

ЗАКОН
БЕНФОРДА
в ядерной физике
и других областях
Д.Е.Ланской

*Семинар нашего отдела и нашей кафедры
В год 2021 а.д., в день дурака*

Речь пойдет:

- о драных таблицах логарифмов
- об улицах, городах и реках
- о содержимом компьютеров
- о выборах губернатора Пуэрто-Рико
- о коронавирусе
- и о другом

*Четверговый семинар на втором этаже в полчетвертого пополудни
В год 2021 от р.х., в самом начале второго квартала*

Речь пойдет:

- о драных таблицах логарифмов
- об улицах, городах и реках
- о содержимом компьютеров
- о выборах губернатора Пуэрто-Рико
- о коронавирусе
- и о другом

а также:

- о радиоактивных распадах
- об энергиях отделения
- о сечениях реакций
- об адронных ширинах
- и о другом

*Четверговый семинар на втором этаже в полчетвертого пополудни
В год 2021 от р.х., в самом начале второго квартала*

Саймон Ньюком (1835-1909)

Simon Newcomb, The Jones Hopkins University

Астроном, математик и экономист,
основатель и первый президент
American Physical Society. Его именем
назван кратер на Марсе.

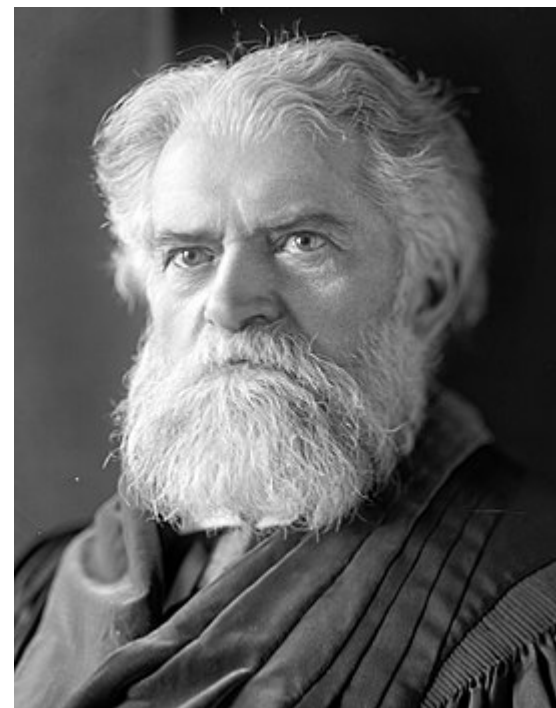
Simon Newcomb

Amer. J. Math. 4(1881)39-40

***Note on the Frequency of Use of the Different Digits in
Natural Numbers.***

BY SIMON NEWCOMB.

That the ten digits do not occur with equal frequency must be evident to any one making much use of logarithmic tables, and noticing how much faster the first pages wear out than the last ones. The first significant figure is oftener



Френк Бенфорд (1883-1948)

Frank Albert Benford, General Electric

Физик и инженер, придумал метод измерения показателя преломления в стекле и световую указку

Proc.Amer.Phil.Soc. 78(1938)551-572

Место
для фото
(4x6)

THE LAW OF ANOMALOUS NUMBERS

FRANK BENFORD

Physicist, Research Laboratory, General Electric Company,
Schenectady, New York

(Introduced by Irving Langmuir)

(Read April 22, 1937)

ABSTRACT

It has been observed that the first pages of a table of common logarithms show more wear than do the last pages, indicating that more used numbers begin with the digit 1 than with the digit 9. A compilation of some 20,000 first digits

ЗАКОН БЕНФОРДА

$$p(n) = \lg\left(\frac{n+1}{n}\right)$$

Dig.				First Digit.	Second Digit.
0	0.1197
1	.	.	.	0.3010	0.1139
2	.	.	.	0.1761	0.1088
3	.	.	.	0.1249	0.1043
4	.	.	.	0.0969	0.1003
5	.	.	.	0.0792	0.0967
6	.	.	.	0.0669	0.0934
7	.	.	.	0.0580	0.0904
8	.	.	.	0.0512	0.0876
9	.	.	.	0.0458	0.0850

Ньюком:

всякое число можно
записать в виде

$$10^{r+s},$$

где r -целое.

Закон выполняется,
если s

распределено
равномерно.

Распределение Бенфорда удовлетворяет условию скейлинга: оно не изменяется при умножении всех значений на один и тот же коэффициент

Если закон Бенфорда выполняется в десятичной системе исчисления, то выполняется и в любой другой. Наоборот, если распределение не изменяется при переходе к любой другой системе счисления, то оно - бенфордовское.

Когда выполняется закон Бенфорда?

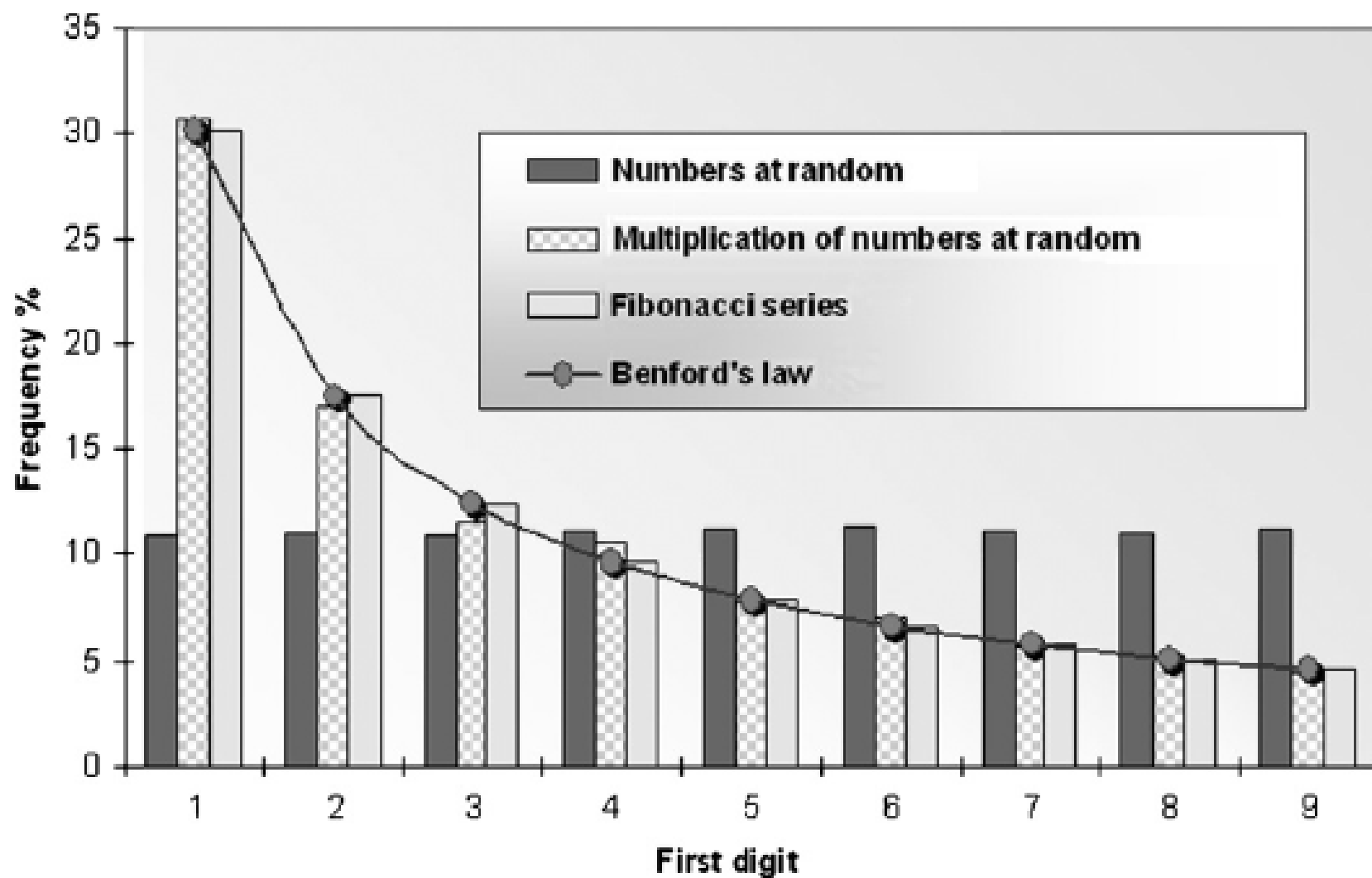
Из математики:

Выполняется для 2^N , $N!$, биномиальных коэффициентов, чисел Фибоначчи

Не выполняется: для $1/N$, \sqrt{N} , N^2

Из физики и практики - нужно проверять эмпирически!

Библиография: benfordonline.net



Torres et al. Eur.J.Phys. 28(2007)L17

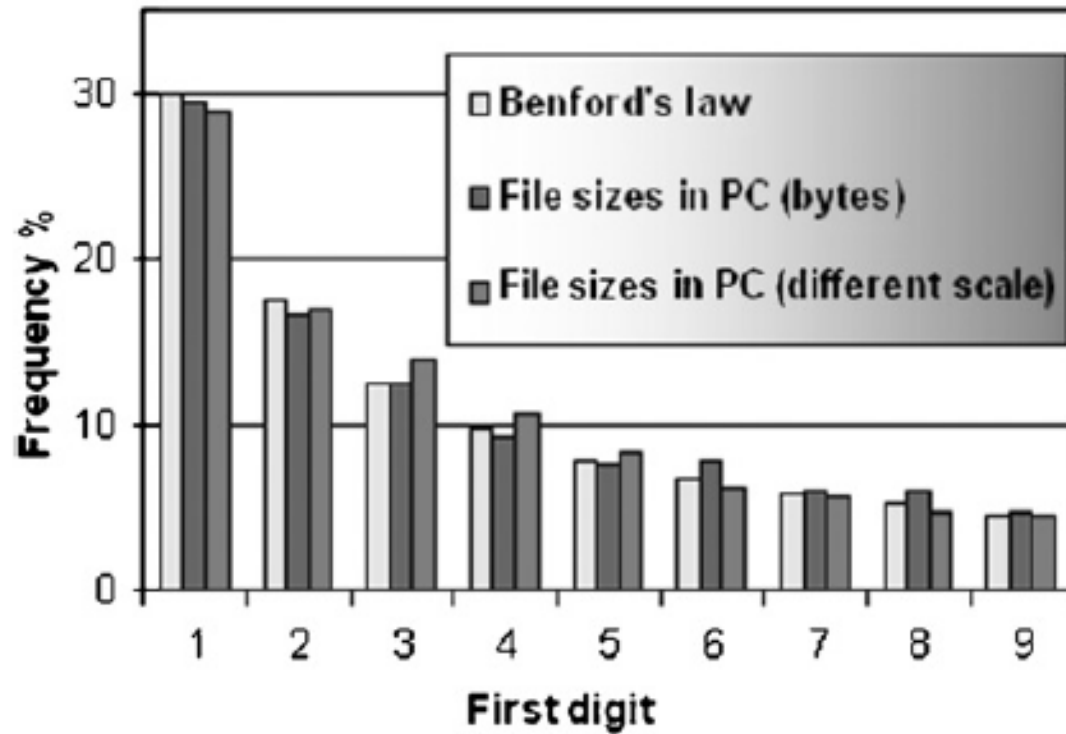
Примеры Бенфорда

TABLE I

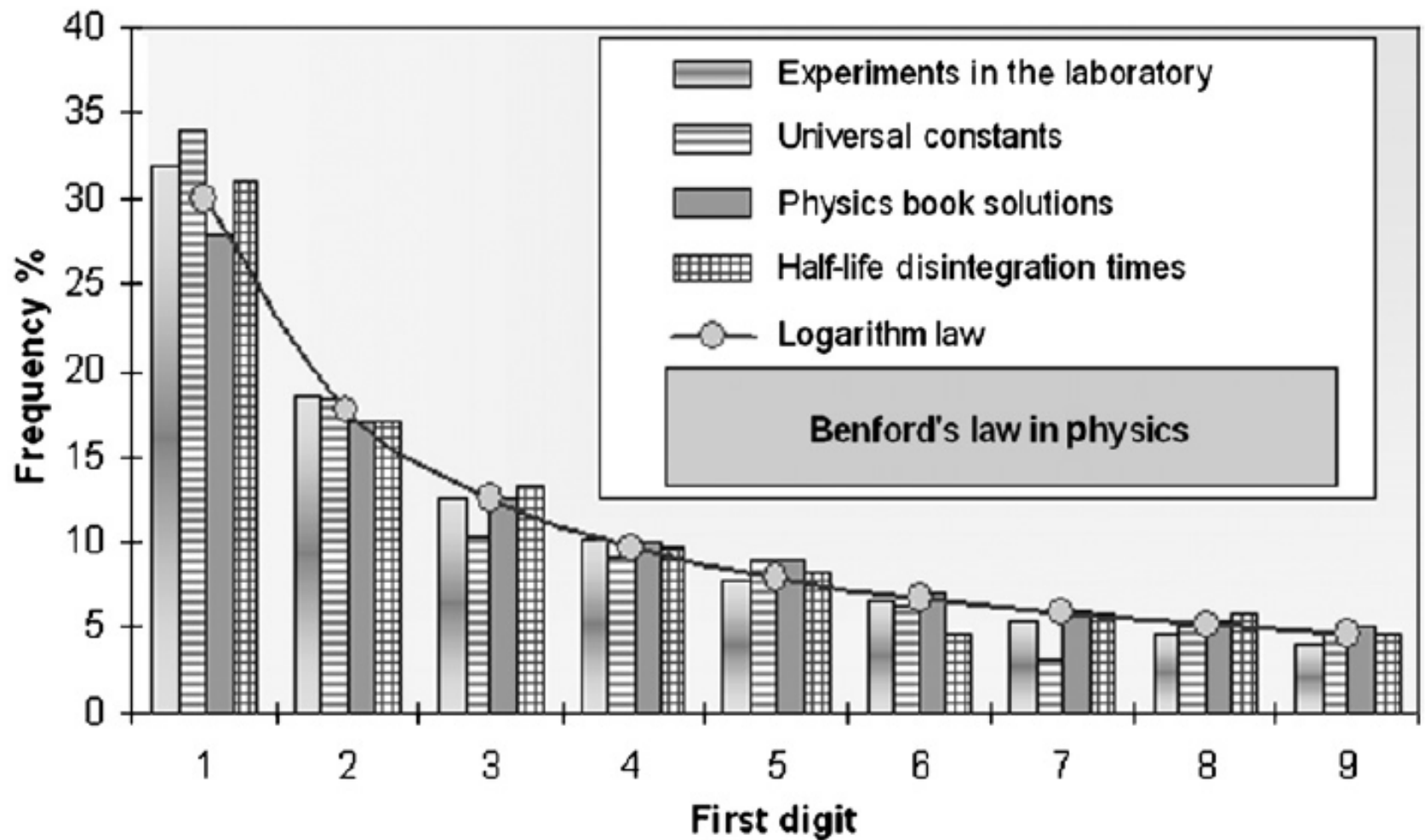
PERCENTAGE OF TIMES THE NATURAL NUMBERS 1 TO 9 ARE USED AS FIRST DIGITS IN NUMBERS, AS DETERMINED BY 20,229 OBSERVATIONS

Group	Title	First Digit									Count
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A	Rivers, Area	31.0	16.4	10.7	11.3	7.2	8.6	5.5	4.2	5.1	335
B	Population	33.9	20.4	14.2	8.1	7.2	6.2	4.1	3.7	2.2	3259
C	Constants	41.3	14.4	4.8	8.6	10.6	5.8	1.0	2.9	10.6	104
D	Newspapers	30.0	18.0	12.0	10.0	8.0	6.0	6.0	5.0	5.0	100
E	Spec. Heat	24.0	18.4	16.2	14.6	10.6	4.1	3.2	4.8	4.1	1389
F	Pressure	29.6	18.3	12.8	9.8	8.3	6.4	5.7	4.4	4.7	703
G	H.P. Lost	30.0	18.4	11.9	10.8	8.1	7.0	5.1	5.1	3.6	690
H	Mol. Wgt.	26.7	25.2	15.4	10.8	6.7	5.1	4.1	2.8	3.2	1800
I	Drainage	27.1	23.9	13.8	12.6	8.2	5.0	5.0	2.5	1.9	159
J	Atomic Wgt.	47.2	18.7	5.5	4.4	6.6	4.4	3.3	4.4	5.5	91
K	n^{-1}, \sqrt{n}, \dots	25.7	20.3	9.7	6.8	6.6	6.8	7.2	8.0	8.9	5000
L	Design	26.8	14.8	14.3	7.5	8.3	8.4	7.0	7.3	5.6	560
M	<i>Digest</i>	33.4	18.5	12.4	7.5	7.1	6.5	5.5	4.9	4.2	308
N	Cost Data	32.4	18.8	10.1	10.1	9.8	5.5	4.7	5.5	3.1	741
O	X-Ray Volts	27.9	17.5	14.4	9.0	8.1	7.4	5.1	5.8	4.8	707
P	Am. League	32.7	17.6	12.6	9.8	7.4	6.4	4.9	5.6	3.0	1458
Q	Black Body	31.0	17.3	14.1	8.7	6.6	7.0	5.2	4.7	5.4	1165
R	Addresses	28.9	19.2	12.6	8.8	8.5	6.4	5.6	5.0	5.0	342
S	$n^1, n^2 \dots n!$	25.3	16.0	12.0	10.0	8.5	8.8	6.8	7.1	5.5	900
T	Death Rate	27.0	18.6	15.7	9.4	6.7	6.5	7.2	4.8	4.1	418
Average		30.6	18.5	12.4	9.4	8.0	6.4	5.1	4.9	4.7	1011
Probable Error		± 0.8	± 0.4	± 0.4	± 0.3	± 0.2	± 0.2	± 0.2	± 0.2	± 0.3	—

Размер файлов в компьютере

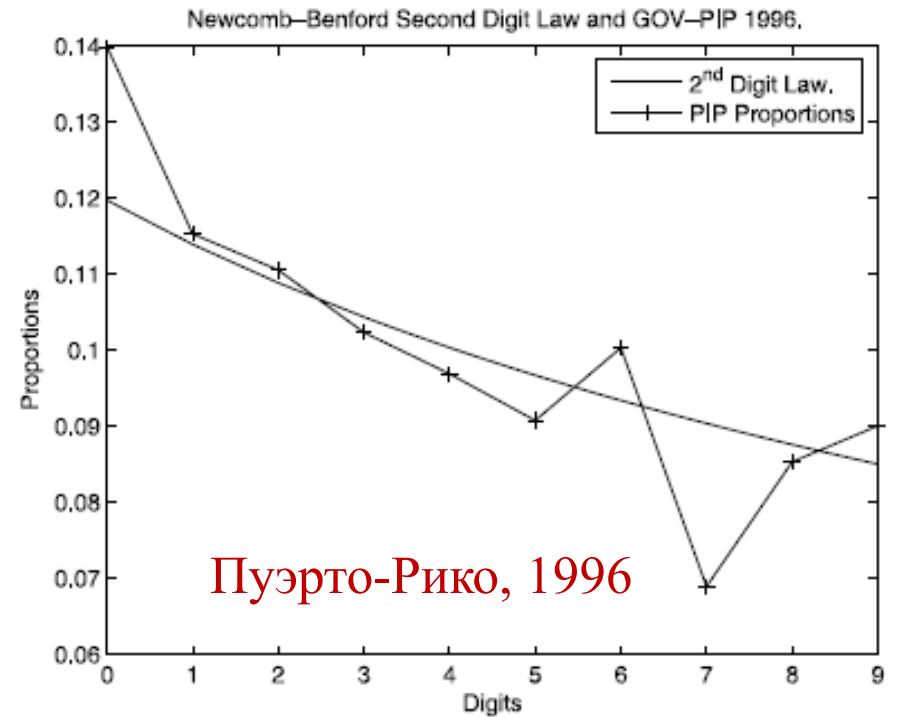
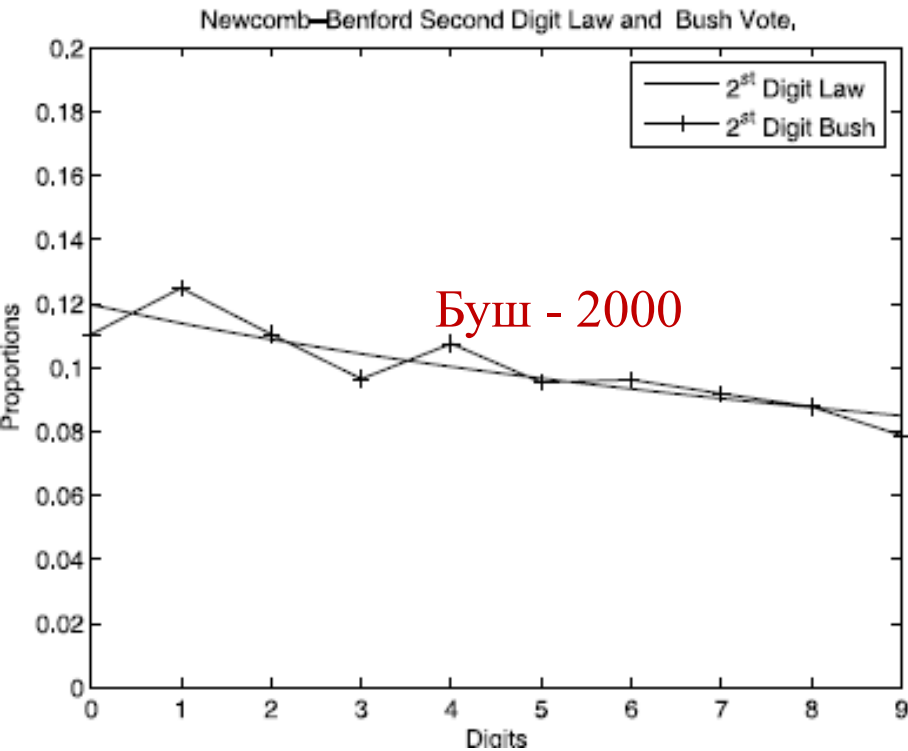


Torres et al. Eur.J.Phys. 28(2007)L17



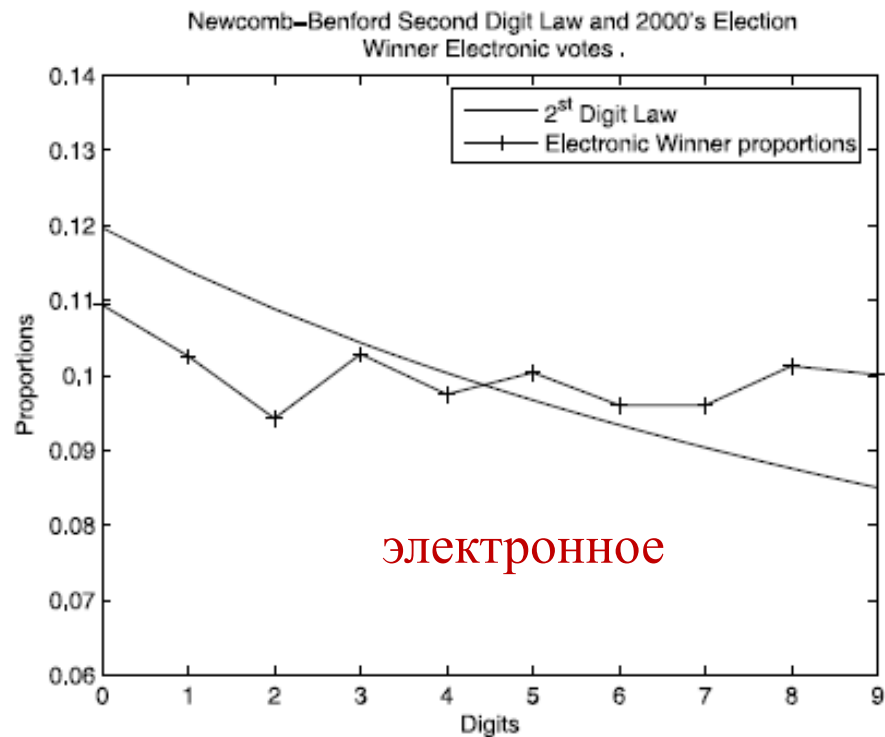
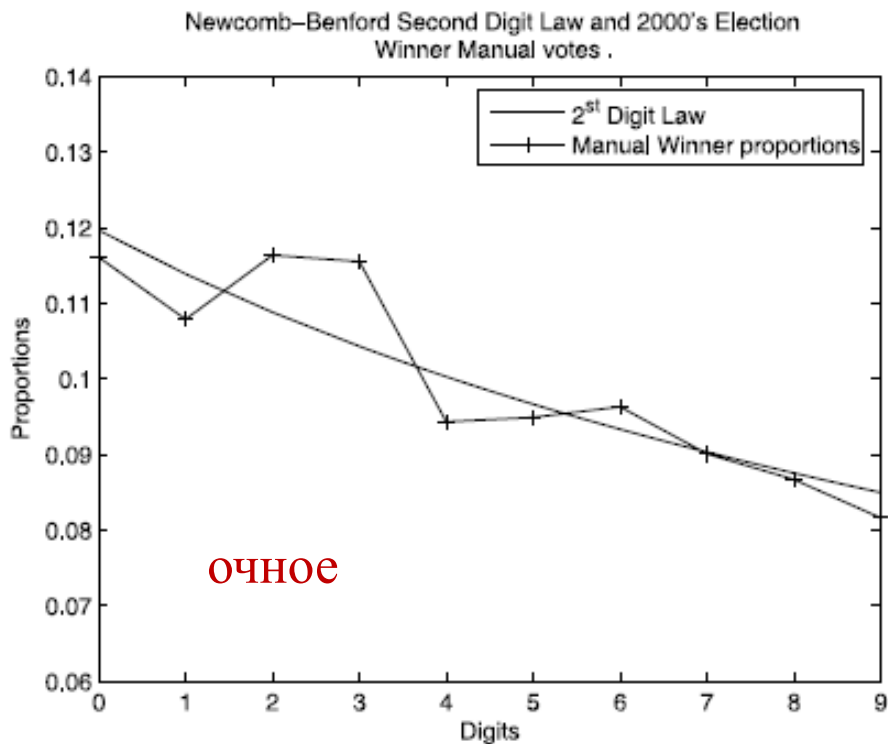
Torres et al. Eur.J.Phys. 28(2007)L17

Выборы



Pericchi and Torres, Stat.Sci. 26(2011)502

Выборы



Венесуэла, 2000

Pericchi and Torres, Stat.Sci. 26(2011)502

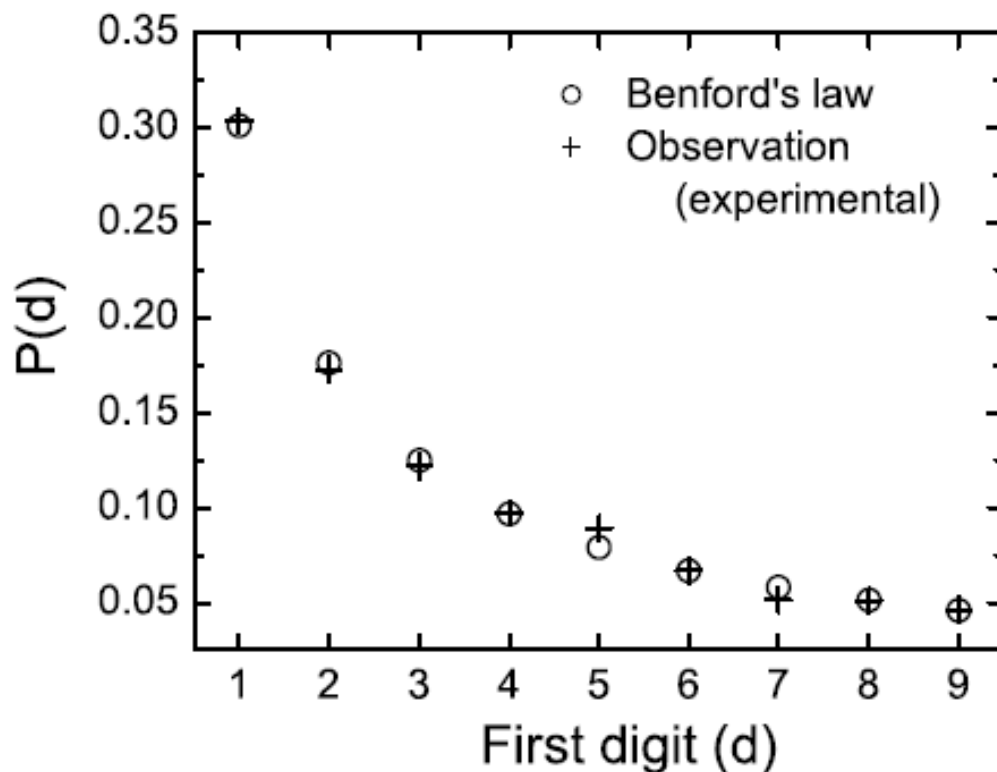
Заболееваемость covid-19 в 216 странах и территориях (на 28.03.2021)

	Jones Hopkins Univ.	σ	Закон Бенфорда
1	60	6.7	65.0
2	46	5.6	38.0
3	27	4.9	27.0
4	23	4.3	21.0
5	10	4.0	17.1
6	14	3.7	14.5
7	9	3.4	12.5
8	15	3.2	11.0
9	12	3.1	9.9

Периоды полураспадов

Первая попытка: Buck et al. Eur.J.Phys. 14(1993)59.

Ni and Ren. Eur.Phys.J. A38(2008)251



AME-2003
3553 числа, α -,
 β -распады,
деление

Периоды полураспадов

Ni and Ren. Eur.Phys.J. A38(2008)251

d	Estimated (416) $N_{obs} (N_{Ben})$	Experimental (3553) $N_{obs} (N_{Ben})$	All (3969) $N_{obs} (N_{Ben})$
1	134 (125.2 ± 9.4)	1079 (1069.6 ± 27.3)	1213 (1194.8 ± 28.9)
2	73 (73.2 ± 7.8)	613 (625.6 ± 22.7)	686 (698.9 ± 24.0)
3	72 (52.0 ± 6.7)	432 (443.9 ± 19.7)	504 (495.9 ± 20.8)
4	20 (40.3 ± 6.0)	346 (344.3 ± 17.6)	366 (384.6 ± 18.6)
5	58 (32.9 ± 5.5)	317 (281.3 ± 16.1)	375 (314.3 ± 17.0)
6	33 (27.8 ± 5.1)	237 (237.9 ± 14.9)	270 (265.7 ± 15.7)
7	7 (24.1 ± 4.8)	183 (206.0 ± 13.9)	190 (230.2 ± 14.7)
8	15 (21.3 ± 4.5)	181 (181.7 ± 13.1)	196 (203.0 ± 13.9)
9	4 (19.0 ± 4.3)	165 (162.6 ± 12.4)	169 (181.6 ± 13.2)
χ^2	70.06	8.50	23.27

Benford's Law and β -Decay Half-Lives*

NI Dong-Dong,^{1,†} WEI Lai,¹ and REN Zhong-Zhou^{1,2,‡}

CHIN. PHYS. LETT. Vol. 28, No. 3 (2011) 032101

Benford's Law in Nuclear Structure Physics *

JIANG Hui(姜慧)^{1,2}, SHEN Jia-Jie(沈佳杰)², ZHAO Yu-Min (赵玉民)^{2,3,4**}

Eur. Phys. J. A (2011) **47**: 78

DOI 10.1140/epja/i2011-11078-3

THE EUROPEAN
PHYSICAL JOURNAL A

Regular Article – Theoretical Physics

Benford's law and cross-sections of $A(n, \alpha)B$ reactions

X.J. Liu¹, X.P. Zhang^{1,2,a}, D.D. Ni¹, and Z.Z. Ren^{1,3}

FIRST DIGIT DISTRIBUTION OF HADRON FULL WIDTH

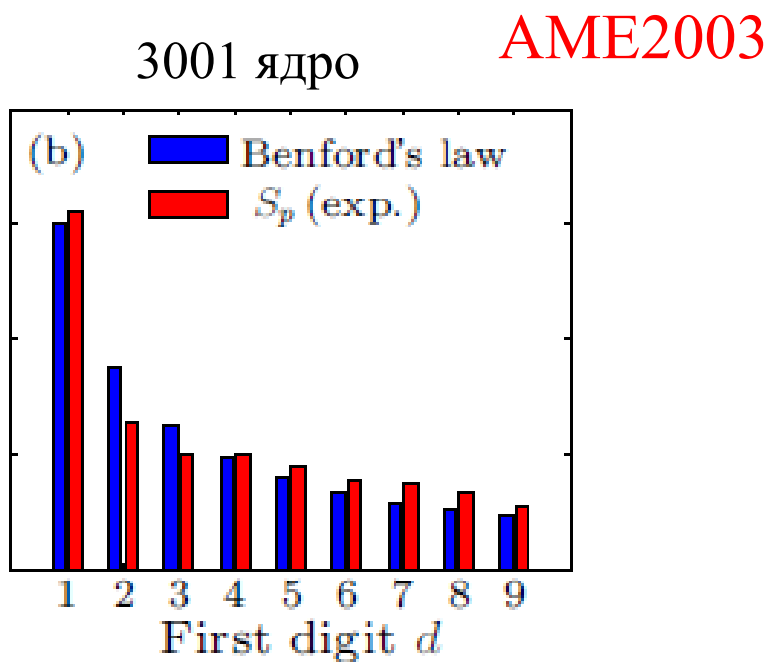
LIJING SHAO

*School of Physics and State Key Laboratory of Nuclear Physics and Technology,
Peking University, Beijing 100871, China*

BO-QIANG MA

*School of Physics and State Key Laboratory of Nuclear Physics and Technology,
Peking University, Beijing 100871, China*

Энергии отделения нуклонов



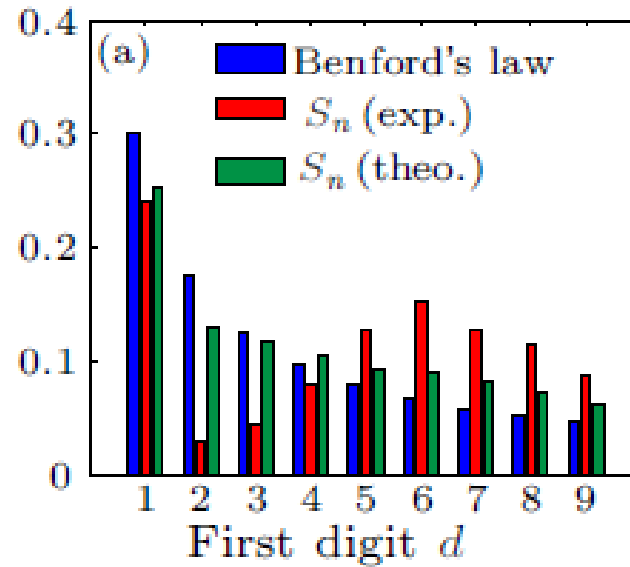
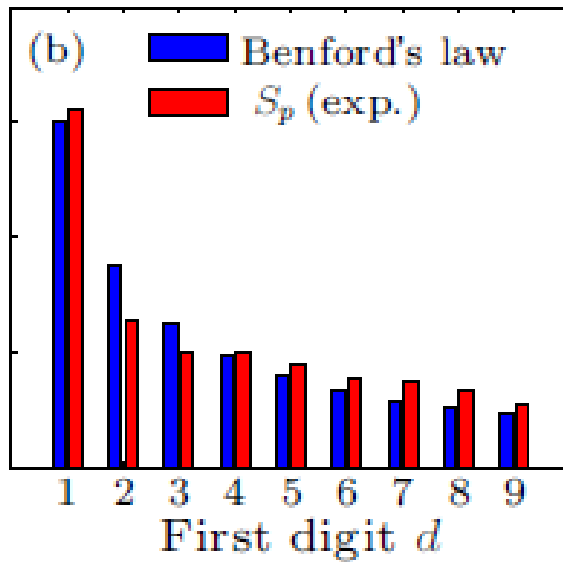
Jiang et al. Chin.Phys.Lett. 28(2011)032101

Энергии отделения нуклонов

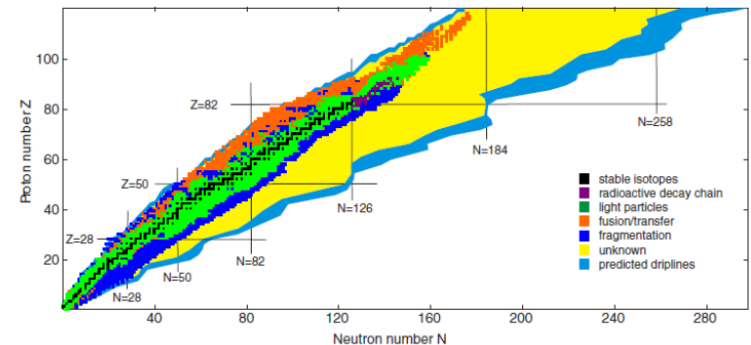
3001 ядро

AME2003

3060 ядер

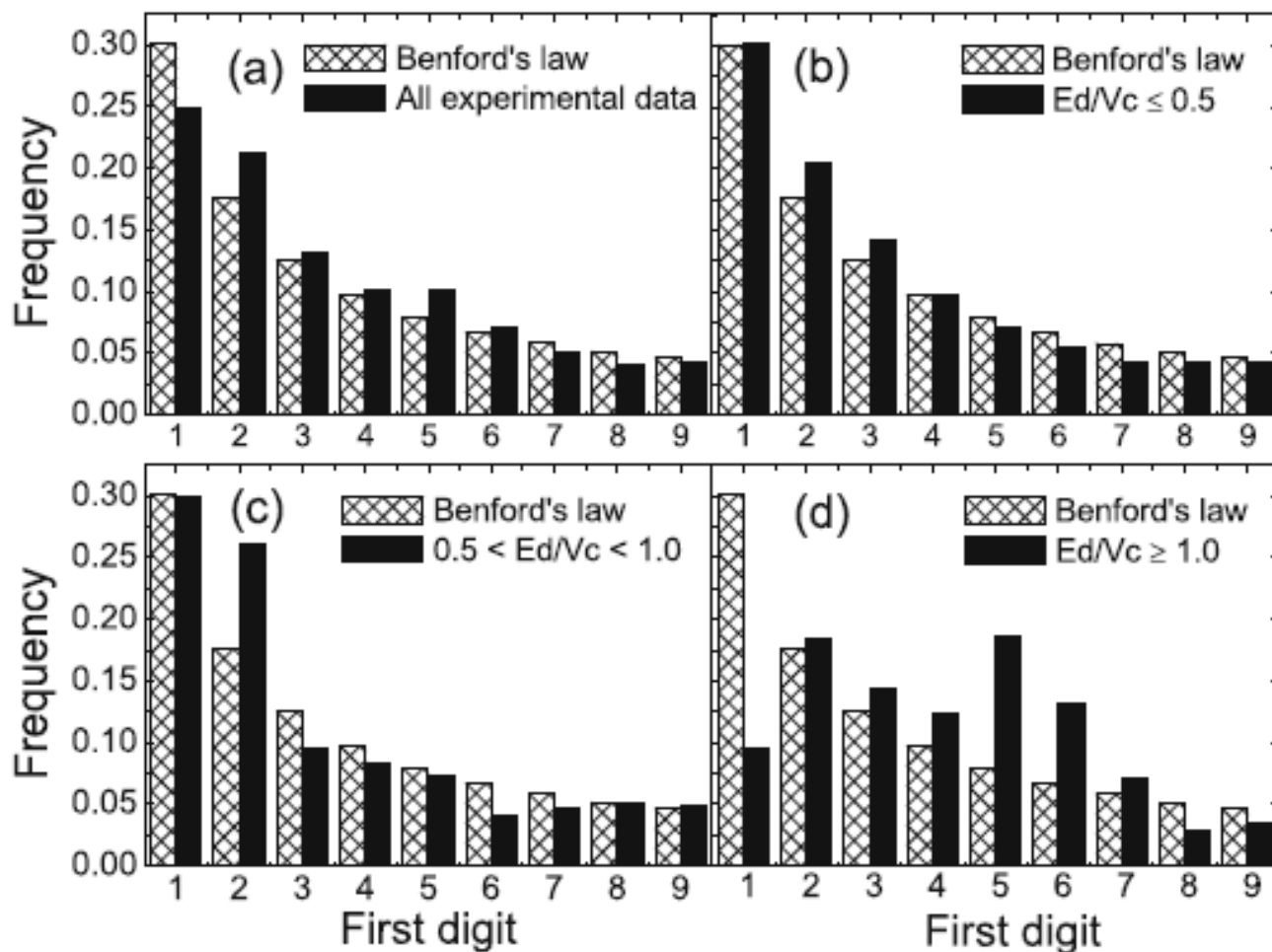


Jiang et al. Chin.Phys.Lett. 28(2011)032101



Сечения реакции (n, α)

2965 значений,
 $A \geq 90$,
до энергии
нейтрона
384 МэВ

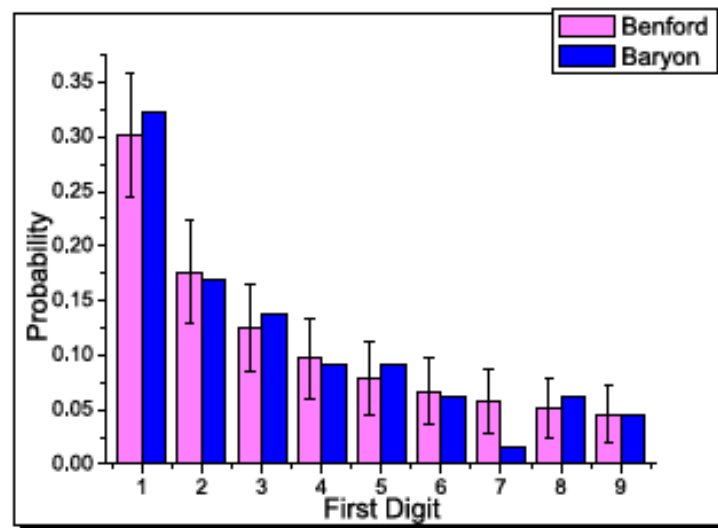
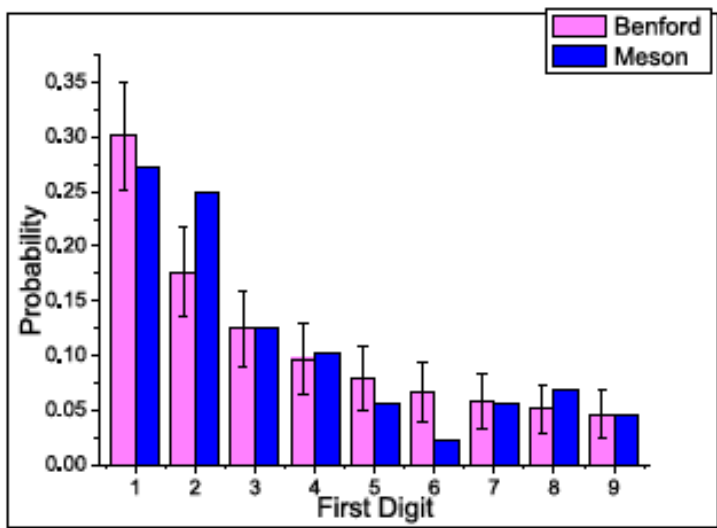


E_d - энергия
 α -частицы

V_c - высота
кулоновского
барьера

Ширины адронов

88+65 значений



Shao and Ma. Mod.Phys.Lett. A24(2009)3275

Лисин Сергей Сергеевич

Анализ, оценка и систематика ядерных данных
для исследований в области ядерной
спектроскопии и структуры ядра

Специальность 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Дубна – 2020

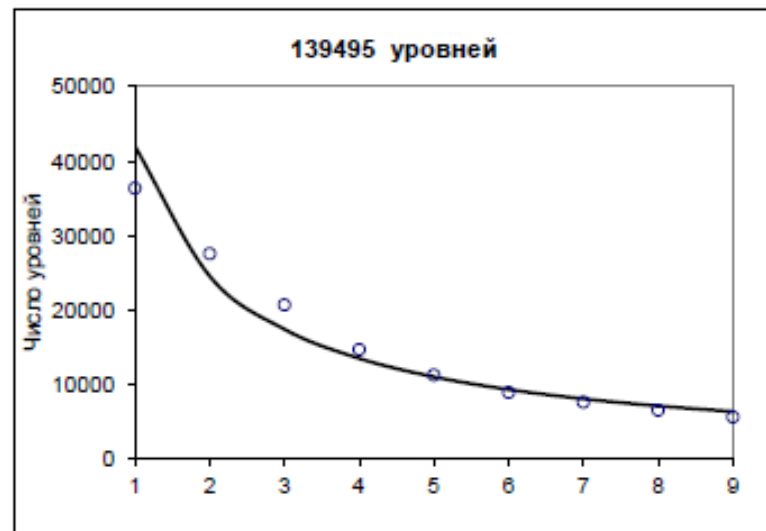


Рис.17. Распределение энергий ядерных уровней по первой значащей цифре. Число уровней с энергией, начинающейся на k , изображено кружочками, расчётное значение по формуле (17) – линия

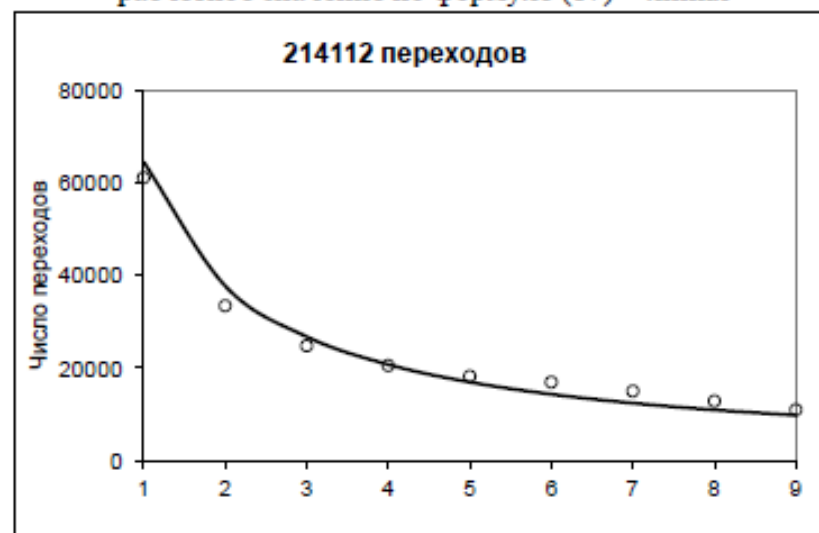


Рис. 18 Распределение энергии переходов по первой значащей цифре

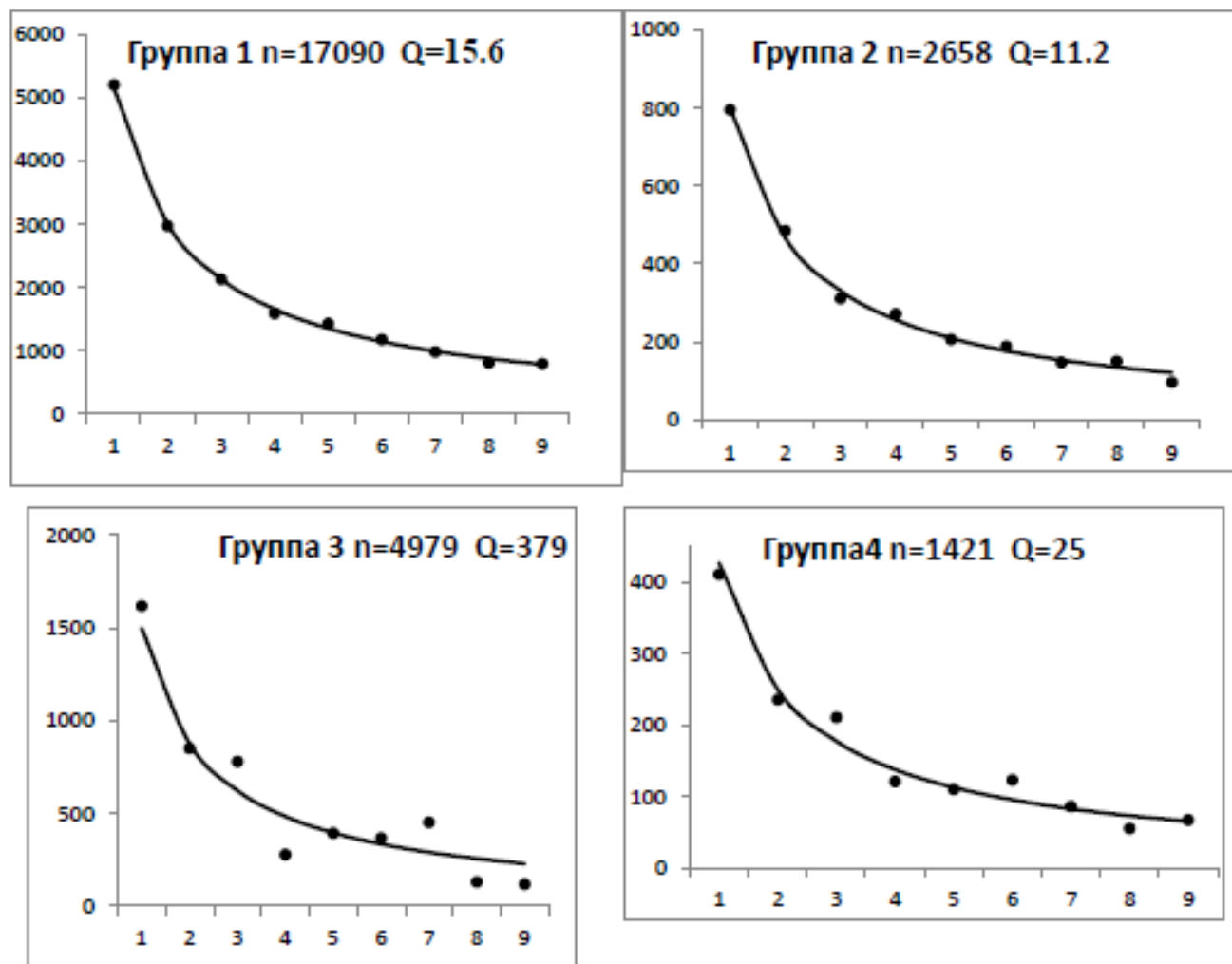
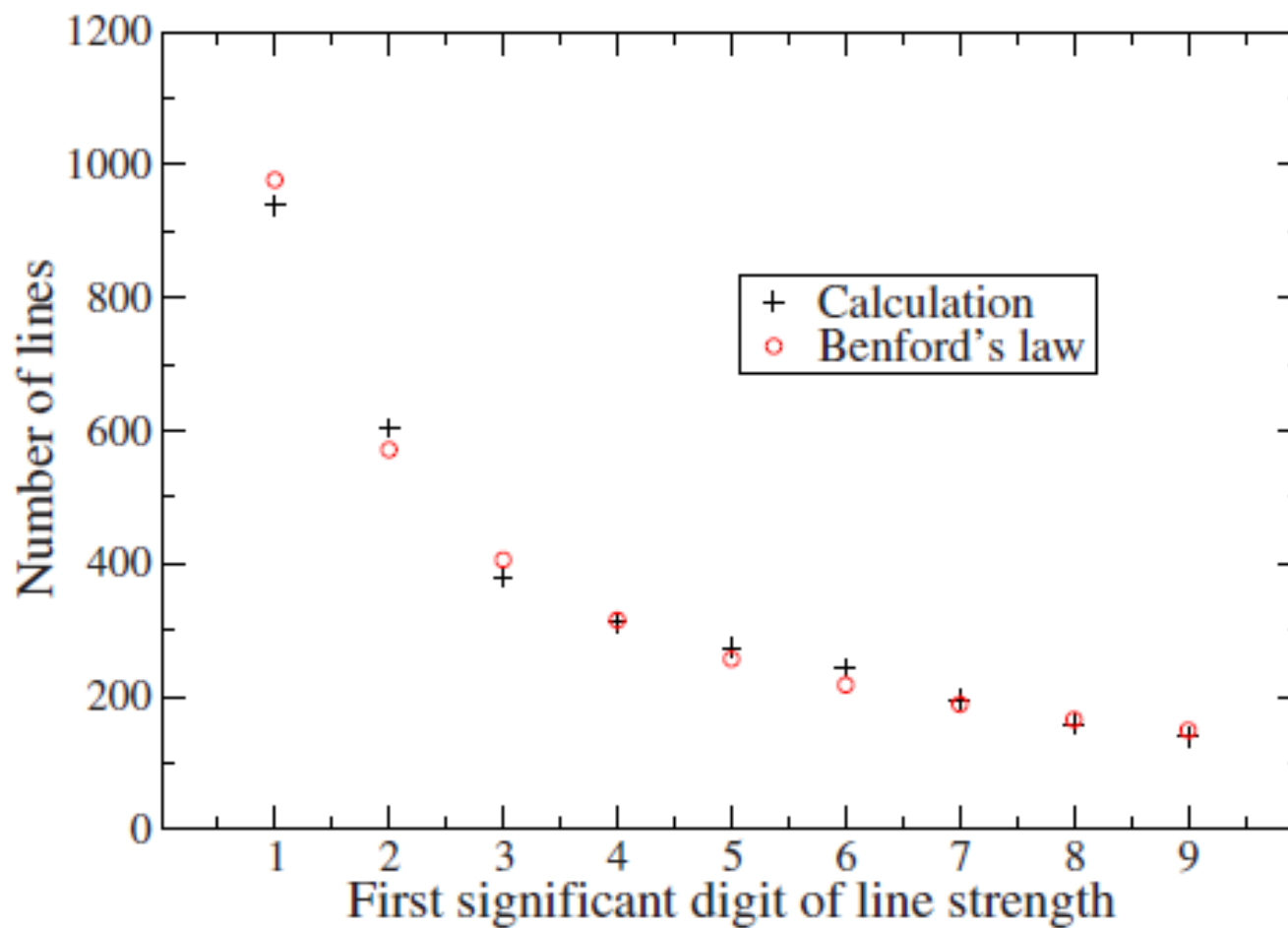


Рис.59. Проверка соответствия закону Бенфорда распределения ядерных времен жизни $T_{1/2}$, в сек., по первой значащей цифре

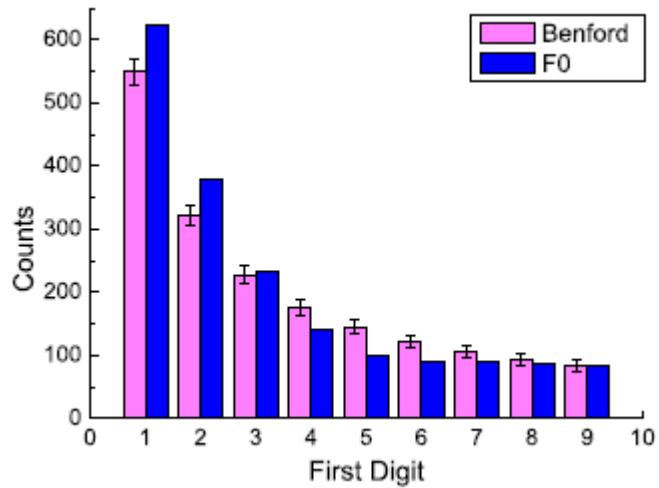
Силы переходов $3d^6 \rightarrow 3d^5 4p$ в восьмизарядном ионе германия (расчет)



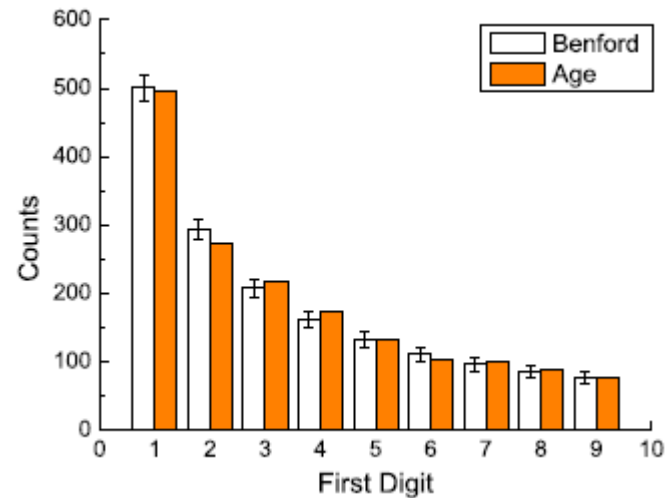
Pain. Phys.Rev. E77(2008)012102

Пульсары

Частота



Скорость изменения частоты



Shao and Ma/ Astropart.Phys. 33(2010)255

СПАСИБО