

## PROCEEDINGS OF UNIVERSITY SOCIETIES.

Abstracts of the More Important Papers Read at Recent Meetings.

### Scientific Association.

#### January Meeting.

On the Double Submaximal Stimulation of Muscle and Nerve, by H. SEWALL.

This paper embodied a discussion of the nature of "tetanus," as dependent upon a summation of excitations or of contractions. The polarizing effects of very weak induced currents upon the nerves were also considered.

Some Arithmetical Theorems Derived from a Question in Probability, by FABIAN FRANKLIN.

From a consideration of the probability that an event, which has occurred in all the trials (say  $n$  trials) of a given kind that have been made, will occur in each of the next  $r$  trials of the same kind, we obtain the well known theorem  $\sum_0^r \binom{n+x}{n} = \binom{n+r+1}{n+1}$ . If in the  $n$  trials the event has occurred  $\lambda$  times and failed  $n-\lambda$  times, then by considering the probability that in the next  $r$  trials it will occur  $\mu$  times and fail  $r-\mu$  times, we obtain the theorem, which perhaps is new, that  $\sum_0^r \binom{\lambda+x}{\lambda} \binom{n-\lambda+r-x}{n-\lambda} = \binom{n+r+1}{n+1}$ ; it is to be observed that the value of the sum is independent of  $\lambda$ . From this equation a theorem relating to the determinants of binomial coefficients immediately follows.

#### February meeting.

A New Computation of the Compression of the Earth, from Pendulum Experiments, by C. S. PEIRCE.

The principles adopted were as follows: 1. Only experiments with the Kater invariable pendulum were used. 2. These were newly reduced, using the temperature and pressure coefficients determined by the India survey. 3. The continents were considered to be formed by upheaval, so that the usual reduction for continental attraction disappeared. In estimating the small residual effect, it was assumed that the thickness of the crust upheaved is  $\frac{1}{2}$  of the diameter of the arch which gives  $\frac{1}{2}$  of the usual correction. 4. The entire attraction of the ocean has been allowed for. It was shown that the adoption of these principles in the computation greatly reduces the station errors. The resulting compression is

$$293.0 \pm 0.5'$$

Some new Experiments on the Oxidation of Sulphaminemetatoluic Acid, by R. D. COALE.

If sulphaminemetatoluic acid be oxidized by potassium permanganate in neutral solution, it has been found that the sulphamine group is transformed into the sulpho group, and the product is sulphoisophthalic acid. If, however, this oxidation be carried on in alkaline solution, the product belongs to a class of anhydro bodies which have been called sulphinides, and is anhydro-sulphamine-iso-phthalic acid or sulph-inido-iso-phthalic acid. This point is disputed by Jacobsen, and experiments are in progress to definitely settle the matter.

A Spectroscopic Note, by C. S. HASTINGS.

This paper, with one read at a previous meeting, described a method by which the spectrum of sodium vapor in a Bunsen lamp might appear, in a powerful spectroscope, either as the well known double bright line; as four bright lines and two dark ones; as six bright lines and four dark; or, finally, as eight bright lines and six dark. All but the last named phenomenon had been observed by Young and others. Certain peculiarities occasionally observed in the spectrum of the sun are readily explained in the same manner.

#### March meeting.

The Cause of Serial Homology and Bilateral Symmetry, by W. K. BROOKS.

Owing to the length of this paper, only part of it was read. In this portion the writer attempts to show that the explanation which attributes phenomena of this kind to inheritance from a community of independent individuals which have become specialized into a compound organism, is not supported by the facts of embryology, and that even if it were, this would not account for the phenomena, since they exhibit evidence that the bond between serially homologous structures is persistent.

The phenomena in question cannot, at present, be explained by natural selection, and the view that they are due to the direct action of the conditions of life, or to polarity, is also inadequate; and at present we have no explanation of them.

They are so similar to the phenomena of ordinary or special homology, that, so long as they are unexplained, we cannot give unqualified acceptance to the explanation of special homologies, which attributes them to descent with modification.

A New Determination of the Mechanical Equivalent of Heat, by L. B. FLETCHER.

This determination was made by measuring the heat developed by a current of measured strength flowing for a measured time through a wire of measured resistance.

The result is  $J = 42,200,600 \left(\frac{\text{centimeter}}{\text{second}}\right)^2$  gram at 25.° 8 C, on the assumption that 1 Ohm = 1  $\frac{\text{earth quadrant}}{\text{second}}$ .

The mean of Joule's and Rowland's direct measurements gives  $J = 41,700,000 \left(\frac{\text{centimeter}}{\text{second}}\right)^2$  gram at 25.° 8 C. The difference between these two values is about 12 parts in 1,000.

The inference is that the Ohm = .988  $\frac{\text{earth quadrant}}{\text{second}}$  which agrees fairly with the direct measurements of the Ohm by Rowland and Lorenz.

The Structure of the Gills of Yoldia and Nucula, by K. MITSUKURI.

In the ordinary lamellibranchs the gills are extremely complicated structures, which not only perform a respiratory function but also gather food from the water, convey it to the mouth, effect the fertilization of the eggs, and, in some forms, also serve as nursing chambers for the young.

In Nucula and Yoldia the gills are quite simple in structure, and have only a respiratory function. A careful study of their structure indicates that we have in them the primitive form of lamellibranch gill, which has, in most forms, become specialized into the ordinary complex gill.

In these two genera they are much like the gills of gastropods and cephalopods, and their structure lends support to the view that these forms rather than the lamellibranchs are nearest to the primitive molluscs and that the gills of ordinary lamellibranchs have gradually assumed nutritive and reproductive functions, as these animals have become adapted to a sedentary life.

### Philological Association.

#### January Meeting.

Final Sentences in the New Testament, by J. M. CROSS.

The unsatisfactory treatment of final sentences in the New Testament is the result of a theory that the particles are used indiscriminately without reference to their classical connection or signification, because of ignorance of Greek on the part of the writers. This theory is based, to a

P 215

# VERHANDLUNGEN

DER VOM 13. BIS 16. SEPTEMBER 1880 ZU MÜNCHEN ABGEHALTENEN

SECHSTEN ALLGEMEINEN CONFERENZ

## DER EUROPÄISCHEN GRADMESSUNG

redigirt von den Schriftführern

**C. BRUHNS. A. HIRSCH.**

ZUGLEICH MIT DEM GENERALBERICHT FÜR DAS JAHR 1880.

herausgegeben vom

CENTRALBUREAU DER EUROPÄISCHEN GRADMESSUNG.

MIT DREI LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

### COMPTES-RENDUS

DES SÉANCES DE LA

## SIXIÈME CONFÉRENCE GÉODÉSIQUE INTERNATIONALE

POUR LA MESURE DES DEGRÉS EN EUROPE

RÉUNIE À MUNICH DU 13 AU 16 SEPTEMBRE 1880

rédigés par les secrétaires

**C. BRUHNS. A. HIRSCH.**

Publiés pour servir de rapport général pour l'année 1880

par

LE BUREAU CENTRAL DE L'ASSOCIATION GÉODÉSIQUE INTERNATIONALE.

AVEC TROIS PLANCHES.

BERLIN, 1881.

VERLAG VON GEORG REIMER.

DRUCK VON P. STANKIEWICZ' BUCHDRUCKEREI, BEUTH-STR. 5.

er heute gesprochen habe, experimentell zu versuchen und zu studiren. Erst dann würden dieselben für die Wissenschaft die Früchte tragen können, die ihr Erfinder von ihnen erwartet. Die von Herrn *Cellérier* gegebene Lösung erscheine ihm als die einfachste und bequemste zur Beseitigung der einzigen Schwierigkeit, welche sich bei Benutzung des Reversionspendels herausgestellt habe, und nach deren Ueberwindung dieses Instrument auch für die relativen Schwerebestimmungen das beste sein dürfte; er zweifle nicht, dass die Schweizerische Commission ohne Verzug den vorgeschlagenen Pendelapparat ausführen und versuchen werde.

Herr *Faye* hält trotz aller gegen sein Doppelpendel gemachten Bedenken seinen Vorschlag über die Anwendung des Doppelpendels aufrecht und behauptet, dass der von Herrn *Cellérier* aufgestellte Satz, wonach der Einfluss des Mitschwingens der Stative dem Gewichte proportional sei, noch einigem Zweifel unterliegen könne. Aus den Studien über das Reversionspendel habe er gesehen, dass die Genauigkeit der Beobachtung in den beiden Lagen desselben, je nachdem das schwerere Gewicht oben oder unten ist, verschieden sei, und er empfiehlt daher, auf die von Bessel angewandte erste Methode der Bestimmung der absoluten Pendellänge zurückzukommen. In Bezug auf das Reversionspendel habe er noch folgenden Brief des Herrn *Peirce* mitzutheilen:

Cambridge, le 23 Juillet 1880.

Cher Monsieur!

Je reçois de la santé de mon père des nouvelles tristes qui m'obligent à repartir immédiatement pour l'Amérique. Il m'est donc impossible d'assister à la conférence de Munich. Voulez-vous me permettre de vous prier de lire pour moi la note suivante à la séance de l'association et de la remettre aux secrétaires pour la faire insérer dans les Comptes-rendus.

Le bureau central a demandé qu'on lui communiquât ce que l'on pensait au sujet du meilleur appareil pour l'établissement du pendule. Pendant quelque temps mon opinion a été que pour déterminer la pesanteur absolue, le mieux était des pendules longs et courts oscillant dans le vide, et ce m'a été une grande satisfaction d'apprendre que vos recherches vous avaient conduit au même résultat. Mais pour déterminer la pesanteur relative je préfère un pendule invariable. La raison en est bien simple: c'est qu'avec ce procédé on n'a besoin de déterminer qu'une seule quantité au lieu de deux; je pourrais même dire trois. En effet, avec les pendules longs et courts, comme avec le pendule à reversion, il faut déterminer deux périodes d'oscillation et une longueur. Or, l'expérience m'a appris que c'est la mesure de la longueur qui dans les stations de campagne est souvent la partie la plus difficile de l'opération, à cause de la difficulté qu'on éprouve à avoir à la fois une température constante et un éclairage suffisant. Les objections contre l'emploi du pendule invariable sont je crois les suivantes:

- 1°. Il exige une étude des influences atmosphériques,
- 2°. La comparaison des pendules invariables et la vérification de leur invariabilité sont difficiles.

Mais tout moyen d'éviter l'étude des influences atmosphériques implique des combinaisons des quantités observées multipliant les erreurs. Je crois donc que l'étude des influences atmosphériques vaut bien la peine qu'on y donne. L'expérience m'a également montré qu'il n'y avait pas le moindre inconvénient à employer la chambre pneumatique dans les stations de campagne. Si même l'appareil fonctionne mal dans quelque station les coefficients des influences atmosphériques auront déjà été donnés par les expériences faites à d'autres stations. Je donnerais au pendule une forme cylindrique régulière de façon à pouvoir calculer aisément les effets de la pression et de la viscosité de l'atmosphère.

Ce n'est pas, que je sache, un trait particulier aux pendules invariables, qu'il soit nécessaire de les comparer entre eux; car les résultats obtenus au moyen des instruments différents employés pour obtenir la pesanteur absolue doivent aussi être comparés entre eux, et comme chacun sait, ils présentent par fois des écarts considérables. Le danger d'accidents pouvant modifier les pendules invariables est une difficulté sérieuse. Mais j'y obvie en faisant mon pendule à la fois invariable et à réversion. Toute altération du pendule serait immédiatement révélée par le changement dans la différence des deux périodes d'oscillation dans les deux positions. Une fois découverte, il en serait tenu compte au moyen de nouvelles mesures de la distance entre les soutiens. Il faudrait peut-être prendre ces mesures à toutes les dix stations. En résumé, il me semble que si le pendule à réversion n'est peut-être pas le meilleur instrument pour déterminer la pesanteur absolue, c'est, à la condition au moins qu'il soit réellement invariable, le meilleur pour déterminer la pesanteur relative. Je voudrais qu'il fût formé d'un tube de laiton tiré de 0.03 de diamètre avec des bouchons lourds de laiton également tiré. Le cylindre serait terminé par deux hémisphères, les couteaux seraient attachés à des bagues fixes près des extrémités du cylindre. Le centre de gravité doit être cinq fois plus éloigné d'un couteau que de l'autre.

J'offrirai quelques remarques sur les détails spéciaux touchant la construction d'un appareil de pendule.

M. *Villarceau* et moi, nous avons séparément conseillé de faire tourner le pendule sur des cylindres de 0.005 de diamètre. J'ai eu quelques cylindres de ce genre merveilleusement construits, mais qui m'ont entièrement déçu. Le pendule suspendu de cette façon s'arrête très-promptement et le cylindre perd vite son poli au point de contact. Mes expériences m'ont fait rejeter absolument cette idée si séduisante à première vue.

Je persiste à croire que le couteau doit faire partie intégrante des supports et que les plans doivent faire partie du pendule.

Tous les modes que j'ai essayés d'observer la période d'oscillation laissent quelque chose à désirer. J'ai fait un grand nombre d'expériences sur différentes manières d'observer les coïncidences, et les résultats ont été dans tous les cas défavorables. On ne peut en effet observer avec précision une coïncidence qu'à l'aide de dispositions plus ou moins compliquées qui exigent la construction de nouveaux piliers. L'éclairage

momentané du pendule par l'étincelle électrique à chaque battement du chronomètre ou de l'horloge est rarement commode. La principale objection à l'enregistrement chronographique des passages observés est que la lecture des signaux exige un travail considérable. L'instrument automatique construit pour moi par M. *Breguet* m'a donné d'excellents résultats, et je l'emploierais d'ordinaire si j'avais un bon chronoscope de Hipp.

Si j'avais pu aller à Munich, j'aurais demandé à donner lecture à l'association d'un mémoire sur la flexion des supports.

Ce mémoire rend compte de nombreuses sortes d'expériences sur la flexion statique et dynamique de divers supports et sur les périodes d'oscillation des pendules y attachés. J'examine les moyens propres à mesurer la flexion et je montre la supériorité de la méthode optique. Je démontre que la différence entre la flexion statique et la flexion dynamique est insignifiante quand les supports ont été judicieusement établis, et que la flexion statique représente aussi bien que la flexion dynamique l'effet produit sur la durée de l'oscillation; que c'est une erreur de croire que la flexion soit sensiblement modifiée par la suspension d'un poids médiocre ou considérable. Je décris les curieux effets qu'on obtient en serrant ou en relâchant les écrous qui relient les pièces du trépied *Repsold* et comment le relâchement peut, dans certaines circonstances, diminuer l'effet de la flexion. Il y a un rapport entre ce fait et celui que j'avais établi dans ma première communication, à savoir que la flexion n'est pas rectiligne, de sorte qu'elle diffère sensiblement pour des parties de la tête des supports éloignées d'un petit nombre de millimètres. Les déterminations obtenues sans qu'on eût tenu compte de cette circonstance, doivent être répétées.

Il sera difficile de se procurer en campagne un support sur lequel le fléchissement ne produise pas d'effet sensible. Il serait certainement imprudent d'admettre que sur un certain support cet effet est nul, sans avoir essayé d'en obtenir quelque preuve expérimentale. Un pendule renversé de *Hardy* suffira peut-être pour cela, mais il me paraît plus sûr de mesurer la flexion.

Je travaille depuis longtemps à une recherche sur l'importance relative des différentes sources d'erreur dans les expériences de pendule.

Veuillez, je vous prie, Monsieur, être l'interprète auprès de l'association de ma gratitude pour le concours aimable et empressé que j'ai rencontré chez tous ses membres et agréer vous-même l'assurance de mon profond respect.

A Monsieur *Faye*,  
Membre de l'Institut  
etc. etc. etc.

C. S. *Peirce*,  
Assistant U. S.  
Coast & Geod. Survey.

réversion; ces difficultés vaincues, le pendule à réversion sera probablement aussi le meilleur moyen pour la détermination de la pesanteur relative; il ne doute pas que la Commission suisse ne soit disposée à faire exécuter et à essayer un pendule auxiliaire de poids différent, tel que M. Cellérier le propose.

M. Faye, malgré tout ce qui a été opposé à sa proposition d'un double pendule, maintient cette proposition, car il envisage que l'opinion émise par M. Cellérier, d'après laquelle l'influence des oscillations du trépied est proportionnelle au poids du pendule, peut encore soulever certains doutes. Il a remarqué, par les études faites avec le pendule à réversion, que l'exactitude des observations varie, dans les deux positions, selon que le poids pesant se trouve en bas ou en haut; en conséquence il recommande d'en revenir à la première méthode de Bessel pour la mesure absolue de la pesanteur.

Relativement à la question du pendule à réversion, il donne encore communication de la lettre suivante de M. Peirce.

Cambridge, le 23 Juillet 1880.

Cher Monsieur,

Je reçois de la santé de mon père des nouvelles tristes qui m'obligent à repartir immédiatement pour l'Amérique. Il m'est donc impossible d'assister à la conférence de Munich. Voulez-vous me permettre de vous prier de lire pour moi la note suivante à la séance de l'association et de la remettre aux secrétaires pour la faire insérer dans les Comptes-rendus.

Le bureau central a demandé qu'on lui communiquât ce que l'on pensait au sujet du meilleur appareil pour l'établissement du pendule. Pendant quelque temps mon opinion a été que pour déterminer la pesanteur absolue, le mieux était des pendules longs et courts oscillant dans le vide, et ce m'a été une grande satisfaction d'apprendre que vos recherches vous avaient conduit au même résultat. Mais pour déterminer la pesanteur relative je préfère un pendule invariable. La raison en est bien simple: c'est qu'avec ce procédé on n'a besoin de déterminer qu'une seule quantité au lieu de deux; je pourrais même dire trois. En effet, avec les pendules longs et courts, comme avec le pendule à réversion, il faut déterminer deux périodes d'oscillation et une longueur. Or, l'expérience m'a appris que c'est la mesure de la longueur qui dans les stations de campagne est souvent la partie la plus difficile de l'opération, à cause de la difficulté qu'on éprouve à avoir à la fois une température constante et un éclairage suffisant. Les objections contre l'emploi du pendule invariable sont, je crois, les suivantes:

- 1° Il exige une étude des influences atmosphériques;
- 2° La comparaison des pendules invariables et la vérification de leur invariabilité sont difficiles.

Mais tout moyen d'éviter l'étude des influences atmosphériques implique des combinaisons de quantités observées multipliant les erreurs. Je crois donc que l'étude

des influences atmosphériques vaut bien la peine qu'on y donne. L'expérience m'a également montré qu'il n'y avait pas le moindre inconvénient à employer la chambre pneumatique dans les stations de campagne. Si même l'appareil fonctionne mal dans quelque station, les coefficients des influences atmosphériques auront déjà été donnés par les expériences faites à d'autres stations. Je donnerais au pendule une forme cylindrique régulière de façon à pouvoir calculer aisément les effets de la pression et de la viscosité de l'atmosphère.

Ce n'est pas, que je sache, un trait particulier aux pendules invariables, qu'il soit nécessaire de les comparer entre eux; car les résultats obtenus au moyen des instruments différents employés pour obtenir la pesanteur absolue doivent aussi être comparés entre eux, et comme chacun sait, ils présentent parfois des écarts considérables. Le danger d'accidents pouvant modifier les pendules invariables est une difficulté sérieuse. Mais j'y obvie en faisant mon pendule à la fois invariable et à réversion. Toute altération du pendule serait immédiatement révélée par le changement dans la différence des deux périodes d'oscillation dans les deux positions. Une fois découverte, il en serait tenu compte au moyen de nouvelles mesures de la distance entre les soutiens. Il faudrait peut-être prendre ces mesures à toutes les dix stations. En résumé, il me semble que si le pendule à réversion n'est peut-être pas le meilleur instrument pour déterminer la pesanteur absolue, c'est, à la condition au moins qu'il soit réellement invariable, le meilleur pour déterminer la pesanteur relative. Je voudrais qu'il fût formé d'un tube de laiton tiré de 0<sup>m</sup>03 de diamètre avec des bouchons lourds de laiton également tiré. Le cylindre serait terminé par deux hémisphères, les couteaux seraient attachés à des bagues fixées près des extrémités du cylindre. Le centre de gravité doit être cinq fois plus éloigné d'un couteau que de l'autre.

J'offrirai quelques remarques sur les détails spéciaux touchant la construction d'un appareil de pendule.

M. Villarceau et moi, nous avons séparément conseillé de faire tourner le pendule sur des cylindres de 0<sup>m</sup>005 de diamètre. J'ai eu quelques cylindres de ce genre merveilleusement construits, mais qui m'ont entièrement désappointé. Le pendule suspendu de cette façon s'arrête très-prompement et le cylindre perd vite son poli au point de contact. Mes expériences m'ont fait rejeter absolument cette idée si séduisante à première vue.

Je persiste à croire que le couteau doit faire partie intégrante des supports et que les plans doivent faire partie du pendule.

Tous les modes que j'ai essayés d'observer la période d'oscillation laissent quelque chose à désirer. J'ai fait un grand nombre d'expériences sur différentes manières d'observer les coïncidences, et les résultats ont été, dans tous les cas, défavorables. On ne peut en effet observer avec précision une coïncidence qu'à l'aide de dispositions plus ou moins compliquées qui exigent la construction de nouveaux piliers. L'éclairage momentané du pendule par l'étincelle électrique à chaque battement du chronomètre ou

de l'horloge est rarement commode. La principale objection à l'enregistrement chronographique des passages observés est que la lecture des signaux exige un travail considérable. L'instrument automatique construit pour moi par M. Breguet m'a donné d'excellents résultats, et je l'emploierais d'ordinaire si j'avais un bon chronoscope de Hipp.

Si j'avais pu aller à Munich, j'aurais demandé à donner lecture à l'association d'un mémoire sur la flexion des supports.

Ce mémoire rend compte de nombreuses sortes d'expériences sur la flexion statique et dynamique de divers supports et sur les périodes d'oscillation des pendules y attachés. J'examine les moyens propres à mesurer la flexion et je montre la supériorité de la méthode optique. Je démontre que la différence entre la flexion statique et la flexion dynamique est insignifiante quand les supports ont été judicieusement établis, et que la flexion statique représente aussi bien que la flexion dynamique l'effet produit sur la durée de l'oscillation; que c'est une erreur de croire que la flexion soit sensiblement modifiée par la suspension d'un poids médiocre ou considérable. Je décris les curieux effets qu'on obtient en serrant ou en relâchant les écrous qui relient les pièces du trépied Repsold et comment le relâchement peut, dans certaines circonstances, diminuer l'effet de la flexion. Il y a un rapport entre ce fait et celui que j'avais établi dans ma première communication, à savoir que la flexion n'est pas rectiligne, de sorte qu'elle diffère sensiblement pour des parties de la tête des supports éloignées d'un petit nombre de millimètres. Les déterminations obtenues sans qu'on eût tenu compte de cette circonstance, doivent être répétées.

Il sera difficile de se procurer en campagne un support sur lequel le fléchissement ne produise pas d'effet sensible. Il serait certainement imprudent d'admettre que sur un certain support cet effet est nul, sans avoir essayé d'en obtenir quelque preuve expérimentale. Un pendule renversé de Hardy suffira peut-être pour cela, mais il me paraît plus sûr de mesurer la flexion.

Je travaille depuis longtemps à une recherche sur l'importance relative des différentes sources d'erreur dans les expériences de pendule.

Veillez, je vous prie, Monsieur, être l'interprète auprès de l'association de ma gratitude pour le concours aimable et empressé que j'ai rencontré chez tous ses membres et agréez vous-même l'assurance de mon profond respect.

A Monsieur Faye,  
Membre de l'Institut  
etc. etc. etc.

C. S. Peirce,  
Assistant U. S.  
Coast & Geod. Survey.

P

216