

The Action of an Electrostatic Potential on the Electron Mass*

V.F. MIKHAILOV

480082 Almaty, 82, Sadovaya 8, Rep. Kazakhstan

ABSTRACT. An experiment herewith described proves that the electron's mass is changed when it is placed anywhere inside a charged spherical shell at Coulomb potential U .

1. Introduction

The idea for this experiment has been prompted by Assis' theoretical investigations of the electro-gravitational unifications (Assis 1993, 1995). He states that the inertial mass of a charged particle is changed if it is placed inside a uniformly charged spherical shell, and the value of this change is proportional to the electrostatic potential of the shell. So a particle of charge q and mass m placed anywhere inside the shell at Coulomb potential U (zero at infinity), has an effective mass

$$m = m_0 - m_w \tag{1}$$

where (for this geometry)

$$m_w = qU/3c^2 \tag{2}$$

is Weber's mass (Assis, 1993). So if q and U have same (opposite) signs there is a decrease (increase) of the particle's effective mass.

* NDLR : Les difficultés de correspondance avec Almaty font que nous nous sommes résolus à reproduire telles quelles à la fin de cet article les remarques formulées par G. Mourier et O. Costa de Beauregard ainsi qu'une réponse partielle de V.F. Mikhailov, le reste ne nous étant pas parvenu.

Obviously the electron is the best suited object for testing this assertion, because it is the lightest charged particle; so the effect may be observed for small values of U . From (1) and (2) we get

$$m_w/m_0 = eU/3m_0c^2 \quad (3)$$

– e denoting the electron charge. Let $eU = 3 \text{ keV}$ ($U = 3 \text{ kV}$) and $m_0c^2 = 511 \text{ keV}$; then : $m_w/m_0 = 2.10^{-3}$; this value is accessible to experimentation.

2. Experiment

We measure the oscillation frequency of a neon glow lamp RC-oscillator placed inside the sphere. This frequency, other conditions being equal, depends on the electric current in the glow discharge which (together with the differential resistance of the lamp) depends on the mass of the charge carriers. Thus the change of the electron mass causes a change of the oscillation frequency.

Investigation of the generator circuit, Fig.1, results in a simple correlation between the period of the oscillations, T , and the differential resistance, R_i . As a first approximation $T = \xi R_i$. On the other hand, $R_i = \zeta m$ (other conditions being equal). Then $T = \xi\zeta m$ and $T_0 = \xi\zeta m_0$ (ξ and ζ denoting some constants). Thus,

$$\Delta T = \xi\zeta \Delta m = \xi\zeta m_w \quad (4)$$

whence

$$\Delta T/T_0 = m_w/m_0 \quad (5)$$

Every flash of the lamp results in positive voltage pulses on the resistors R_2 and R_3 . These, following at a repetitive rate the generator's frequency, are drive pulses for the timer. The timer measures the time, t , of the pulse group passage; its accuracy rating is 10^{-4} sec.

The pulse group length (number N of pulses in the group) is given beforehand by the timer program. Therefore, $t = NT$ and, from (5)

$$\Delta t/t_0 = m_w/m_0 \quad (6)$$

with

$$\Delta t = t_U - t_0 \quad (7)$$

t_0 is the pulse group length when $U = 0$ and t_U corresponds to $U \neq 0$. In our case the mean value of t_0 is $\langle t_0 \rangle = (72494 \pm 10)10^{-4}$ sec (the period

is $T_0 = 7.2494 \times 10^{-3}$ sec ($N = 1000$), and the oscillator frequency $f_0 = 137.94Hz$.

The procedure of the measurement and the experimental error determination are standard.

Series of measurements are exhibited in Fig. 2 as plot of Δt against U . Δt as a function of U comes out as a straight line. A change of the potential's sign results in a change of the sign of an increment in time, which is in accord with Assis' theoretical inference (Assis, 1993).

Substituting the numerical value : $\Delta t = 224 \pm 24$ (Fig.2 for $U = +3000$ V) and $t_0 = 72494 \pm 10$ into (6) results in

$$m_w/m_0 = (3.0 \pm 0.3)10^{-3} \quad (8)$$

The comparison of eqs. (3) and (8) confirms Assis' prediction up to a factor 3/2. The divergence between the theoretical expectation and the experimental data may be due to a non-ideal geometry of the experimental installation and the insufficient correctness of the approximation made (eq.4).

3. Conclusion

- i. The electrostatic contribution to an electron's mass has been observed.
- ii. The magnitude and sign of the effect coincide with those predicted by Assis' theory.

References

- [1] Assis A.K.T., 1993, Journal of the Physical Society of Japan, **62**, No 5, pp. 1418-1422.
- [2] Assis A.K.T., 1995, In *Advanced Electromagnetism*, (eds. T.W. Barrett, D.M. Grimes), World Scientific, Singapore, pp. 314-331.

(Manuscrit reçu le 23 février 1999)

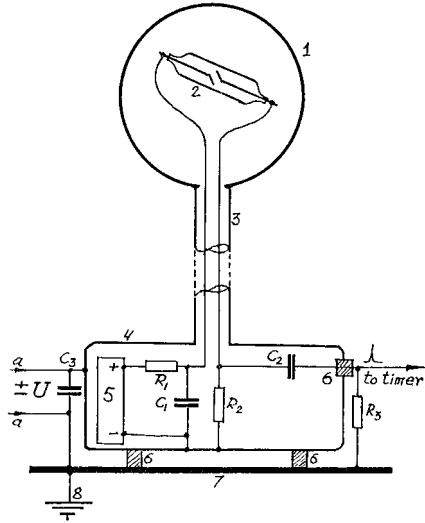


Figure 1 Scheme of the experiment for observation of the electrostatic potential action on the electron mass. 1 is the spherical shell (glass sphere having In-Ga plating, of radius 5 cm); 2 is the neon-glow lamp; 3 is the metal pipe; 4 is the electrostatic screen (sheet copper); 5 is the stabilized power supply, $E=105\text{v}$; 6 is the ceramic insulators; 7 is the metal plate; 8 is the system earthing.

$$[R_1 = 1.8\text{M}\Omega; R_2 = R_3 = 43\text{K}\Omega; C_1 = 0.0051\mu\text{F}; C_2 = 2200\text{pF}; C_3 = 1\mu\text{F}].$$

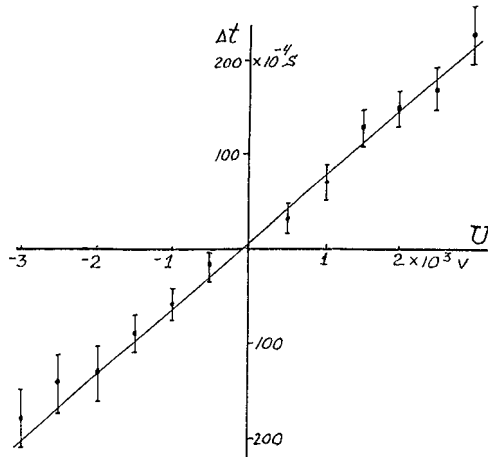


Figure 2 Plot of Δt as a function of U . Points are the experimental ones.

Annexe : discussion avec les référés

1. Remarques de Georges Mourier

I. Le dispositif expérimental n'est pas décrit avec assez de précision. Le paragraphe entre les équations 5 et 6 est obscur.

Le dépôt de InGa assure-t-il que l'enveloppe sphérique est équipotentielle, et pourquoi ne pas prendre une enveloppe conductrice ?

Le mécanisme de l'oscillation devrait être sommairement décrit, étant donné que l'article ne s'adresse pas à des spécialistes de l'électronique. On aimerait, bien que cela ne soit pas en principe nécessaire, voir expliciter ξ et ζ .

Quelles sont les tensions aux bornes de R_2 et R_3 et comment varient-elles dans le temps?

La précision de l'accord est insuffisante pour convaincre. D'après les données précédant l'équation (8), supposées vérifier l'équation (6), on obtient :

$$\Delta t/t_0 = 3,09 \cdot 10^{-3} \text{ alors que } m_w/m_0 = 1,96 \cdot 10^{-3}.$$

Il est étrange que cet effet n'ait jamais été observé. Il est vrai que les dispositifs électroniques qui sont contenus dans une enceinte métallique fonctionnent généralement avec cette enceinte à la masse, alors que les tubes à grille, qui n'ont pas d'enceinte équipotentielle, ne permettent pas une mesure précise de la masse électronique. On prévoit actuellement certaines expériences sur des Gyrotrons dont l'enceinte sera portée à quelques dizaines de kiloVolts, et qui permettent une mesure de la masse électronique avec une précision de quelques 10^{-3} .

Un bon accord numérique et une critique très sérieuse des résultats sont d'autant plus nécessaires que la théorie utilisée fait attendre un déplacement des spectres optiques en fonction des potentiels environnant les décharges, que l'on n'a jamais observé à ma connaissance. La plupart des raies devraient être sensibles à un potentiel électrostatique environnant de quelques volts, et l'effet devrait être extrêmement sensible sur les horloges atomiques.

II.

1) Le dépôt de InGa assure-t-il que l'enveloppe sphérique est équipotentielle, et pourquoi ne pas prendre une enveloppe conductrice, ce qui

serait plus simple ? Cette question se pose car, si le dépôt est mince, il possède un temps de retard.

2) Il reste nécessaire d'établir la proportionnalité exacte de R_i à m . Il me semble que la valeur de R_i dépend d'un processus de collision électron-atome et que les sections efficaces de collision n'ont pas forcément des variations en fonction de la masse.

3) Les électrons libres induisent de charges dans la paroi. Le champ de ces charges joue-t-il un rôle ?

4) Suivant O. Costa de Beauregard

$$m_w = qU/2c^2$$

ce qui est en bien meilleur accord avec les résultats expérimentaux.

5) Accessoirement, comment Assis justifie-t-il une masse différente pour une charge liée et une charge libre ?

III.

1) Je souligne le fait qu'il n'est pas suffisant de justifier un point essentiel par la phrase : "It is known that ...", en particulier s'il s'agit en fin de compte de la masse de l'électron.

2) Un dispositif comprenant une source d'énergie et une décharge gazeuse peut entrer en oscillation, ce qui pourrait fausser les résultats. Il faudrait observer les tensions à l'oscillographe. La géométrie de l'expérience pourrait permettre des oscillations jusqu'à 1 000 ou 3 000 MHz.

2. Commentaires de Olivier Costa de Beauregard

1) *Question of the numerical factor.* Instead of the Assis 1/3 factor you get 3/2 times it, namely 1/2. *This is, I believe, the good result : equipartition of the mutual energy between the sphere and the electron,* the traditional writing in electrostatics.

2) *Question of the sign.* In your formula (3) there should be -e in place of e. Therefore your result should be expressed as

$$T_0^{-1} \Delta T = -\frac{1}{2} c^{-2} (e/m) V$$

that is

$$T = T_0 \left(1 - \frac{1}{2} c^{-2} e/mV \right)$$

meaning : The period T is a linear function of V decreasing from $T = T_0$ at $V = 0$ to $T = 0$ at $V = +1022$ kV. So, the oscillation frequency goes

to infinity when the effective mass goes to zero the good conclusion. At this point there is a strong discontinuity.

Concluding : your experimental finding confirms de Broglie's often expressed opinion, that the electric potential is a measurable physical magnitude and must be expressed in the Coulomb gauge.

Your experiment is superb, very ingenious, very elegant. Its results is of the top rank scientific importance.

Congratulations

3. Réponse de V.F. Mikhailov

- Le paragraphe entre les équations (5) et (6) veut dire que: "Chaque éclat de la lampe fait apparaître, dans les résistances R_2 et R_3 , une impulsion isolée de tension positive. Ces impulsions se succèdent à la fréquence du générateur et jouent un rôle directeur pour le timer. Le timer mesure le temps de passage du train d'impulsions t . La précision de mesure du temps est de 10^{-4} sec. La durée du train d'impulsions (le nombre d'impulsions dans le train étant égal à N), est donné par le choix de programme du timer" (au gré de l'expérimentateur).

- On utilise un alliage In-Ga qui se présente, à la température ordinaire, sous la forme d'une pâte qui adhère fortement au verre et qu'on dépose à la surface par simple frottement avec un coton. Comme c'est un métal, il assure l'équipotentialité.

- Le mécanisme d'oscillation du générateur RC et les oscillogrammes de tensions des différents points sont connus. On les trouve dans les manuels de technique expérimentale et j'ai jugé inutile de m'y arrêter dans une courte note.

- La différence entre les formules (3) et (6) - respectivement $1,96 \cdot 10^{-3}$ et $3,09 \cdot 10^{-3}$ - s'explique parce que la formule (3) est calculée pour une sphère parfaite et donne une prévision pour ce cas. Mais en pratique, ce cas idéal n'est pas réalisable puisqu'on est obligé de fixer la sphère quelque part, de brancher dessus une source à haute tension etc. Je pense que la différence vient de là. L'essentiel, ici, est qu'on trouve le même ordre de grandeur.

- A propos d'une observation fortuite de l'effet. Il est peu probable qu'en travaillant avec des lampes électroniques, on ait besoin de mesurer un courant avec une précision de 10^{-3} . De plus, et c'est le point essentiel, les champs régnant entre les électrodes d'une lampe ne permettraient pas

d'interpréter un changement de courant autrement que par un changement de tension entre électrodes, si l'on ne connaît pas a priori la théorie d'Assis. Puisque dans une sphère conductrice, le champ électrique est identiquement nul, quels que soient les champs extérieurs et les potentiels (théorème de Gauss!).

- Enfin, la théorie d'Assis ne prévoit l'effet étudié ici que pour des particules libres chargées. C'est pourquoi il n'y a pas lieu d'attendre, d'après cette théorie, un quelconque déplacement des raies optiques par suite d'un changement de la constante de Rydberg, ou une modification du champ magnétique par suite d'un changement du magnéton de Bohr. Je dois reconnaître que cette dernière remarque est la première qui m'est venue à l'esprit quand j'ai reçu d'Assis un tiré-à-part de son article sur l'effet d'une sphère chargée (que je cite dans mon article). Pendant près d'une année, je me suis évertué à chercher une modification du champ magnétique d'un aimant permanent, en fonction du potentiel d'une sphère dans laquelle je le plongeais. J'étais hypnotisé par la simplicité apparente d'une telle expérience, en laissant passer le fait que tout cela n'était vrai que pour des électrons libres (il n'est si bon cheval qui ne bronche!).

Régime quasi-linéaire d'un générateur

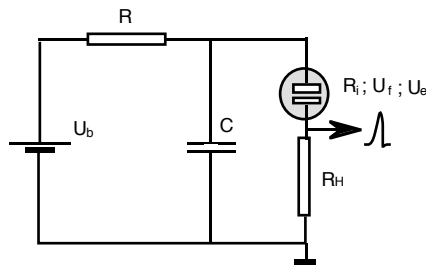


Figure 3

Période d'oscillation:

$$T = \tau_1 + \tau_2 = \frac{1}{A} \left\{ \log \left[\frac{(U_b B/A - U_f)}{(U_b B/A - U_e)} \right] + \log \left[\frac{(U_b - U_e)}{(U_b - U_f)} \right] \right\} \quad (1)$$

τ_1, τ_2 sont, respectivement, les temps de décharge et de charge du condensateur C. On a (voir figure):

$$A = \frac{[1 + R/(R_i + R_H)]}{RC}, \quad B = \frac{[1 + R/(R_H + R_i)]}{RC} \quad (2)$$

Régime quasilinéaire: le condensateur se charge à travers une forte résistance telle que:

$$R \gg R_i + R_H \quad (3)$$

R_i est la résistance interne de la lampe et (voir figure):

$$R_i \gg R_H \quad (3a)$$

Il découle de (2), en négligeant les petits termes:

$$B/A = R_i/R \ll 1$$

C'est pourquoi on peut écrire en première approximation:

$$\tau_1 \cong [\log (U_f/U_e)]/A$$

quand la tension de batterie (U_b), ainsi que la tension d'allumage (U_a) et d'extinction (U_e) de la lampe ont des valeurs voisines. La période d'oscillation du générateur est alors:

$$T \cong \delta/A \quad (4)$$

où $\delta = \log [U_f (U_b - U_e) / U_e (U_b - U_f)]$ est un coefficient sans dimension qui ne dépend pas de R_i .

En négligeant des petits termes, on obtient d'après les conditions (3) et (3a): (5)

$$T \cong \delta C R_i \quad (5)$$

$$\Delta T \cong \delta C \Delta R_i \quad (6)$$

Ainsi, sous les conditions précédentes, la période d'oscillation du générateur est proportionnelle à la résistance interne de la lampe à néon. Naturellement, l'approximation admise retentit aussi sur la précision des résultats. Cependant, cela donne une certaine erreur systématique constante qui n'empêche nullement d'observer l'effet dont la présence est indiquée *univoquement* par l'expérience.