ב"ה

ПРОЯВЛЕНИЕ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ МАССЫ ПЛАНКА И МАССЫ ПРОТОНА

[The Solar System's Manifestation of Planck Mass and Proton Mass]

A. Nudelman

Abstract

Известно, что осредненные расстояния планет от Солнца квантованы согласно закону: $2^1, 2^2, 2^3, \ldots$. Этот закон был установлен Тициусом и Боде во второй половине 18 века (данный закон не имеет строгого научного объяснения до настоящего времени).

Осредненные расстояния планет от Солнца (L_R) есть радиусы орбит их движения. Были сделаны необходимые расчеты и мы указали (обнаружили) еще два закона в Солнечной системе (в расчетах рассматривались массы планет, скорости их движения по орбитам V_{pl} и произведение $V_{pl}\ L_R$): соотношение плотностей всех планет (и плотности Солнца) может быть представлено в виде таких целых чисел $1, 2, 3, 6, 8$ (плотности Солнца соответствует «2»); для всех планет произведение $V_{pl} L_R$ квантовано (согласно последовательности целых чисел: $3, 4, 5, 6, 11, 15, 21, 26, 30$).

Мы установили, что основные параметры Солнечной системы квантованы; при этом m_P/m_p и m_p/m_P есть особые («ключевые») соотношения в данном космическом объекте.

1. Введение

Как известно, М. Планк в 1899 году нашел формулу, описывающую некоторую особую массу [1]. В этой формуле он использовал три физических константы: постоянную $\hbar$, гравитационную постоянную G и скорость света в вакууме c. Впоследствии данная масса получила наименование «масса Планка» и была соответственно обозначена m_P ($m_P = 2.1767 \cdot 10^{-5}$g).

Для сравнения укажем массу протона m_p: $m_p = 1.6726 \cdot 10^{-24}$g. Далее мы покажем, что безразмерный параметр m_P/m_p, а также параметр m_p/m_P, есть особые количественные параметры Солнечной системы.

2. Квантование в Солнечной системе — расстояния и массы

2.1.1 Представим некоторые известные данные по Солнечной системе. Эти данные сосредоточены в двух таблицах — 1 и 2 (данные — NASA [2, 3]). Данные в таблицах, а также все расчеты представлены (выполнены) в системе СГС (cm, g, sec).

2.1.2 В ***таблице 1*** приведены диаметры планет, осредненные расстояния планет от Солнца, а также осредненные скорости движения планет вокруг Солнца.

В ***таблице 2*** приведены массы планет и Солнца, а также плотность этих космических объектов.

Таблица 1: Диаметры планет, расстояния планет от Солнца и скорости их движения.

Планеты	Диаметры планет (10^8cm)	Расстояния планет от Солнца (10^{11}cm)	Скорости движения планет по орбитам (10^5cm/sec)
1. Меркурий	4.879	57.9	47.4
2. Венера	12.104	108.2	35.0
3. Земля	12.756	149.6	29.8
4. Марс	6.792	227.9	24.1
5. Юпитер	142.984	778.6	13.1
6. Сатурн	120.536	1433.5	9.7
7. Уран	51.118	2872.5	6.8
8. Нептун	49.528	4495.1	5.4
9. Плутон	2.370	5906.4	4.7

Скорости движения планет по орбитам обозначим «V_{pl}»

Таблица 2: Масса и плотности планет и Солнца.

Планеты и Солнце	**Массы космических объектов (10^{27}g)**	**Плотности космических объектов (g/cm^3)**
1. Меркурий	0.33	5.427
2. Венера	4.87	5.243
3. Земля	5.97	5.514
4. Марс	0.642	3.933
5. Юпитер	1898	1.326
6. Сатурн	568	0.687
7. Уран	86.8	1.271
8. Нептун	102.0	1.638
9. Плутон	0.0146	2.095
10. Солнце	$1988.5{\cdot}10^{30}$g	1.408

2.2.1 Если рассматривается квантование в Солнечной системе, то прежде всего необходимо указать *на особенность расстояний* в данной космической системе. Эта особенность описывается известным **законом (расчетом) Тициуса–Боде [4, 5]**. Закон (расчет) Тициуса–Боде существует уже более 200 лет (он был установлен Тициусом, а потом незначительно изменен Боде); в нем рассмотрены такие планеты, которые были известны к тому времени (1766–1772 годы).

2.2.2 В соответствии с этим законом (расчетом) осредненные радиусы орбит, по которым движутся планеты, т.е. ***осредненные расстояния планет от Солнца***, квантованы некоторой *«макроединице»*. Данная *«макроединица»* есть $1/8$ расстояния от Солнца до Меркурия; она равна $7.24 \cdot 10^{11}$cm.

2.2.3 В таблице 3 приведены указанные выше расчеты — согласно Тициусу–Боде — расстояний планет от Солнца (обозначим их L_R)

Таблица 3: Расчеты L_R согласно Тициусу–Боде.

Планеты	**Расчеты расстояний L_R (результаты выражены в «макроединицах»)**	**Расстояния согласно расчету (10^{11}cm)**	**Фактические расстояния (10^{11}cm)**
1. Меркурий	$8 = 8$	57.9	57.9
2. Венера	$8 + 3 \cdot 2^1 = 14$	101.4	108.2
3. Земля	$8 + 3 \cdot 2^2 = 20$	144.8	149.6
4. Марс	$8 + 3 \cdot 2^3 = 32$	231.7	227.9
5. Юпитер	$8 + 3 \cdot 2^5 = 104$	753.0	778.6
6. Сатурн	$8 + 3 \cdot 2^6 = 200$	1448.0	1433.5
7. (Уран)	$8 + 3 \cdot 2^7 = 392$	2838.1	2872.5
8. (Нептун)	$8 + 3 \cdot 2^8 = 776$	5618.2	4495.1
9. (Плутон)	$8 + 3 \cdot 2^9 = 1544$	11 178.6	5906.4

2.2.4 Отметим, что фактические расстояния от Солнца до планет Нептун и Плутон не соответствуют закону (расчету) Тициуса–Боде.

2.3.1 Исследуем ***массы*** космических объектов, составляющих Солнечную систему. Мы предполагаем, что квантование должно проявляться не только *в расстояниях планет от Солнца*, но также и *в массах планет* (а также *в массе Солнца*).

Исключим влияние размеров (радиусов) планет и Солнца на величину исследуемых масс. Будем рассматривать не весь объем каждого космического объекта, а *только условную часть объема* — 1km^3 (т.е. плотность планет и Солнца).

2.3.2 Если массы указанных космических объектов квантованы, то должна существовать соответствующая *«макроединица массы»*. Проведя анализ данных, представленных в таблице 2, мы установили, что в качестве такой *«макроединицы»* следует принять массу 1km^3 объема планеты Сатурн. Это наименьшая из единичных масс (т.е. масс 1km^3 объема) среди всех рассматриваемых объектов Солнечной системы. Она равна $0.687 \cdot 10^{15}$g.

2.3.3 Приведем результаты расчетов (см. таблицу 4)

Таблица 4: Квантование плотностей планет и Солнца.

Планеты и Солнце	Массы $1km^3$ объема планет и Солнца (выраженные в граммах) 10^{15}g	(выраженные в «макроединицах»)	(выраженные в *целых* «макроединицах»)	
1. Меркурий	5.427	7.90	∼8	Группа планет **«A»**
2. Венера	5.243	7.63	∼8	
3. Земля	5.514	8.03	∼8	
4. Марс	3.933	5.73	∼6	
5. Юпитер	1.326	1.93	∼2	Группа планет **«B»**
6. Сатурн	0.687	1.00	1	
7. Уран	1.271	1.85	∼2	
8. Нептун	1.638	2.38	∼2	
9. Плутон	2.095	3.05	∼3	
10. Солнце	1.408	2.05	∼2	

2.3.4 Констатируем: *массы*, соответствующие $1km^3$ объема каждой планеты и $1km^3$ объема Солнца, *квантованы*. Приведем указанные массы (*выраженные в целых «макроединицах»*) в порядке возрастания их величины: $1, 2, 2, 2, 2, 3, 6, 8, 8, 8$

3. Солнце и планеты — единый целостный космический объект

3.1.1 Как было отмечено в гл. 1, Планк, рассматривая совместно три основные физические константы (постоянную $\hbar$, гравитационную постоянную G и скорость света в вакууме c), получил выражение, описывающее некоторую фундаментальную массу [1]. Эта масса была названа ***«масса Планка»*** и обозначена m_P

$$m_P = \left(\frac{\hbar c}{G}\right)^{\frac{1}{2}} \tag{1}$$

3.1.2 Введем номинальный, гипотетический объект, которому дадим наименование ***«гратон»*** со следующим определением (в рамках данной работы):

> ***гратон*** *есть совокупность молекул, и/или атомов, и/или элементарных частиц, которая имеет суммарную массу, равную массе Планка. Каждая такая совокупность может быть интерпретирована как некоторый «физический объект».*

Массу гратона обозначим m_π; при этом

$$m_\pi \equiv m_P; \quad m_\pi = 2.1767 \cdot 10^{-5}\text{g}$$

3.2.1 Исследуем массу Солнца, которую обозначим $\widetilde{M}$. Соотнесем массу $\widetilde{M}$ с массой m_π

$$\frac{\widetilde{M}}{m_\pi} = \frac{1988.5 \cdot 10^{30}}{2.1767 \cdot 10^{-5}} = 0.914 \cdot 10^{38}$$

3.2.2 Преобразуем полученный результат. Запишем его так

$$\widetilde{M} = (0.956 \cdot 10^{19})^2 m_\pi \cong (10^{19})^2 m_\pi \tag{2}$$

Согласно полученному выражению Солнце можно (гипотетически) разделить на $(10^{19})^2$ гратонов.

3.3.1 В гл. 2 была показана квантованность следующих основных параметров Солнечной системы:

- расстояний планет (осредненных) от Солнца (табл. 3);
- масс $1km^3$ каждой из планет, а также Солнца (табл. 4).

3.3.2 Имеется еще один основной параметр — **скорость движения планеты по ее орбите** (осредненная). Этот параметр в гл. 2 был обозначен V_{pl}; будем его исследовать не обособленно, а в составе следующего комплексного параметра: ***«момент импульса»*** (соответствующего каждой планете) — $\bar{m}V_{pl}L_R$.

3.3.3 Значения параметров V_{pl} и L_R приведены в табл. 1 (L_R — это осредненное расстояние планет от Солнца). Параметр $\bar{m}$ необходимо выбрать; в качестве массы $\bar{m}$ может быть выбрана:

- масса всей планеты (согласно табл. 2) — **вариант I**;
- масса $1km^3$ объема планеты (согласно табл. 4) — **вариант II**;
- масса некоторой группы из S гратонов — **вариант III**.

3.3.4 Варианты I и II не могут быть приняты. Масса всей планеты (вариант I) и масса $1km^3$ объема каждой планеты (вариант II) имеют различную величину у разных планет. Это означает, что **моменты импульсов планет** будут несопоставимы (из-за разных значений $\bar{m}$). Следовательно, будет невозможно установить квантованность (или отсутствие квантованности) ***скоростей движения*** *планет по орбитам*.

3.3.5 Перейдём к варианту III. Группа из S гратонов будет иметь одну и ту же массу для любой планеты (при условии, что $S = const$). Для принципиального решения поставленной задачи *необходимо и достаточно* рассматривать только один гратон (т.е. можно принять, что $S = 1$). Будем рассматривать ***единичные*** **моменты импульсов**, соответствующие той или иной планете — согласно формуле

$$m_\pi V_{pl} L_R; \tag{3}$$

при этом рассматриваемый номинальный, гипотетический объект (гратон) должен находиться в области центра массы каждой планеты.
3.3.6 Указанные выше расчеты представлены в таблице 5.

Таблица 5: Расчет единичных моментов импульсов.

Планеты	Единичные моменты импульсов	
	Расчеты	**Результаты** $[m_\pi(\mathrm{cm}^2\cdot \mathrm{sec}^{-1})]$
1. Меркурий	$m_\pi[(47.4\cdot 10^5\mathrm{cm/sec})(57.9\cdot 10^{11}\mathrm{cm})]$	$m_\pi[2.744\cdot 10^{19}]$
2. Венера	$m_\pi[(35.0\cdot 10^5\mathrm{cm/sec})(108.2\cdot 10^{11}\mathrm{cm})]$	$m_\pi[3.787\cdot 10^{19}]$
3. Земля	$m_\pi[(29.8\cdot 10^5)(149.6\cdot 10^{11})]$	$m_\pi[4.458\cdot 10^{19}]$
4. Марс	$m_\pi[(24.1\cdot 10^5)(227.9\cdot 10^{11})]$	$m_\pi[5.492\cdot 10^{19}]$
5. Юпитер	$m_\pi[(13.1\cdot 10^5)(778.6\cdot 10^{11})]$	$m_\pi[10.200\cdot 10^{19}]$
6. Сатурн	$m_\pi[(9.7\cdot 10^5)(1433.5\cdot 10^{11})]$	$m_\pi[13.905\cdot 10^{19}]$
7. Уран	$m_\pi[(6.8\cdot 10^5)(2872.5\cdot 10^{11})]$	$m_\pi[19.533\cdot 10^{19}]$
8. Нептун	$m_\pi[(5.4\cdot 10^5)(4495.1\cdot 10^{11})]$	$m_\pi[24.273\cdot 10^{19}]$
9. Плутон	$m_\pi[(4.7\cdot 10^5)(5906.4\cdot 10^{11})]$	$m_\pi[27.760\cdot 10^{19}]$

3.4.1 Представим записанные выше в квадратных скобках *численные результаты* в приближенном виде (без повторяющегося множителя 10^{19}):

$$2.7;\ 3.8;\ 4.5;\ 5.5;\ 10.2;\ 13.9;\ 19.5;\ 24.3;\ 27.8$$

3.4.2 Проведя анализ этих приближенных результатов, приходим к заключению, что следует ввести в расчеты, представленные в табл. 5, дополнительный безразмерный множитель — **коэффициент 1.08** . Этот коэффициент учитывает то, что связано с эллиптичностью орбит, по которым планеты движутся вокруг Солнца.
3.4.3 Новые (уточненные) значения единичных моментов импульсов — *с использованием множителя* 1.08*, но без указания размерностей* — приведены в таблице 6.

Таблица 6: Уточненные расчетные значения единичных моментов импульсов.

Планеты	Единичные моменты импульсов		
	Расчеты	**Без указания параметра** m_π	
		Расчетные значения N **(перед числом** 10^{19}**)**	**Те же значения, выраженные в целых числах**
1. Меркурий	$m_\pi(2.744\cdot 10^{19})\cdot 1.08$	$2.963\cdot 10^{19}$	$\sim 3\cdot 10^{19}$
2. Венера	$m_\pi(3.787\cdot 10^{19})\cdot 1.08$	$4.090\cdot 10^{19}$	$\sim 4\cdot 10^{19}$
3. Земля	$m_\pi(4.458\cdot 10^{19})\cdot 1.08$	$4.815\cdot 10^{19}$	$\sim 5\cdot 10^{19}$
4. Марс	$m_\pi(5.492\cdot 10^{19})\cdot 1.08$	$5.931\cdot 10^{19}$	$\sim 6\cdot 10^{19}$
$1,2,3,4$ — группа планет «A»			
5. Юпитер	$m_\pi(10.200\cdot 10^{19})\cdot 1.08$	$11.016\cdot 10^{19}$	$\sim 11\cdot 10^{19}$
6. Сатурн	$m_\pi(13.905\cdot 10^{19})\cdot 1.08$	$15.017\cdot 10^{19}$	$\sim 15\cdot 10^{19}$
7. Уран	$m_\pi(19.533\cdot 10^{19})\cdot 1.08$	$21.096\cdot 10^{19}$	$\sim 21\cdot 10^{19}$
8. Нептун	$m_\pi(24.273\cdot 10^{19})\cdot 1.08$	$26.215\cdot 10^{19}$	$\sim 26\cdot 10^{19}$
9. Плутон	$m_\pi(27.760\cdot 10^{19})\cdot 1.08$	$29.981\cdot 10^{19}$	$\sim 30\cdot 10^{19}$
$5,6,7,8,9$ — группа планет «B»			

Полученные результаты можно описать так (учитывая формулу (3))

$$m_\pi(V_{pl}L_R) = m_\pi(k\cdot 10^{19}\mathrm{cm}^2\cdot \mathrm{sec}^{-1}); \tag{4}$$

при этом k имеет такие значения:

$$k_A = 3,4,5,6; \quad k_B = 11,15,21,26,30$$

Приходим к следующему заключению: ***произведение*** $\boldsymbol{V_{pl}L_R}$ ***квантовано.***
3.4.4 Дополнительно констатируем: *группа планет «A» радикально отличается от группы планет «B».*

Известно что, плотность планет группы «A» в несколько раз превышает плотность планет группы «B» (см. таблицу 2). Таблица 6 показывает, что *имеется еще одно принципиальное различие —* ***в значениях квантованного произведения*** $\boldsymbol{V_{pl}L_R}$, соответствующего планетам группы «A» и планетам группы «B».

3.5.1 Необходимо ответить на вопрос — почему во всех данных таблицы 6 *имеется постоянный множитель* 10^{19}. **Это происходит потому, что указанный множитель выражает соотношение между массой гратона m_π (т.е. массой Планка m_P) и массой протона m_p.**

$$\frac{m_\pi}{m_p} = \frac{2.1767 \cdot 10^{-5}}{1.6726 \cdot 10^{-24}} = 1.301 \cdot 10^{19}$$

$$m_\pi \cong 1.3 \cdot 10^{19} m_p \tag{5}$$

3.5.2 Далее мы будем рассматривать только группу планет «А». Введем соотношение между массами гратона и протона в данные табл. 6; получаем

Меркурий:	$m_\pi(3 \cdot 10^{19}\mathrm{cm}^2 \cdot \mathrm{sec}^{-1}) = 1.3m_p[3(10^{19})^2\mathrm{cm}^2 \cdot \mathrm{sec}^{-1}]$
Венера:	$m_\pi(4 \cdot 10^{19}\mathrm{cm}^2 \cdot \mathrm{sec}^{-1}) = 1.3m_p[4(10^{19})^2\mathrm{cm}^2 \cdot \mathrm{sec}^{-1}]$
Земля:	$m_\pi(5 \cdot 10^{19}\mathrm{cm}^2 \cdot \mathrm{sec}^{-1}) = 1.3m_p[5(10^{19})^2\mathrm{cm}^2 \cdot \mathrm{sec}^{-1}]$
Марс:	$m_\pi(6 \cdot 10^{19}\mathrm{cm}^2 \cdot \mathrm{sec}^{-1}) = 1.3m_p[6(10^{19})^2\mathrm{cm}^2 \cdot \mathrm{sec}^{-1}]$

Появился новый постоянный множитель — $(10^{19})^2$. *Этот же множитель характеризует соотношение между массой Солнца и массой гратона* (см. §3.2.1)

$$\widetilde{M}/m_\pi \cong (10^{19})^2$$

3.6.1 Исследуем данный множитель. Приведем следующее произведение

$$m_\pi \cdot m_\pi = (1.3 \cdot 10^{19})^2 m_p^2 \tag{6}$$

Преобразуем полученное выражение

$$m_\pi^2 = (10^{19})^2 (1.3 \cdot m_p)^2 \tag{7}$$

3.6.2 В соответствии с формулой Планка (см. §3.1.1), учитывая, что $m_\pi \equiv m_P$, приходим к таким выражениям

$$m_\pi^2 = \frac{\hbar c}{G} \tag{8}$$

$$(10^{19})^2 = \frac{\hbar c}{(1.3 \cdot m_p)^2 G} \tag{9}$$

3.7.1 Вводя формулу (9) в выражения, приведенные в §3.2.1 и §3.5.2, получаем следующее

$$\textit{Масса Солнца:}\quad \widetilde{M} = \frac{\hbar c}{(1.3 \cdot m_p)^2 G} m_\pi \tag{10}$$

Единичные моменты импульсов для группы планет «А» (в левой части размерности не указаны):

Меркурий:	$1.3m_p[3(10^{19})^2] = 3\left[\frac{\hbar c}{1.3m_p G}\mathrm{g} \cdot \mathrm{cm}^2 \cdot \mathrm{sec}^{-1}\right]$
Венера:	$1.3m_p[4(10^{19})^2] = 4\left[\frac{\hbar c}{1.3m_p G}\mathrm{g} \cdot \mathrm{cm}^2 \cdot \mathrm{sec}^{-1}\right]$
Земля:	$1.3m_p[5(10^{19})^2] = 5\left[\frac{\hbar c}{1.3m_p G}\mathrm{g} \cdot \mathrm{cm}^2 \cdot \mathrm{sec}^{-1}\right]$
Марс:	$1.3m_p[6(10^{19})^2] = 6\left[\frac{\hbar c}{1.3m_p G}\mathrm{g} \cdot \mathrm{cm}^2 \cdot \mathrm{sec}^{-1}\right]$

(m_p — *это масса протона*)

3.7.2 Укажем следующие соотношения (формулы)

$$\widetilde{M} = (10^{19})^2 m_\pi; \quad (10^{19})^2 = \frac{\widetilde{M}}{m_\pi}; \quad m_p(10^{19})^2 = \widetilde{M}\frac{m_p}{m_\pi}$$

3.7.3 Все единичные моменты импульсов, которые рассмотрены в §3.3.4 – §3.7.1, могут быть записаны так (без указания размерностей)

Меркурий:	$3\left(1.3\widetilde{M}\frac{m_p}{m_\pi}\right)$
Венера:	$4\left(1.3\widetilde{M}\frac{m_p}{m_\pi}\right)$
Земля:	$5\left(1.3\widetilde{M}\frac{m_p}{m_\pi}\right)$
Марс:	$6\left(1.3\widetilde{M}\frac{m_p}{m_\pi}\right)$
Юпитер:	$11\left(1.3\widetilde{M}\frac{m_p}{m_\pi}\right)$
Сатурн:	$15\left(1.3\widetilde{M}\frac{m_p}{m_\pi}\right)$
Уран:	$21\left(1.3\widetilde{M}\frac{m_p}{m_\pi}\right)$
Нептун:	$26\left(1.3\widetilde{M}\frac{m_p}{m_\pi}\right)$
Плутон:	$30\left(1.3\widetilde{M}\frac{m_p}{m_\pi}\right)$

3.7.4 *Суммируя изложенное в настоящей главе приходим к заключению, что Солнечная система есть такая совокупность звезды и планет, движущихся вокруг этой звезды, которая представляет собой* **единый целостный космический объект**.

3.8.1 Предположим, что в §3.3.4, §3.3.5 вместо $S = 1$ мы приняли бы $S = 10^8$. В таком случае соответственно изменилась бы формула (3)

$$(10^8 m_\pi)V_{pl}L_R, \tag{11}$$

а также те выражения, которые представлены в §3.5.2 . При этом выражения, приведенные в §3.7.1, имели бы такой вид

Меркурий:	$1.3(10^8 m_p)[3(10^{19})^2] = 3\left[\frac{10^8\hbar c}{1.3m_pG}\mathrm{g}\cdot\mathrm{cm}^2\cdot\mathrm{sec}^{-1}\right]$
Венера:	$1.3(10^8 m_p)[4(10^{19})^2] = 4\left[\frac{10^8\hbar c}{1.3m_pG}\mathrm{g}\cdot\mathrm{cm}^2\cdot\mathrm{sec}^{-1}\right]$
Земля:	$1.3(10^8 m_p)[5(10^{19})^2] = 5\left[\frac{10^8\hbar c}{1.3m_pG}\mathrm{g}\cdot\mathrm{cm}^2\cdot\mathrm{sec}^{-1}\right]$
Марс:	$1.3(10^8 m_p)[6(10^{19})^2] = 6\left[\frac{10^8\hbar c}{1.3m_pG}\mathrm{g}\cdot\mathrm{cm}^2\cdot\mathrm{sec}^{-1}\right]$

3.8.2 Приходим к следующему выводу: **при любом значении числа S никаких принципиальных изменений не происходит — *при условии, что* $S < 10^{16}$** (вместо множителя «1» в формуле (3) появляется другой множитель; в приведенном выше примере — множитель «10^8»).

3.9.1 Результаты расчета параметров $V_{pl}L_R$ (единичных моментов импульсов), соответствующих каждой планете (см. таб. 5), — это величины, имеющие размерность $\mathrm{cm}^2\cdot\mathrm{sec}^{-1}$. Перейдем к другим размерностям, например выразим указанные результаты в $\mathrm{m}^2\cdot\mathrm{sec}^{-1}$.

Поскольку $1\mathrm{m}^2 = 10^4\mathrm{cm}^2$, то появится дополнительный множитель 10^{-4}. Следовательно, выражения, приведенные в §3.7.1, приняли бы такой вид

Меркурий:	$1.3m_p\left[3\frac{10^{19}}{10^4}10^{19}\right] = 3\left[\frac{\hbar c}{1.3\cdot 10^4 m_pG}\mathrm{g}\cdot\mathrm{m}^2\cdot\mathrm{sec}^{-1}\right]$
Венера:	$1.3m_p\left[4\frac{10^{19}}{10^4}10^{19}\right] = 4\left[\frac{\hbar c}{1.3\cdot 10^4 m_pG}\mathrm{g}\cdot\mathrm{m}^2\cdot\mathrm{sec}^{-1}\right]$
Земля:	$1.3m_p\left[5\frac{10^{19}}{10^4}10^{19}\right] = 5\left[\frac{\hbar c}{1.3\cdot 10^4 m_pG}\mathrm{g}\cdot\mathrm{m}^2\cdot\mathrm{sec}^{-1}\right]$
Марс:	$1.3m_p\left[6\frac{10^{19}}{10^4}10^{19}\right] = 6\left[\frac{\hbar c}{1.3\cdot 10^4 m_pG}\mathrm{g}\cdot\mathrm{m}^2\cdot\mathrm{sec}^{-1}\right]$

3.9.2 Указание линейных параметров *в сантиметрах* или *в метрах*, указание времени *в секундах*, означает использование в наших расчетах таких систем единиц, которые введены согласно известным международным соглашениям. Однако, предположим следующее (в качестве допущения):

- все линейные размеры и расстояния измерены, например, *в ярдах*;
- за единицу времени принято *время, необходимое фотонам, чтобы пройти путь, равный длине экватора Земли*.

Это означает, что в наших расчетах появился бы другой дополнительный множитель, а не 10^{-4}.

Однако, ни в случае, описанном в §3.9.1, ни в случае, описанном в §3.9.2, дополнительные множители не могут привести к каким-либо *принципиальным изменениям* в записи результатов расчетов. Мы выбрали систему единиц СГС ($\mathrm{cm}, \mathrm{g}, \mathrm{sec}$), чтобы те или иные (возможные) дополнительные множители были равны «1».

4. «Планетарный атом» в Солнечной системе

4.1.1 Рассмотрим ***планетарную модель атома водорода*** — *предложенную Э. Резерфордом и углубленно разработанную Н. Бором [6]*. В соответствии с *данной моделью* запишем параметры электрона, который — как предполагал Бор — движется в атоме по одной из стационарных («разрешенных») орбит;

назовем их «*орбиты Бора*». Приведем известную формулу Бора, выделяющую указанные траектории (орбиты) из всех возможных траекторий движения электрона в атоме водорода

$$m_e v_n R_n = n\frac{h}{2\pi} \tag{12}$$

Здесь:

m_e — масса покоя электрона;

v_n — скорость движения электрона вокруг протона;

R_n — радиус стационарной («разрешенной») орбиты;

n — главное квантовое число ($n = 1, 2, 3, 4, 5, 6 \dots$).

(*В соответствии с моделью Резерфорда–Бора мы будем рассматривать только орбиты (траектории) в форме окружности.*)

4.1.2 Пусть $n = 1$; в этом случае формула (12) будет иметь вид

$$m_e v_1 R_1 = \frac{h}{2\pi} \tag{13}$$

Здесь:

$v_1 = c/137$ (c — скорость света в вакууме);

$R_1 \cong 5.29 \cdot 10^{-9}\mathrm{cm}$ (радиус первой стационарной орбиты).

Преобразуем формулу (12)

$$v_n R_n = n\left(\frac{h}{2\pi}\frac{1}{m_e}\right) \tag{14}$$

4.2.1 Мы хотим показать следующее.

В Солнечной системе имеется особая группа планет; в этой группе планет проявляется единство основных структурных принципов, согласно которым построены два природных объекта, радикально различающиеся по своим масштабам и по своим свойствам:

- *физический объект, состоящий из протона (ядра) и электрона, который — согласно модели Резерфорда–Бора — движется вокруг протона (**атом водорода**);*
- *физический объект, состоящий из звезды и особой группы планет, движущихся вокруг звезды (данной особой группе планет дадим наименование **«планетарный атом»**).*

4.2.2 Атом водорода является основным элементом «*микромира*». Второй объект — **«планетарный атом» в Солнечной системе** — относится *к космосу*, к миру звезд и галактик.

4.2.3 Строгое описание атома водорода возможно только **на основе квантовой механики** — волновой или матричной. **Модель Резерфорда–Бора** можно рассматривать только как «***первое приближение***», которое дает общее отображение атома водорода.

4.2.4 Однако, в той теоретической задаче, которую мы поставили — *показать единство основных структурных принципов построения двух, столь разных, природных объектов* — возможно (и достаточно) использование приближенного отображения атома водорода.

4.3.1 Как известно, количество проявляющихся энергетических уровней в атомах химических элементов равно семи: $1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ (эти числа есть значения первого квантового числа n).

4.3.2 Следовательно, *«планетарный атом»* должен состоять из группы таких планет: Меркурий, Венера, Земля и Марс. Этим планетам соответствует следующая последовательность значений произведения $V_{pl}L_R$: $3, 4, 5, 6$ (см. гл. 3, §3.3.5, §3.3.6, а также таблицы 5 и 6).

4.4.1 Вернемся к формуле (14) и проведем необходимые расчеты для $n = 1$

$$v_1 = \frac{c}{137} = 21.898 \cdot 10^7\mathrm{cm/\,sec}; \quad R_1 = 5.292 \cdot 10^{-9}\mathrm{cm}$$

4.4.2 Отсюда следует, что

$$v_1 R_1 = \frac{h}{2\pi}\frac{1}{m_e} = (21.898 \cdot 10^7) \cdot (5.292 \cdot 10^{-9}) = 1.159(\mathrm{cm^2/\,sec})$$

4.4.3 Перейдем к *«планетарному атому»*. Будем описывать его такой формулой

$$v_n^* R_n^* = V_{pl}L_R \Big/ \frac{3}{5}\frac{m_\pi}{m_p} \tag{15}$$

Здесь:

$m_\pi \equiv m_P$; $\quad m_\pi/m_p = 1.301 \cdot 10^{19}$;

$3/5$ — коэффициент, учитывающий гравитационное взаимодействие между планетами.

4.4.4 Результаты расчетов величины $v_n^* R_n^*$ согласно формуле (15) приведены в таблице 7

Таблица 7: Расчет параметров «планетарного атома»

Планеты	**Параметры планет: величина $V_{pl}L_R$ согласно таблице 5 (10^{19}cm^2/ sec)**	**Величина $v_n^* R_n^*$ согласно расчету по формуле (15) (cm^2/ sec)**	**Величина $v_n R_n$ при различных значениях n (cm^2/ sec)**	**Точность расчета $v_n R_n$**
1. –	–	–	v_1R_1 1.159	–
2. –	–	–	v_2R_2 2.318	–
3. Меркурий	2.744	3.515	v_3R_3 3.477	1.10%
4. Венера	3.787	4.851	v_4R_4 4.636	4.64%
5. Земля	4.458	5.711	v_5R_5 5.795	1.45%
6. Марс	5.492	7.036	v_6R_6 6.954	1.18%

(Мы предполагаем, что существенное различие между фактической величиной v_nR_n для Венеры и расчетной величиной $v_n^*R_n^*$ связано с тем, что Венера движется вокруг Солнца в направлении, противоположном направлению движения вокруг Солнца большинства других планет.)

5. Заключение

Часть I

1. Приведем следующие данные.
   - минимально возможный радиус атома водорода (т.е. радиус «*орбиты Бора*» при $n = 1$); данный радиус обозначим R_H

$$R_H = 5.292 \cdot 10^{-9}\text{cm}$$

   - соотношение массы Планка m_P и массы протона m_p (при этом: $m_P \equiv m_\pi$ — см. §3.1.2); согласно §3.5.1

$$m_\pi = 1.301 \cdot 10^{19} m_p$$

2. Рассчитаем радиус Солнца, который обозначим $R_\odot^*$. Этот радиус будем рассчитывать по следующей формуле

$$R_\odot^* = \frac{m_\pi}{m_p} R_H$$

Далее получаем

$$R_\odot^* = 1.301 \cdot 10^{19}(5.292 \cdot 10^{-9}) = 6.885 \cdot 10^{10}\text{cm}$$

3. Радиус Солнца (по экватору) согласно данным NASA [3]

$$R_\odot = 6.957 \cdot 10^{10}\text{cm}$$

Отклонение расчетного результата от данных наблюдений

$$\Delta = \frac{R_\odot - R_\odot^*}{R_\odot} = 0.0103$$

4. Необходимо отметить следующее:
   безразмерный параметр m_π/m_p, а также параметр m_p/m_π есть особые количественные параметры Солнечной системы.

Часть II

1. **Расчет, приведенный в части I, выполним в «обратном направлении»**
2. Радиус Солнца (по экватору) согласно данным NASA [3]

$$R_\odot = 6.957 \cdot 10^{10}\text{cm}$$

3. Расчетный радиус атома водорода (минимальный)

$$R_H^* = R_\odot \Big/ \frac{m_\pi}{m_p}$$

$$R_H^* = \frac{6.957 \cdot 10^{10}}{1.301 \cdot 10^{19}} = 5.347 \cdot 10^{-9}\text{cm}$$

4. Отклонение расчетного результата от значения: $R_H = 5.292 \cdot 10^{-9}$cm

$$\Delta = \frac{R_H - R_H^*}{R_H} = -0.0103$$

References

1. Planck, M. Ueber das Gesetz der Energieverteilung im Normalspectrum. *Annalen der Physik* **4,** 553—563 (1901).
2. NASA. *Planetary Fact Sheet – Metric* `https://web.archive.org/web/20191120134213/https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/`.
3. NASA. *Sun Fact Sheet* `https://web.archive.org/web/20191030204430/https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/sunfact.html`.
4. Titius, J. *Betrachtung über die Natur, vom Herrn Karl Bonnet* 7—8 (Leipzig, 1766).
5. Bode, J. *Anleitung zur Kenntniss des gestirnten Himmels* 2-е изд., 462 (Hamburg, 1772).
6. Bohr, N. *Philosophical Magazine* **26,** 1—25, 476—502, 857—875 (1913).

Appendix

Content analysis of article [1] (author of the article J.-A. Gu)

1. Three tables

Table 1: The conformity of the planetary orbits with the quantum energy levels.
(this table from article [1])

Planet	Mercury	Venus	Earth	Mars	Jupiter	Saturn	Uranus	Neptune
Mass (10^{24}kg)	0.330	4.87	5.97	0.642	1898	568	86.8	102
Orbital radius (10^6km)*	57.9	108.2	149.6	227.9	778.6	1433.5	2872.5	4495.1
Radius $n_i^2 r_0$ (10^6km)†	56.8	101.0	157.9	227.3	764.1	1420.9	2784.9	4603.7
Quantum number n_i	3	4	5	6	11	15	21	27
Ground-state radius	$r_0 = 6.315 \times 10^6$km							
Fractional error (%)	−1.84	−6.62	5.53	−0.245	−1.86	−0.880	−3.05	2.41
Root-mean-square of the eight fractional errors: 3.49%								

* The semi-major axis, i.e., the average distance from a planet to the sun.
† The expectation value of the radius for an s-state energy level.

Table 2: Fragment of table 3 (from our article)

Planet	**Calculation of L_r (results are expressed in ≪macro-units≫)**	**Orbital radius (10^{11}cm)**	**Orbital radius according to Titius-Bode calculation (10^{11}cm)**	**Error %**
1. Mercury	$8 = 8$	57.9	57.9	0
2. Venus	$8 + 3 \cdot 2^1 = 14$	108.2	101.4	−6.28
3. Earth	$8 + 3 \cdot 2^2 = 20$	149.6	144.8	−3.21
4. Mars	$8 + 3 \cdot 2^3 = 32$	227.9	231.7	1.67
5. Jupiter	$8 + 3 \cdot 2^5 = 104$	778.6	753.0	−3.29
6. Saturn	$8 + 3 \cdot 2^6 = 200$	1433.5	1448.0	1.01
7. (Uranus)	$8 + 3 \cdot 2^7 = 392$	2872.5	2838.1	−1.20
8. (Neptune)	—	4495.1	—	—
9. (Pluto)	—	5906.4	—	—

(The Titius-Bode quantization law is applicable at a distance of the planet from the Sun up to 20 AU.)

Table 3: Comparison of results of different calculations

Planet	**Orbital radius (10^{11}cm)**	**Orbital radius according to the formula $n_i^2 r_0$ (10^{11}cm)**	**Error %**	**Orbital radius according to Titius-Bode calculation (10^{11}cm)**	**Error %**
1. Mercury	57.9	56.8	−1.84	57.9	0
2. Venus	108.2	101.0	−6.62	101.4	−6.28
3. Earth	149.6	157.9	5.53	144.8	−3.21
4. Mars	227.9	227.3	−0.245	231.7	1.67
5. Jupiter	778.6	764.1	−1.86	753.0	−3.29
6. Saturn	1433.5	1420.9	−0.880	1448.0	1.01
7. (Uranus)	2872.5	2784.9	−3.05	2838.1	−1.20
8. (Neptune)	4495.1	4603.7	2.41	—	—
9. (Pluto)	—	—	—	—	—

Root mean square errors.

For the first four planets (1, 2, 3, 4)

- according to the quantization law (formula) $n_i^2 r_0$ 4.412%;
- according to the Titius-Bode quantization law (formula) 3.624%.

For the seven planets (from 1 to 7)

- according to the quantization law (formula) $n_i^2 r_0$ 3.613%;
- according to the Titius-Bode quantization law (formula) 3.066%.

2. Two approaches to calculating the orbital radius of the planets

A. A comparison of the calculation results in Table 3 shows that calculations according to the law (formula) $2^1, 2^2, 2^3, \ldots$ give significantly more accurate values of the orbital radii than calculations according to the law (formula) $n_i^2 r_0$.

B. **The law (formula) of quantization of orbital radii $\mathbf{2^1, 2^2, 2^3, \ldots}$ has no connection with the energy levels of the atom.**

C. According to physical chemistry, the number of manifested energy levels in atoms of chemical elements does not exceed seven (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7). **In nature, chemical elements with atoms manifesting energy levels of 11, 15, 21, 27 are unknown.**

D. The above means that the **statements of the author of article [1]**:

- in the title of article [1] (≪*The solar system mimics a hydrogen atom*≫);
- in the title of table 1 (≪*Correspondence of planetary orbits to quantum energy levels*≫);
- in the ≪Abstract≫;
- in other places in the text of the article;

do not have the necessary justification.

P.S. The International Astronomical Union changed Pluto's planetary status in August 2006. Pluto is now the largest (of all known) minor planet in the Solar System (not by mass, but by size). However—for the purposes of our article—we left Pluto as the ninth planet.

References for Appendix

1. Gu, J.-A. *The solar system mimics a hydrogen atom* 2014. https://arxiv.org/abs/1405.1654.