

Apparitions du Groupe Monstre en Physique

Francis M. Sanchez, Christian Bizouard, Dominique Weigel, Renée Veysseyre

Abstract. Two mandatory combinations from different triplets of universal constants gives about the same time 5.53×10^{57} s, which is, apart a $\sqrt{2}$ factor, the Kotov quasar non-Doppler periodicity 9600.61(6) s multiplied by the order of the Monster group. Entire powers of the later are also identified in canonical ratios of Coherent Cosmology, where the above time appears as the Cosmic Period. The Eddington approach rejoins the Feynman cosmic sweeping of a single electron, at last explaining non-parity and confirming the Topological Axis, which rehabilitates tachyonic bosonic string theory. New space and time quanta explain at last the 10^{122} vacuum-energy discrepancy. The introduction of canonic economic numbers implies a connection between the Monster and the pariah group J_3 , while the whole “happy family” shows overwhelming properties. Implications on Biology and the International System of Units are also discussed.

Les concepts physiques *directement intuitifs* sont au nombre de trois : **MASSE, LONGUEUR, TEMPS**, comme le soutient J. Okun, s'opposant à ceux qui proposent de réduire ce nombre [1]. Ces auteurs confondent le nombre de concepts avec le nombre de constantes fondamentales, amalgame exclu du présent article, qui soutient la thèse de Okun *en première analyse* puis celle de Duff (zéro physical concept) en final. Cet article montre que le Monstre arithmétique [2] apparaît ainsi de façon directe.

L'utilisation standard des soi-disant '*trois constantes fondamentales principales*' G , \hbar et c conduit à la distance de Planck $l_p \approx 1.61 \times 10^{-35}$ m et au temps de Planck $t_p \approx 5.39 \times 10^{-44}$ s, considérés comme des unités naturelles. Mais la masse de Planck, $m_p \approx 22$ ng, n'a aucun statut reconnu. Il importe donc d'examiner ce que donne le remplacement de c , *vitesse beaucoup trop lente pour assurer une cohérence cosmique*, par la moyenne géométrique des masses électron-proton-Hydrogène $m = (m_e m_p m_H)^{1/3}$. On obtient le temps :

$$T' = \hbar^3 / G^2 m^5 \approx 5.5301 \times 10^{57} \text{ s} \approx t_{cc} \mathbf{M} / \sqrt{2}$$

où \mathbf{M} est l'ordre (le nombre d'éléments) du groupe monstre, à 0.81 % près, avec $t_{cc} \approx 9600.61(6)$ s, la période des oscillations cosmiques de Kotov [3], et la distance :

$$R/2 = \hbar^2 / G m^3 \approx \text{moitié de } 13.812 \text{ milliards d'années-lumière,}$$

R est identifié avec le rayon invariant de l'Univers visible, conformément à notre modèle [4] de la *molécule gravitationnelle d'Hydrogène* qui justifie ce facteur 2 comme le nombre d'atomes dans la molécule.

Cette analyse conceptuelle, appelée généralement, mais maladroitement, 'dimensionnelle', est très utilisée en mécanique des fluides. Nous l'appliquons ici à *l'Univers, considéré comme l'objet premier de la physique*, ce qui tranche avec le réductionnisme standard, qui bute sur des « émergences » inexplicables, alors que la présente *analyse conceptuelle « immergente »* est féconde, comme montré ci-après. Il est troublant de constater que le terme '*immergence*' est un parfait néologisme, alors que les traditions anciennes considéraient la compréhension de cosmos comme essentielle.

Cette élimination de c conduit aussi à la liaison suivante [4], entre G et la constante de Fermi $G_F \approx 1.435851(7) \times 10^{-62} \text{ Jm}^3$, avec $\lambda_e \equiv \hbar/m_e c$:

$$\sqrt{(GG_F)} = (\lambda_e^2/t_{cc})(\hbar/\sqrt{(m_p m_H)})$$

soit $G \approx 6.67545(1) \times 10^{-11} \text{ kg}^{-1}\text{m}^3\text{s}^{-2}$, valeur compatible avec la quadruple mesure de Terry Quinn [5]. C'est cette valeur de G qui est adoptée dans la suite. Le fait qu'intervient le produit de deux vitesses aréolaires est interprété (ce qui est confirmé ci-dessous) comme le signe d'un *balayage cosmique électronique* [4], dont l'*orientation introduirait la non-parité et qui justifie l'Axe Topologique (Appendice 1), basé sur l'électron et caractérisé par la fonction $f\{n\} = \exp^{\wedge} 2^{n/4}$* .

On considère alors R comme le rayon *invariant* de l'Univers observable, remplaçant la classique « expansion de l'Espace » par la récession exponentielle des galaxies du modèle permanent de Bondi, Gold [5] et Hoyle [6], qui avait donc prévu l'accélération de la récession, constatée au tournant du millénaire [7].

Avec un tel rayon d'Univers R invariant, le Principe Holographique peut être appliqué, en partant de l'entropie de Bekenstein-Hawking [8] de l'univers observable, et en introduisant la longueur $d = \hbar/Mc$ associée à la masse totale M de l'Univers observable.

$$\pi(R/l_P)^2 = 2\pi R/d$$

Cette longueur ('topon') et sa période associée ('chronon') $t_0 = d/c$

diminuent longueur et temps de Planck d'un facteur voisin de 10^{61} .

Il en résulte la condition critique $R = 2GM/c^2$, qui ne reçoit en cosmologie standard que l'explication ad-hoc de l'inflation, explication d'ailleurs fortement contestée depuis la mission Planck 2013, par Paul Steinhardt, l'un des promoteurs de cette inflation [9]. Cette formule s'identifie avec la relation de Schwarzschild donnant l'horizon d'un trou noir statique en fonction de sa masse, justifiant à posteriori l'application ci-dessus de l'entropie de trou noir de Bekenstein-Hawking. Le facteur 2 s'élimine, et la masse de Planck $m_p = (\hbar c/G)$ apparaît enfin de manière directe :

$$M/m = (m_p/m)^4$$

Cette masse de Planck m_p , environ 22 ng, qui, comme rappelé ci-dessus, ne reçoit aucune explication dans le modèle standard, est voisine de la masse de l'ovocyte, la plus grosse cellule humaine, ce qui renforce les connexions physico-biologiques [4]. L'élimination de cette masse de Planck conduit à

$$R/2\lambda_m = \sqrt{(M/m)}$$

ce qui est la résolution statistique d'Eddington [10] du problème des grands nombres, avec $\lambda_m \equiv \hbar/mc$. Le cube de m , la "masse effective d'Eddington", est ainsi identifié avec le produit des masses électron-proton-Hydrogène, ce qui se traduit par :

$$R/2\lambda_H = \sqrt{(M/m_e')} = \hbar c/Gm_e m_p \approx (m_w m_Z/m_e^2)^4/2$$

où $m_e' = m_e/(1+1/p)$, la masse réduite de l'électron, est assimilée à $m_e H/p$. Il apparaît ainsi le rapport de la force quantique ($\hbar c/d^2$) sur la force de gravitation dans l'atome d'Hydrogène, dont le double est non seulement R/λ_H mais aussi la quatrième puissance du produit $m_w m_Z/m_e^2$, précisant ainsi une relation connue [11] impliquant le boson intermédiaire chargé W , mais incluant ici une symétrisation impliquant le boson neutre Z .

Dans la relation ci-dessus, l'électron apparaît comme central, donc cela correspond à un balayage d'un électron unique décrivant tout l'univers et, en particulier, générant le proton et les autres particules. Cela rejoint une intuition de Feynman [12], trop rapidement abandonnée suite à la remarque de Wyler, que dans ce cas, il devrait y

avoir autant d'antimatière que de matière. Cette objection ne tient plus dans l'hypothèse d'une vibration matière-antimatière [4].

De plus, la masse du neutron apparaît dans la relation, précise à 40 ppm :

$$R/2\lambda'_e = \sqrt{(M_n/m_e)}$$

où $\lambda'_e \equiv \hbar/m_e c$, $M_n = (3/10) N_{\text{Ed}} m_n$, où $N_{\text{Ed}} = 136 \times 2^{256}$ est le « nombre d'Eddington » [10]. Le rapport 3/10 résulte du rapprochement de la relation critique $M = Rc^2/2G$ et de la formule donnant l'énergie gravitationnelle d'une boule homogène de masse M : $E = (3/5)GM^2/R = (3/10) Mc^2$. De sorte que l'énergie noire, dont le taux [13] est compatible avec 7/10, apparaît comme un faux problème.

Avec $C = cP^3pH/a^6$, la super-vitesse de la Cosmologie Cohérente [4]: le rapport $t_{cc}/t_0 = Rl_{cc}/2l_p^2 = (C/c)(l_{cc}/l_p)a^6/p^2H^2$ est voisin du carré de l'ordre du groupe Monstre, et, à 10^{-7} près, où d_e est l'excès relatif du moment magnétique de l'électron :

$$t_{cc}/t_0 \approx \mathbf{M}^2(3/e)(d_eH/p)^{-2/3}$$

tandis qu'à $2.6 \cdot 10^{-7}$ près :

$$8(C/c)(l_{cc}/l_p)/\mathbf{M}^2 \approx (a/137)\sqrt{(p/8)}$$

reliant ainsi des paramètres de la microphysique à 10^{-7} près. A noter la proximité de $\sqrt{(p/8)}$ avec e^e .

Un invariant central dans la cosmologie permanente est la masse volumique moyenne de l'Univers, où la vitesse c s'élimine, $\rho = 3/(8\pi Gt^2) \approx 9.41198(1) \times 10^{-27} \text{ kg.m}^{-3}$. La combinaison temporelle de \hbar , ρ et G_F est

$$T'' = \hbar^4/\rho^{3/2}G_F^{5/2} \approx 5.4829 \times 10^{57} \text{ s} \approx T'$$

soit le même temps que T' ci-dessus, à 0.86 % près, ce qui réduit l'écart avec $t_{cc} \mathbf{M}/\sqrt{2}$ à 0.04 %.

Cela confirme la pertinence de $T = t_{cc} \mathbf{M}/\sqrt{2}$ comme nouvelle constante universelle. Ce temps est supérieur d'un facteur $X = T/t$ au temps de renouvellement de l'Univers visible $t = R/c$. L'ordinateur indique la corrélation suivante entre X et les nombres canoniques P, F, p et H , les masses de Planck, Fermi, proton et Hydrogène relativement à l'électron, :

$$(PF)^5 \approx 2\pi (TpH/t)^3$$

à 47 ppm près. Avec la valeur du coefficient de force forte f proposée par Bizouard [14] :

$$f = F^2/2\pi(pH)^{3/2}$$

on en déduit :

$$l_p^2 \lambda_e \approx f \cdot (R\sqrt{2/M})^{3/}$$

Or f est voisin de $8\pi/3$ (à 0.68 % près), conférant à l'expression ci-dessus un caractère quasi-holographique. On obtient ainsi une corrélation entre gravitation et force forte, où le terme $M/\sqrt{2}$, rencontré par deux fois dans les expressions de T' et T'' , apparaît naturellement.

Conclusion

Le nombre de constantes universelles fondamentales est ainsi supérieur à celui des 3 concepts de base, ce qui entraîne l'apparition de nombres purs, tels le paramètre électrique $a = 137.0359991$, et maintenant l'ordre M du groupe monstre. Witten a envisagé une telle connexion entre la mathématique de pointe et la physique [15]. De plus, le nombre de chronons t_0 dans la grande période T , ce qu'on peut considérer comme *le nombre total d'événements élémentaires dans un Cosmos cyclique de période T*, corrèle avec a , M et $f\{4\pi e\}$:

$$T / t_0 \approx (m_p/m)^8 \approx e^{ea} \approx M^3 \approx f\{4\pi e\}$$

ce qui introduit deux relations entre M et a . En fait, c'est plutôt le nombre d'Eddington 137 qui apparaît *doublement* dans :

$$137/\ln M \approx 3/e \approx 1/2 \ln \ln \ln \ln M$$

à 68 et -8×10^{-6} près.

Il reste à expliquer pourquoi la densité moyenne ρ se comporte aussi comme une constante universelle, alors que l'espace est apparemment presque vide. La matière serait donc une '*potentialité de l'espace*' qui ne serait vide qu'en apparence, mais constitué d'un substrat. Cela rejoint les conclusions de la Cosmologie Cohérente, qui

considère la matière comme une vibration matière-antimatière de période t_0 et le mouvement comme une reconstruction décalée dans l'espace, et qui fait correspondre à l'Univers non seulement l'énergie classique Mc^2 , mais aussi l'énergie MC^2 d'un substrat tachyonique. Le rapport entre ces énergies étant ce facteur 10^{122} qui est l'excès d'énergie du vide quantique sur celle de l'Univers observable, écart considéré comme la plus grave anomalie de la physique standard.

Parmi les 26 groupes sporadiques seuls 19 sont reliés au Monstre, et on observe que le produit $\Pi_{\text{fam.h.}}$ des 20 ordres de cette « famille heureuse » est voisin de a^a , l'écart étant le facteur canonique pH/a^3 à 0.01%. En fait, à 15, 0,8 et -15 ppm près :

$$pH/a^3 \approx (\Pi_{\text{fam.h.}}/a^a) \sqrt{(a/137)} \approx \mathbf{M}^{4/p} (a/137) \approx 2(R/\lambda_e)^{-1/210}$$

où l'exposant $210 = 2 \times 3 \times 5 \times 7$ avait été prévu par le Principe Holique [16], basé sur le raisonnement suivant. Une grandeur physique est le produit de nombres issus de mesures sur des concepts distincts, *bien que leur addition n'ait aucun sens*. Cela pose un problème de fond, car toute multiplication est en principe une série d'additions. Cela voudrait dire qu'en final il n'y aurait qu'une seule entité, rejoignant les vues de Duff [1] qui préconise l'abandon de tout concept physique, pour en revenir aux nombres purs. Les arguments de Duff ne sont pas clairs, mais il suffit de réaliser que cela rejoint la philosophie de Pythagore « tout est nombre *entier* ». Mais alors comment se fait-il que le système à trois concepts marche si bien puisque cet article parvient à déterminer de façon précise (qq ppm) aussi bien le rayon de l'Univers visible que la période du Cosmos ? Il suffit d'inverser le principe anthropique standard, qui veut que l'humain soit le but du Cosmos, pour admettre que le Cosmos produise des humains capables de deviner sa structure : ainsi *le but ultime de l'humain serait la compréhension du Cosmos*.

Appendice 1. L'Axe Topologique

La fonction 'topologique' ci-dessus $f\{n\} = \exp(2n/4)$ semble réunir en un seul schéma [4] les principaux grands nombres de la physique en fonction des dimensions privilégiées de la théorie des cordes $n = 4k + 2$, dont les deux valeurs particulières sont $n = 26$ et $n = 10$. On constate :

$$f\{26\} = f\{10\}^{16} \approx 2 u^{16}$$

où apparaît le terme 'symétrique' $u = 137 + a'$, où $a' = r_H/\lambda_e = a (1 + 1/p)$ avec r_H le rayon d'Hydrogène de Bohr. Cette relation est précise à 10^{-5} près, et définit a à 1.5×10^{-6} près. On retrouve le même paramètre u dans la relation suivante, à $5 \cdot 10^{-7}$ près :

$$\sqrt{\mathbf{M}} \approx (\lambda_{Ryd}^{(0)}/l_P)e^{1/2u}$$

où apparaît la longueur d'onde brute de Rydbergh $\lambda_{Ryd}^{(0)} = 2a^2 \lambda_e$. Le rôle central de u illustre la symétrie entre la valeur théorique 137 d'Eddington [3] et la valeur réellement mesurée de la *constante électrique* $a \approx 137.035991$: c'est donc a tort qu'on a rejeté la théorie d'Eddington, et c'était maladroit de privilégier son inverse α , en insistant sur son apparition dans les raies spectrales et promouvant le terme de 'constante de structure fine'. On observe aussi, à 10^{-6} près :

$$(\mathbf{FM})^2 2^{133} \approx f\{26\} \sqrt{(137a)}$$

L'apparition de puissances entières de 2 incite à comparer \mathbf{M} avec le nombre parfait le plus proche, à savoir $N_{10} = 2^{89-1}(2^{89}-1)$, pour découvrir que, à 0.02 % près :

$$\mathbf{M} \approx N_{10} f/2$$

On retrouve ainsi f , le coefficient de force forte ci-dessus. Comme $f/2$ est voisin de $4\pi/3$, cela incite à considérer la racine cubique de \mathbf{M} , ce qui se révèle décisif dans la section suivante.

Appendice 2 sur les nombres économiques

Le nombre 'économique' x^x est noté $x^{(2)}$ le nombre $x^{(x^x)}$, est noté $x^{(3)}$, etc... L'élimination du 137 dans les relations ci-dessus implique que le monstre est voisin du nombre 'quasi-économique' suivant, à 3.3 % près :

$$\mathbf{M} \approx e^{(e^{(e^{(e^{(e/6)}))}))}$$

On observe :

$$e^{(4)/4} \approx P^{(a-1)^2} \approx \mathbf{M}^x$$

où x est voisin à la fois de $(e^e+1)/(2\pi)^2$ et de $(4\pi/3) (H/d_e)^3$, où d_e est l'excès relatif du moment magnétique de l'électron. L'ordinateur indique la relation holographique suivante liant p et H (0.7 ppm) :

$$(a/2\pi)^2(e^e+1) \sqrt{p} \approx (4\pi/3) (H/d_e)^3$$

ainsi que la liaison suivante donnant la masse de Fermi F à 0.1 ppm près :

$$(8\pi)^2(e^e+1)n p^{7/2} \approx FH^2a^3$$

Ainsi la considération de \mathbf{M} permet de dégager des relations hautement improbables.

La racine cubique de \mathbf{M} , envisagée ci-dessus, est voisine des nombres économiques $A = \pi^{(3)}$ et $B = (e^e)^{(e^e)}$. On observe, à 11 et 9 ppm près :

$$AB^2 \approx \mathbf{M}$$

$$A/B \approx (n^2/a^3)^2$$

d'où, à 24 ppm et 9 ppm près :

$$\mathbf{M} \approx (B/a^2)^3 n^4 \approx J_3^7 d_e$$

où apparaît le groupe paria J_3 . *Les constantes physiques établissent donc un pont entre le monstre et les groupes 'parias'.*

Le nombre de photons dans le Grandcosmos présente les singularités suivantes :

$$\mathbf{N} \approx (2^7)^{(2^7)} \approx \mathbf{M}^5 \approx J_3^{5 \times 7}$$

J_3 apparaît comme la solution d'une équation diophantienne. C'est l'archétype de la relation suivante, car $R/\lambda_e \approx 2^{(2^7)}$:

$$R/\lambda_e \approx (2\pi^2 a^3)^5 \approx \{26\}/6$$

à 0.056% et -0.065 % près, où intervient l'aire de l'hypersphere 4D de rayon a [4], ce qui fait apparaître la relation $\{26\} \approx 6(2\pi^2 a^3)^5$, semblable à la célèbre relation de Lenz-Wyler [17] approchant le rapport de masse proton-électron $p \approx 6\pi^5$ à 18 ppm près.

Appendice 3 sur l'extravagant Système International d'Unités

Les quatre unités supplémentaires arbitraires du Système International d'Unités créent la plus grande confusion et, comme elles ne sont pas utilisées par les théoriciens, cela rend leurs travaux illisibles pour les ingénieurs. Ainsi certains étudiants de Grandes Écoles ont assigné en justice certains professeurs qui n'utilisaient pas le S.I.

Les théoriciens savent bien, ou devraient savoir, comme l'explique Okun [1], que les unités électriques sont inutiles, car l'électromagnétisme est régi par un nombre pur, la constante $a \approx 137,0359991$, qui joue par exemple un rôle déterminant dans l'électrodynamique quantique de Feynmann. La force électrique entre un proton et un électron séparés par la distance d est hc/ad^2 . Il n'est donc nul besoin d'introduire une grandeur physique spéciale appelée '*charge électrique élémentaire*' ni la soi-disant '*perméabilité diélectrique du vide* ϵ_0 ' laquelle plonge étudiants et professeurs, dès le secondaire, dans la plus grande perplexité.

De plus, comme toute charge électrique est un multiple entier de la soit-disant charge élémentaire, la '*charge électrique*' est en fait un nombre quantique qui peut prendre toutes les valeurs entières. Ainsi il ne viendrait à l'idée de personne de définir une unité de 'charge de couleur' pour les quarks. C'est le fait que ce nombre de quanta électriques peut atteindre de grandes valeurs qui a entraîné cette dérive dans les unités électriques. De même, le fait que le moment cinétique peut prendre de grands multiples de \hbar incite certains à supposer que la physique quantique ne concerne que la microphysique. Bien au contraire, le rayon d'une étoile dépend précisément de \hbar , et sa limite quand le nombre d'atomes tend vers 1 est précisément la valeur ci-dessus 13.8 milliards d'années-lumière, *indépendante de c* [4].

Une confusion similaire concerne la température, puisqu'on sait depuis Francis Bacon que la chaleur n'est que le degré d'agitation des molécules. La température est l'énergie d'un degré de liberté, et doit donc être exprimée en Joule, ou une portion réduite du Joule définie par un nombre présenté clairement comme arbitraire, comme 6×10^{24} , qui remplacerait avantageusement la constante d'Avogadro, et redéfinirait une mole plus présentable. Ainsi l'utilisation de la soi-disant 'constante de Boltzman' est inutile, car ce n'est qu'un facteur de conversion. Cela a déjà occasionné une vive émotion entre théoriciens

quand certains auteurs l'ont présenté comme constante universelle fondamentale.

Enfin, des connexions très précises avec la biologie semblent montrer que la masse de l'atome d'Hydrogène est préférable à l'arbitraire '*Dalton*', lié au Carbone 12.

C'est dans un souci de simplification, d'éclaircissement et d'unification de la Physique qu'il faut fournir aux ingénieurs un système d'unités compatible avec les théories actuelles. Cela devrait réduire la désaffectation actuelle des étudiants pour les sciences, ce problème crucial pour l'avenir de notre société.

Références

[1] M. Duff, G. Veneziano and J. Okun. '*trialogue on the number of fundamental constants*', arXiv.org:physics/0110060.

[2] Ronan, M. *Symmetry Monster*. Oxford University Press. ISBN-0-19-280722-6. (2006).

[3] Kotov V. A. and Lyuty V. M., "The 160-min. Periodicity in the optical and x-ray observations of extragalactic objects ". *Compt. Rend. Acad. Sci. Paris*, 310 (1990). Ser. II, 743-748; *ibid* (2010) An absolute clock in the Cosmos? *Bull Crimean Astrophys Obs* 103:127.

[4] F.M. Sanchez. *Coherent Cosmology* Vixra.org,1601.0011. Springer International Publishing AG 2017. A. Tadjer et al. (eds.), *Quantum Systems in Physics, Chemistry, and Biology*, *Progress in Theoretical Chemistry and Physics* 30, pp. 375-407. DOI 10.1007/978-3-319-50255-7_23.

[5] Quinn T, Speake C, Parks H, Davis R. 2014 The BIPM measurements of the Newtonian constant of gravitation, *G. Phil.Trans. R. Soc. A372*: 20140032. <http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2014.0032>

[5] Bondi H. and Gold T., "The steady-state theory of the expanding universe", *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 108, 252 (1948).

[6] Hoyle F., "A new model for the expanding Universe", *Monthly*

Notices of the Royal Astronomical Society 108, 372-382 (1948).

[7] Perlmutter S. et al., "Measurements of Omega and Lambda from 42 High-Redshift Supernovae" *Astron. J.*, vol 517, 565-586 (1999).

[8] Bousso R., "The Holographic Principle", *Review of Modern Physics*, vol 74, p.834 (2002).

[9] Ijas A., Steinhardt P.J., Loeb A., Inflationary schism after Planck 2013. *arXiv*, 1402.6980.

[10] Eddington A.S., *The Fundamental Theory* (Cambridge, 1946). Durham I.T. 2006, *Sir Arthur Eddington and the Foundations of Modern Physics* [arXiv:quant-ph/0603146v1](https://arxiv.org/abs/quant-ph/0603146v1).

[11] Carr B.J. and Rees M. J. , "The anthropic principle and the structure of the physical world", *Nature* 278, 605-612 (1979).

[12] Feynman, *La nature de la physique*. Seuil (1980).

[13] [C. Patrignani et al. \(Particle Data Group\)](#), *Chin. Phys. C*, 40, 100001 (2016) and 2017 update.

[14] Bizouard C. *College de France. Discussion sur les oscillations cosmiques*. http://lempel.pagesperso-orange.fr/occ_cdf.pdf (2004)

[15] Witten, arxiv.org/abs/0706.3359

[16] Sanchez F.M. *Holic Principle*, ANPA Conf., Sept. 1994. Cambridge, ANPA 16 (1995).

**[17] Wyler A., *C.R. Acad. Sci, Paris "Les groupes des potentiels de Coulomb et de Yukawa"*. *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 272, 186-188 (1971).
Wyler A., *The complex Light Cone, symmetric space of the conformal group*. Princeton, Preprint June 1972 (unpublished).**