahren. Nach wenigen Versuchen gelang es mir, ein solches von so ausserordentlicher Einfachheit und Eleganz zu entdecken, dass ich mich wohl nicht mit Unrecht der Hoffnung hingebe, es werde sich dasselbe auch noch in andern Zweigen der Physik z. B. bei der Erforschung von Klangfiguren mit Vorthail verwerthen lassen.

Bestreicht man nämlich schwarzes Seidenpapier mit einer Lösung von Kautschuck in Steinkohlentheeröl und wartet man, bis dasselbe zu trocknen anfängt, so braucht man nur dieses Papier mit der befeuchteten Seite sorgfältig auf die bestäubte Platte zu legen, um beinahe sämmtlichen Staub mit dem Papier wieder abheben zu können. Auf dem letzteren hat man alsdann die Figuren nahezu in derselben Reinheit und Schönheit, jedenfalls aber mit allen Eigenthümlichkeiten und Zufälligkeiten wie auf dem Glase, und zwar haftet der Staub so fest, dass man die gewonnen Abdrücke

unbeschadet mit Gummilösung auf einen Carton aufziehen und so aufbewahren kann.

Auf diese Weise wurden die Originale zu den beiliegenden Abbildungen gewonnen. Und zwar findet man mit 1 bis 5 die Figuren bezeichnet, welche ich bereits in der letzten Mittheilung beschrieben habe. Sie wurden sämmtlich erhalten, indem ich die einseitig belegten Glasplatten, zwischen welchen ich die Influenzentladung vor sich gehen liess, nachträglich mit einem Gemisch aus Schwefel und Mennige bestreute.

Die Figuren 2, 4, 5 sind auf jener Platte entstanden, deren Belegung mit dem negativen Pole des Inductoriums verbunden war, es sind demnach positive Figuren, wenn man sich bei den Figuren 4 und 5, die, wie gleich gezeigt werden soll, die Spuren alternirender Entladungen sind, dieses Ausdrucks bedienen darf. Mit 1 und 3 sind dagegen die correspondirenden Figuren der andern Tafel bezeichnet. Die Figuren 1 und 2 erhält man bei Anwendung einer schwachen inducirenden Batterie, oder auch nach Einschaltung einer passend gewählten Funkenstrecke. Bedient man sich stärkerer Ströme, so entstehen die Figuren 3 und 4, bei noch stärkern hingegen oder bei Anwendung einer Reihe von Schlägen, wie man sie erhält, wenn man den Commutator des Ruhmkorff'schen Apparates in gewöhnlicher Weise arbeiten lässt, ergeben sich auf der Tafel der positiven Figuren Zeichnungen, wie sie in Figur 5 dargestellt sind. Die andere Platte ist dicht mit verzogenen Sternen bedeckt. Die Figuren der letzteren Art habe ich in der frühern Mittheilung als Schlussfiguren bezeichnet. Sie zeigen jedoch kleine Verschiedenheiten, je nachdem man das Pulver vor oder nach der Operation auf die Platten bringt. Im ersteren Fall enthalten die Kreise der Figur 5 keinen rothen Kern mehr, sondern sind vollkommen staubfrei; das Bild auf der andern Fläche dagegen besteht aus einer Menge von Flecken, über welchen Sternchen nur schwer erkennbar sind.

Die eigenthümlichen Veränderungen, welche diese Figuren bei grösseren Variationen der Stromintensität erfuhren, und welche beinahe einer Umkehr der Erscheinungen gleichen, veranlassten mich zu untersuchen, ob es denn nicht möglich sei, die gewöhnlichen Lichtenberg'schen Figuren in ähnlicher Weise zu modificiren. Experimente mit dem Inductionsapparate belehrten mich, dass man mit diesem Apparate die gewöhnlichen Lichtenberg'schen Figuren nur selten und nur unter ganz besonderen Umständen erhält, sondern statt dessen im Allgemeinen eigenthümliche Combinationen aus der positiven und negativen Figur, wie man sie in Figur 8 und 9 dargestellt findet.

Vergleicht man diese Figuren mit den dicht darüber stehenden Lichtenberg'schen, so bemerkt man sofort, dass bei Figur 3 die positive Sonne den negativen Fleck in sich schliesst, während in Figur 4 das Innere des negativen Kreises von einer positiven Figur eingenommen wird.

Eine aufmerksame Betrachtung dieser Figuren muss sofort auf den Gedanken führen, dass man hier das einemal, nämlich bei den altbekannten Figuren, die Spuren einer einfachen, das andermal aber jene einer alternirenden oder oscillatorischen Entladung vor sich habe.

Um diese Vermuthung zur Gewissheit zu erheben, musste das Inductorium durch eine geladene Leydner Flasche ersetzt werden. Die Versuche mit einer solchen wurden auf zweierlei Weise angestellt: Einmal habe ich nach Einschaltung einer Funkenstrecke die letztere allmählig verändert, das anderemal hingegen bei constanter Schlagweite verschiedene Widerstände in den Schliessungsbogen eingeführt. Die Flasche, deren äussere Belegung sorgfältig mit der Erde verbunden war, wurde aus dem Inductorium durch schwache Funken geladen, bis sie die hinreichende Electricitätsmenge in sich aufgenommen hatte, um sich durch das Funkenmikrometer auf die Glasplatte, deren Belegung zur Erde

abgeleitet war, zu entladen. Die Entladung auf der Platte ging von der Spitze einer geraden verticalen Stricknadel aus, welche die horizontalliegende Platte berührte. Nach geschehener Entladung wurde sie abgehoben, die Platte bestäubt, die erhaltenen Figuren aber abgedruckt und aufgehoben.

Die Versuche zeigten nun, dass durch Veränderungen im Schliessungsbogen wirklich nach Belieben die Figuren 6 und 7 oder 8 und 9 hergestellt werden konnten. Gleichzeitige Beobachtung des Funkens am Mikrometer unter Berücksichtigung der von Paalzow gegebenen Kriterien machten es sehr wahrscheinlich, dass wirklich die Figuren der 1^{ten} Art der einfachen, jene der 2^{ten} der alternirenden Entladung entsprachen.

Die angestellten Versuche, welche übrigens erst einer schärfern messenden Ausführung harren, sind folgende:

I. Der Schliessungsbogen bestand nur aus den nothwendigsten Stücken, also aus wenigen mittelstarken Kupferdrähten, der obengenannten Stricknadel und dem Funkenmikrometer.

Solange die Funkenstrecke ganz kurz war, nämlich geringer als $0,6^{\text{mm}}$, erhielt man immer nur Figuren wie Figur 6 und 7, überschritt sie jedoch diese Grenze, so zeigten zuerst die positiven Figuren den rothen Mittelpunkt, aber ganz klein, und eng umschlossen von dem Strahlenkranze. Mit zunehmender Schlagweite rückte dieser weiter und weiter hinaus, der rothe Kern wurde grösser und auch in den negativen Figuren erschien zuerst ein kleines gelbes Pünktchen im Centrum,²⁾ dann aber immer deutlicher der positive

2) Bei allen Versuchen zeigte sich, dass die positiven Figuren leichter die neue Form annehmen, als die negativen. Hiebei darf jedoch ein eigenthümlicher Umstand nicht übersehen werden. Solange

Stern, bis endlich bei noch grösseren Schlagweiten, d. h. nach Ueberschreitung von 2^{mm} Funkenstrecke die Figuren wieder in die einfachen Lichtenberg'schen übergehen. Hierbei waren jedoch die Grenzen, an welchen das Umspringen von der einen Art Figuren in die andere stattfand, noch nicht vollkommen scharf bestimmbar, sondern es kamen zuerst die beiderlei Figuren abwechselnd vor, und erst später wurde der Charakter constant. Der Grund dieser Inconstanz ist wahrscheinlich darin zu suchen, dass störende Influenzwirkungen noch nicht vermieden werden konnten, auch die Verbindungsstellen der einzelnen Stücke des Schliessungsbogens zum Theil ziemlich mangelhaft waren. Soviel aber steht fest, dass bei ganz kleinen und bei grossen Schlagweiten immer die gewöhnlichen Lichtenberg'schen, bei den mittleren hingegen die neuen Figuren auftreten. Jedenfalls werden sich bei sorgfältiger Anstellung der Versuche auch diese Grenzen mit Sicherheit ermitteln lassen.

II. Aehnliche Resultate gaben Veränderungen des Widerstandes. Nachdem der unvermeidliche Widerstand noch mehr verringert worden als bei den vorher beschriebenen Versuchen,

man nämlich weit von jener Grenze entfernt ist, an welcher die Figuren ihren Charakter ändern, findet man, dass beim Bestäuben der negativen Figur sich zuerst das Centrum mit Staub bedeckt und erst allmählig der Fleck zu seiner endlichen Grösse anwächst. Nähert man sich hingegen der Grenze, so wird der Staub zuerst an der Peripherie angehäuft, und erst später auch die Mitte bedeckt. Es machen sich demnach Spuren des Alternirens bei der Bildung der Figur bereits bemerkbar, wenn sie auch an der fertigen Figur noch nicht erkannt werden können. Ueberhaupt zeigen die negativen Figuren mannfaltige Modificationen, welche ich noch nicht hinlänglich genau erforscht habe, um sie alle einzeln hier zu erwähnen. So kann z. B. der einschliessende rothe Rand so schwach und schmal werden, dass man statt der Figur 8 eine positive jedoch scharf kreisförmig begrenzte Figur vor sich zu haben glaubt. Figur 10 ist eine solche.

erhielt man auch bei 1^{mm} Schlagweite immer nur die gewöhnlichen Lichtenberg'schen Figuren. Wurde aber eine Wassersäule (Brunnenwasser) von 5^{mm} Länge und 5,46 Quadratmillimeter Querschnitt eingeschaltet, so traten zuerst an den positiven Figuren die rothen Kernflecke auf, bei einem Wasserwiderstand von 15^{mm} nahmen auch die negativen Flecken die andere Form an, verloren jedoch bereits bei 20^{mm} Wasserwiderstand diesen Charakter wieder, während nach Einschaltung einer Wassersäule von 25^{mm} auch die positiven Figuren wieder in die gewöhnlichen Lichtenberg'schen übergingen.

Nach diesen Thatsachen kann es kaum mehr einem Zweifel unterliegen, dass die Verschiedenheit der erwähnten Figuren ihren Grund in einer Verschiedenartigkeit der Entladung habe, und dass die alten Lichtenberg'schen bei einfacher, die neuen hingegen bei oscillatorischer Entladung auftreten. Eine aufmerksame Beobachtung des zwischen den Kugeln des Funkenmikrometers überspringenden Funkens unterstützt diese Ansicht. Es ist fast jedesmal möglich (so oft nämlich der Funke einen bestimmten unzweideutigen Charakter hat) aus der Beschaffenheit dieses Funkens jene der entstehenden Figur vorherzusagen.

Um aber noch einen weiteren Beweis dafür zu gewinnen, dass die zusammengesetzten Figuren wirklich entgegengesetzt gerichteten Entladungen ihren Ursprung verdanken, lud ich nach einander die Flasche mit entgegengesetzter Elektrizität, richtete den Schliessungsbogen so ein, dass einfache Entladungen zu erwarten waren, und liess nun die Einzelentladungen nacheinander auf derselben Stelle vor sich gehen. Durch richtige Wahl der Stärke dieser Einzelentladungen konnte ich Figuren erzielen, welche den mit 8 und 9 bezeichneten sehr ähnlich waren. Durch eine Reihe entgegengesetzt gerichteter Entladungen wurden manchmal sehr schöne Figuren erzielt, welche zum Theil den verschiedenartigen Modificationen, die man bei alternirenden Entladungen

beobachtet, und die hier nicht alle erwähnt werden konnten, entsprachen.

Alles zusammengefasst, erscheint es sehr wahrscheinlich, dass man in Staubfiguren ein einfaches Mittel besitzt, um einfache Entladungen von alternirenden zu unterscheiden, und dass sowohl zwischen einer metallischen Elektrode und einer isolirenden Platte, als auch zwischen zwei isolirenden Flächen beide Arten von Entladung statt finden können.

Die Lösung der Frage, inwieferne durch Einschaltung einer solchen Platte die Entladung selbst verändert wird, sowie eine genaue messende Bearbeitung der Erscheinungen und der vielen Einzelheiten, welche für das Gelingen der Experimente von Bedeutung sind, muss späterern Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Historische Classe.

Sitzung vom 6. November 1869.

Herr Graf v. Hundt hielt einen Vortrag

„Ueber die neue Ausgabe der Tabula Peutingeriana von Desjardins — beziehungsweise den Süddeutschland umfassenden Theil.“

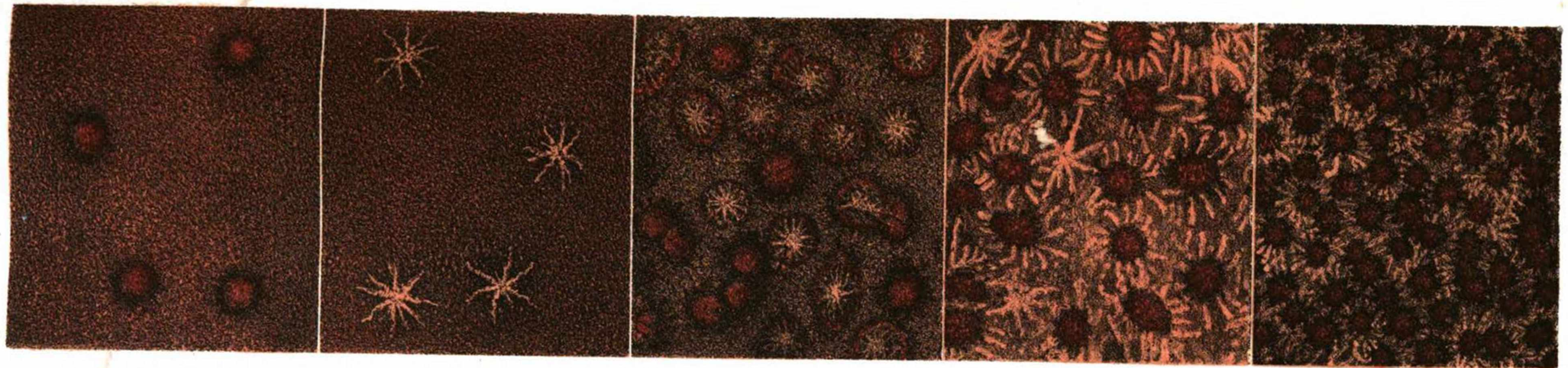


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

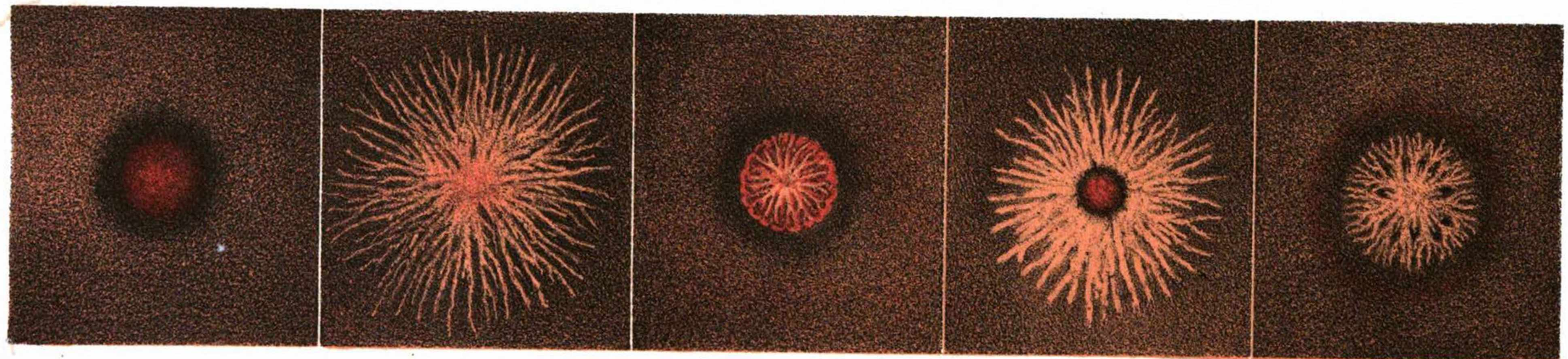


Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.