

Bioinformacioni problem genetskog koda

**Miloje M. Rakočević
Odsek za hemiju, PMF, Niš**

(17. 11. 2010.)

www.rakocevcode.rs

Google (medline search)
(arXiv)

Rakocevic

milemirkov@nadlanu.com
milojemirkov@gmail.com

Genetic code golden mean

Genetic code harmonic system



Search Results from the [National Library of Medicine](#) and [PubMed](#).
[Disclaimer Notice](#)

[New Search](#) [Save Selected Items](#) [Email Query](#) [Save Query](#) :genetic code golden mean

Items 1 - 2 of 2

- Abstract Available - TOC - Available as PDF - Scanned PDF

[Select All](#) [Add Selected Items to cart](#) [Add Selected Items and Checkout](#) [Email Results](#)

Export selected citation in EndNote Export

Even if you cannot find what you are looking for, [click here](#) to order it online.

1: [The genetic code as a Golden mean determined system.](#)
Author:RakoceviÄ MM, Volume:46 Issue:3, Page:283-91 Year:1998

Source:*Biosystems*, ID:9668964

2: [Modern coding sequences are in the periodic-to-chaotic transition.](#)

Author:Ohno S, Volume:32 Issue:, Page:512-9 Year:1989
Source:*Haematol Blood Transfus*, ID:2625261

[Select All](#) [Add Selected Items to cart](#) [Add Selected Items and Checkout](#)



Search Results from the [National Library of Medicine](#) and [PubMed](#).
[Disclaimer Notice](#)

[New Search](#) [Save Selected Items](#) [Email Query](#) [Save Query](#) :genetic code
harmonic system

Found 1 Item

- Abstract Available - TOC - Available as PDF - Scanned PDF

[Select All](#) [Add Selected Items to cart](#) [Add Selected Items and Checkout](#) [Email Results](#)

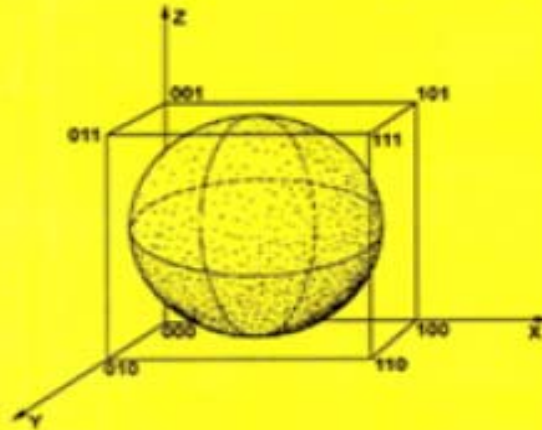
Export selected citation in EndNote Export

Even if you cannot find what you are looking for, [click here](#) to order it online.

1: [A harmonic structure of the genetic code.](#)
Author:Rakocević MM, Volume:229 Issue:2, Page:221-34 Year:2004
Source:*J Theor Biol*, ID:15207477

[Select All](#) [Add Selected Items to cart](#) [Add Selected Items and Checkout](#)

Miloje M. Rakočević

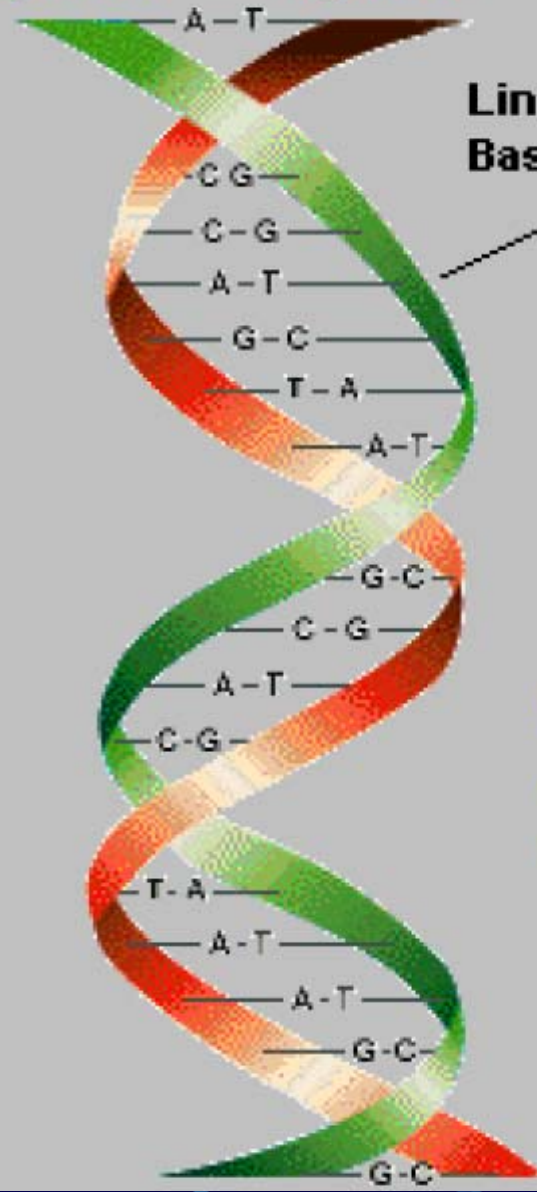


**GENETIC CODE
AS A
UNIQUE SYSTEM**

SKC NIŠ, 1997.

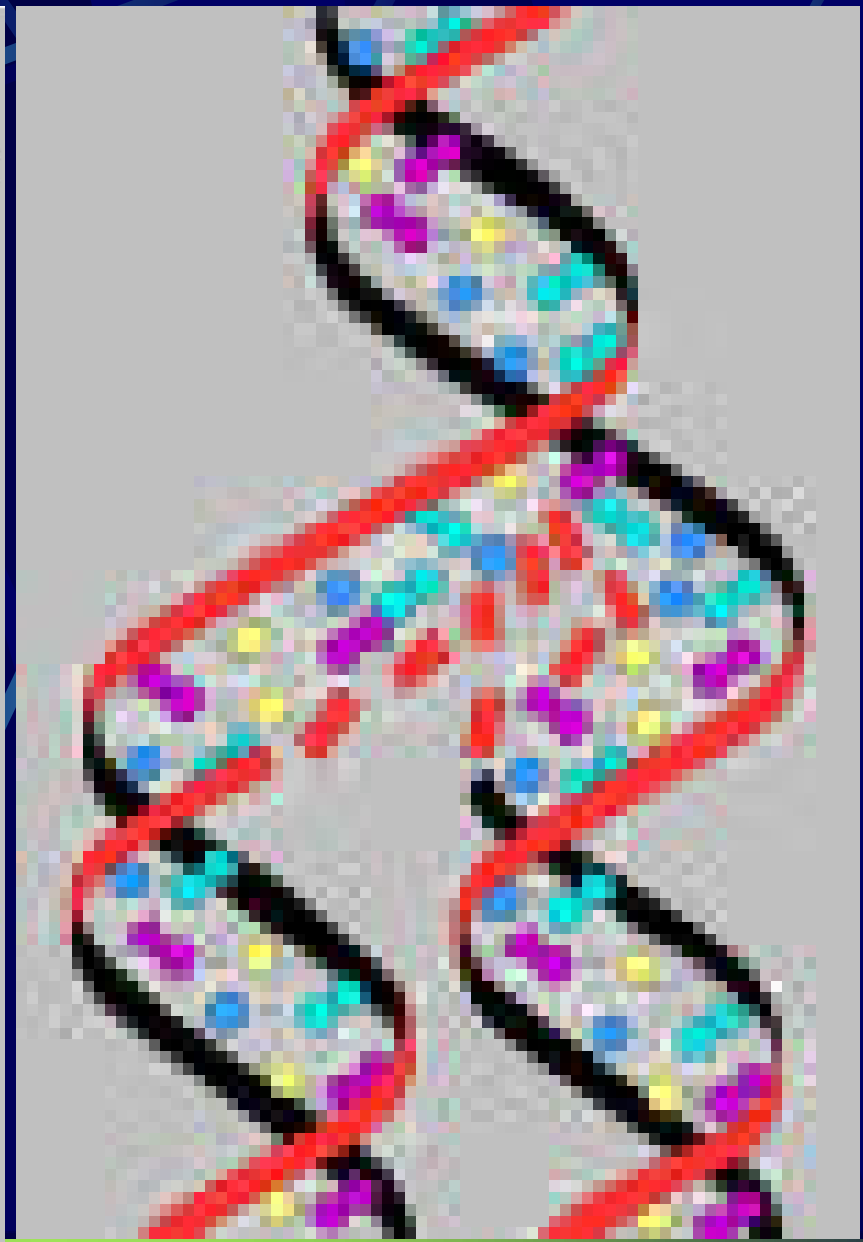
Spiral A

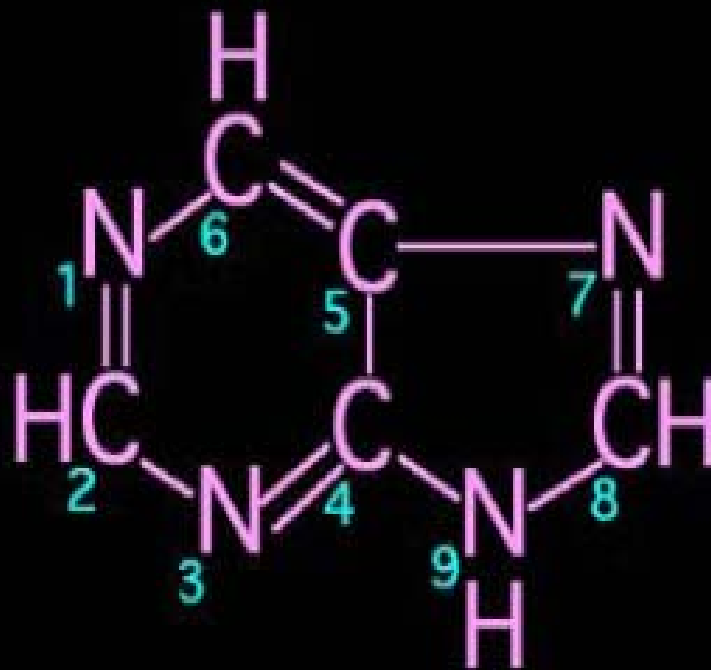
Spiral B



Linking Nitrogen Bases

A = adenine
T = thymine
G = guanine
C = cytosine

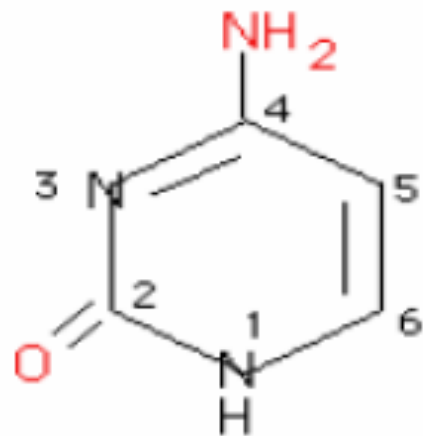




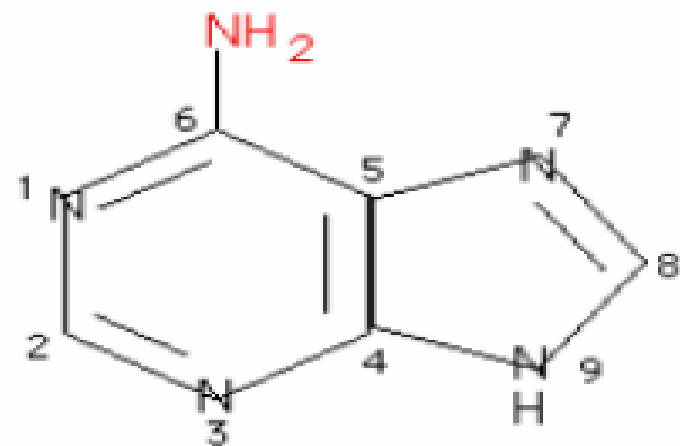
Purine



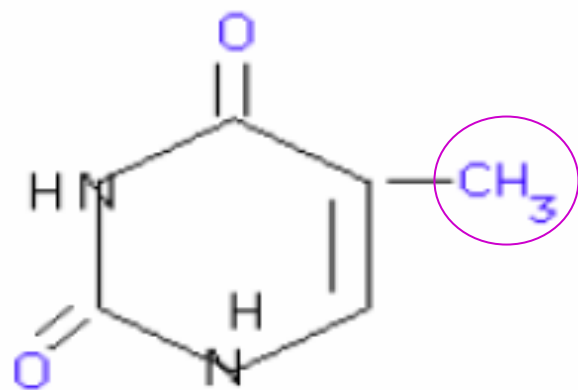
Pyrimidine



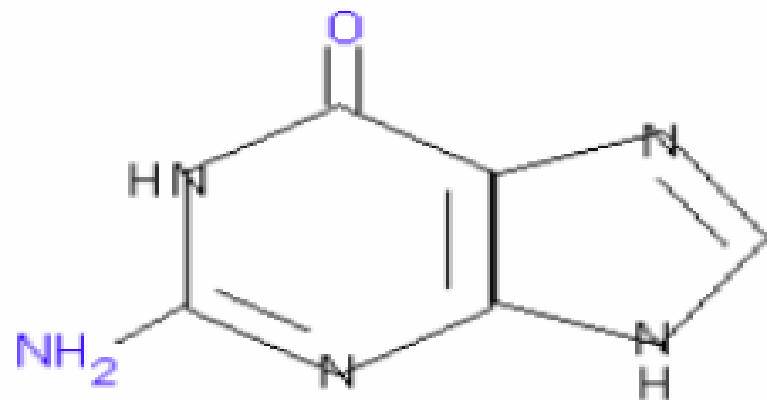
Cytosine



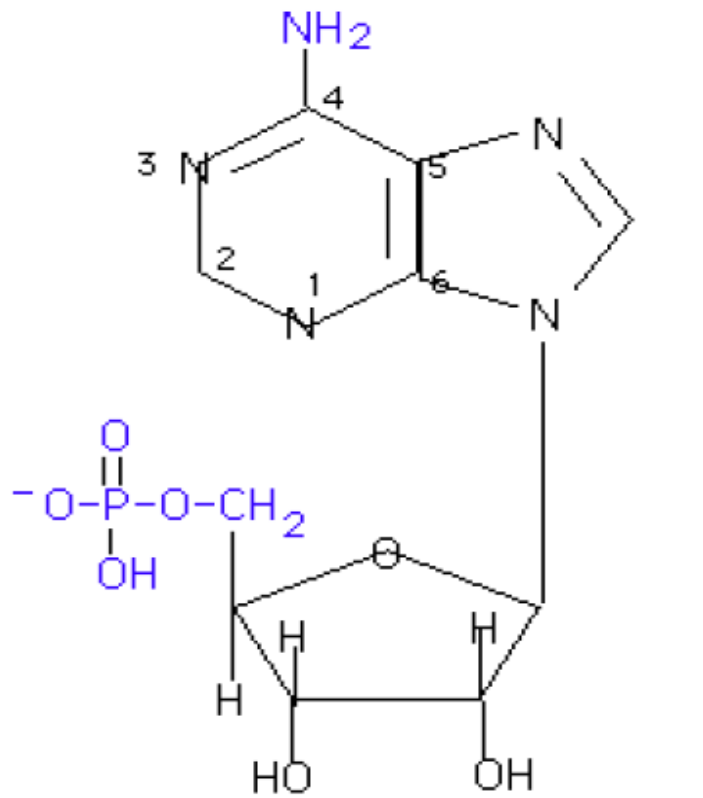
Adenine



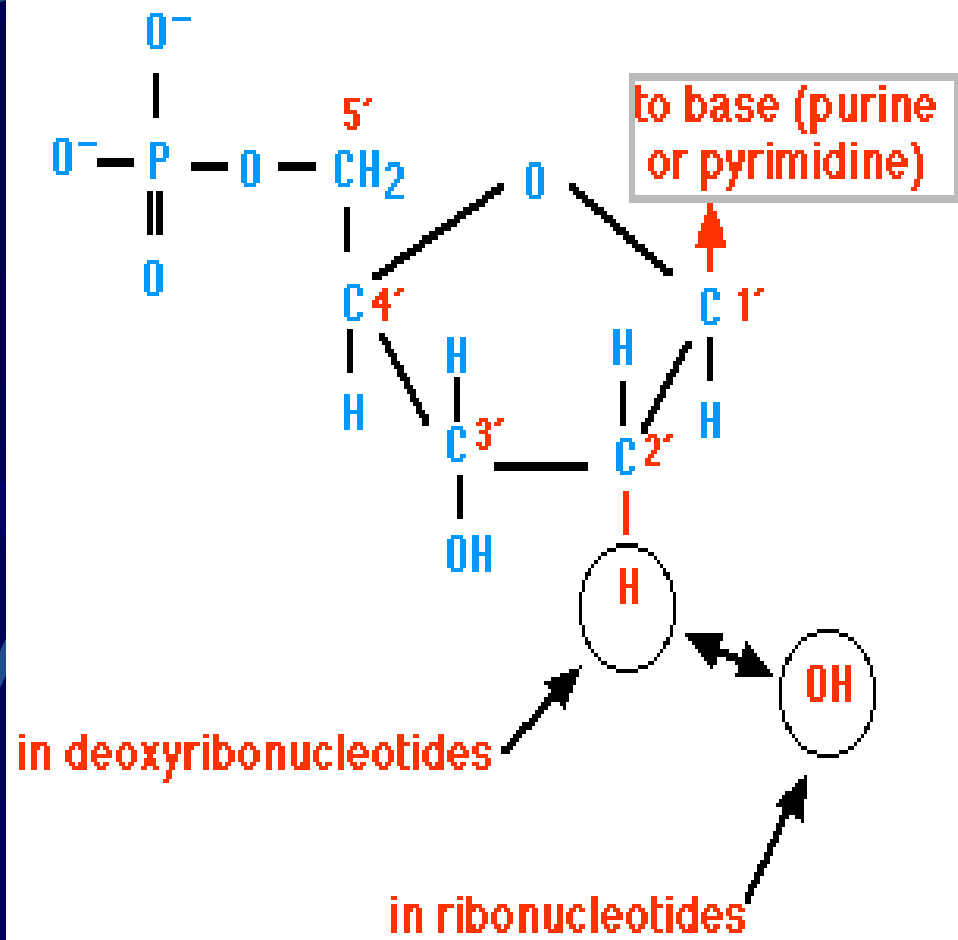
Thymine



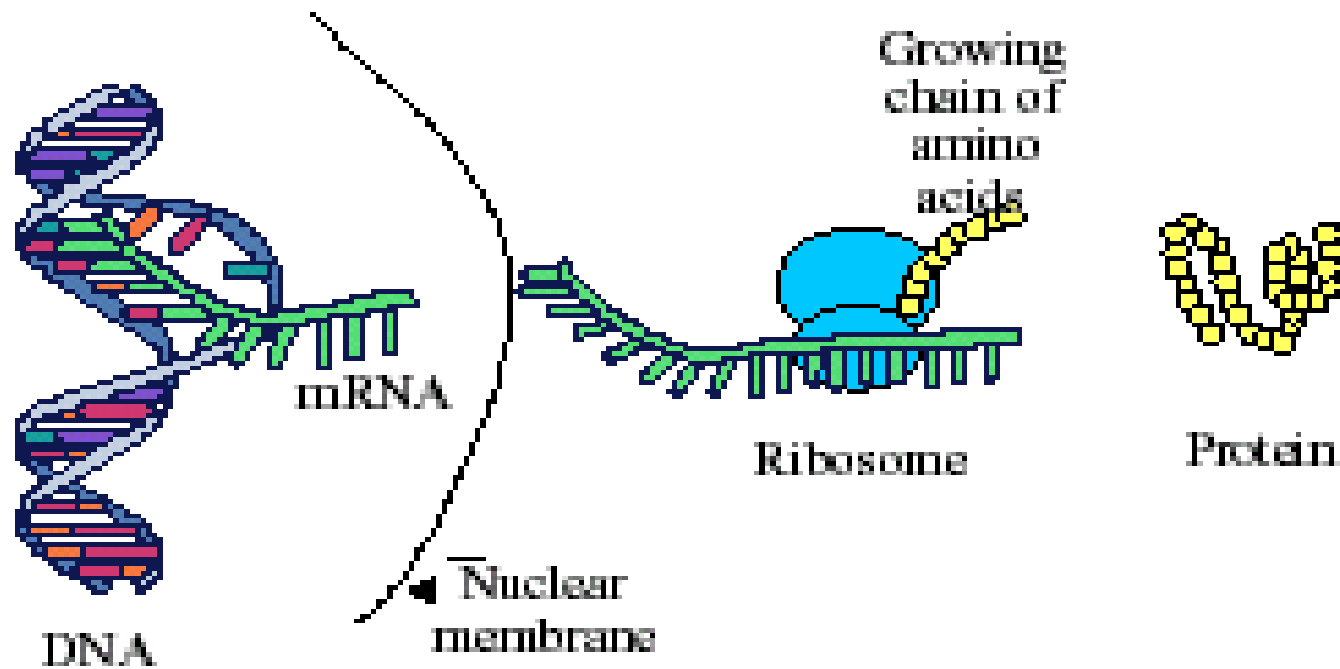
Guanine

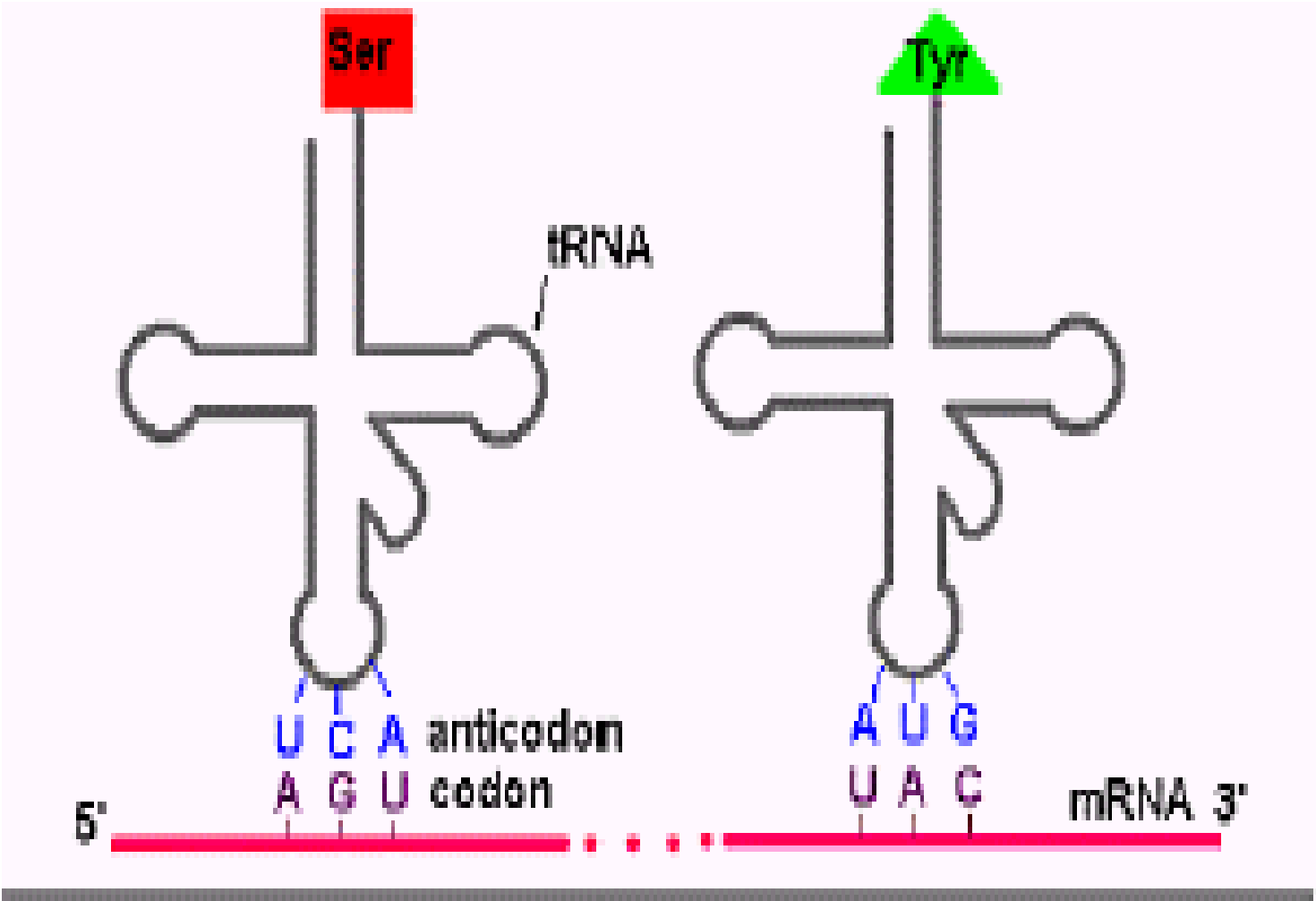


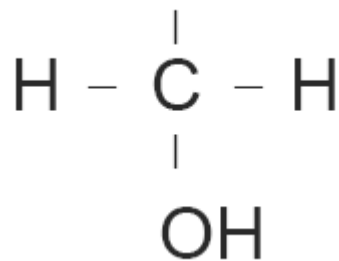
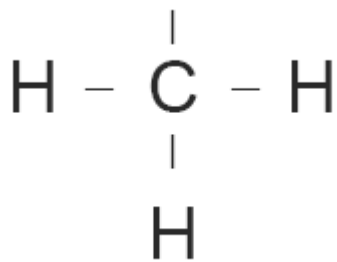
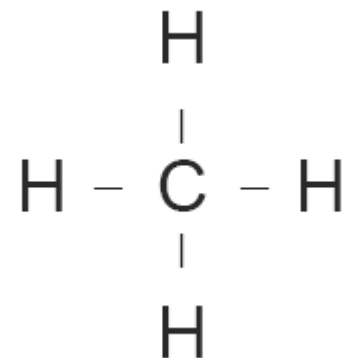
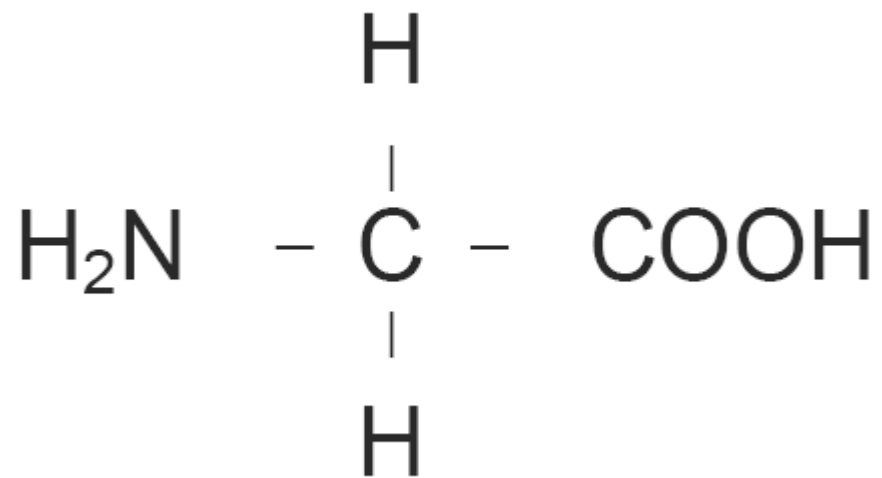
Adenosine Monophosphate
AMP



Expression of genetic information

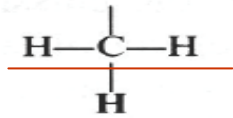




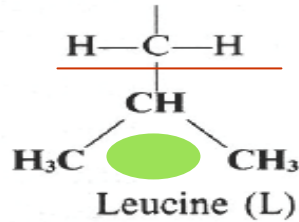


SH

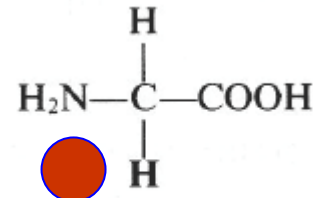
Popov, E.M, *Intern. J. Quant. Chem.*, 16, 1979
 Rakočević & Jokić, *J. Theor. Biol.*, 183, 1996



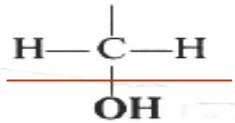
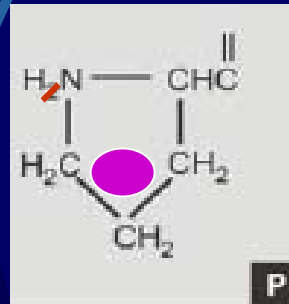
Alanine (A)



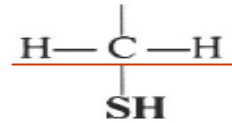
Leucine (L)



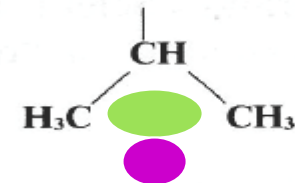
Glycine (G)



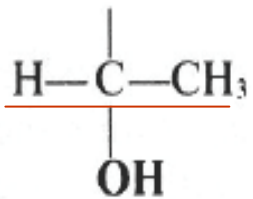
Serine (S)



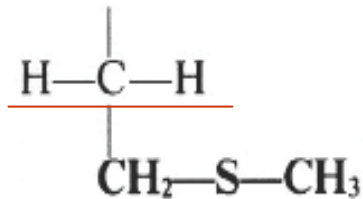
Cysteine (C)



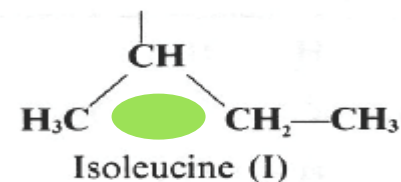
Valine (V)



Threonine (T)



Methionine (M)



Isoleucine (I)

Classification by sublevels

s ↓

↓ **d**

↓ **p**

→ **f**

“crne ovce”

H																	He	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra	Lr																
			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb		
			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No		

Morse code

A • —

B — • • •

C — • — •

D — • •

E •

F • • — •

G — — •

H • • • •

I • •

J • — — —

K — • —

L • — • •

M — —

N — •

O — — —

P • — — •

Q — — • —

R • — •

S • • •

T —

U • • —

V • • • —

W • — —

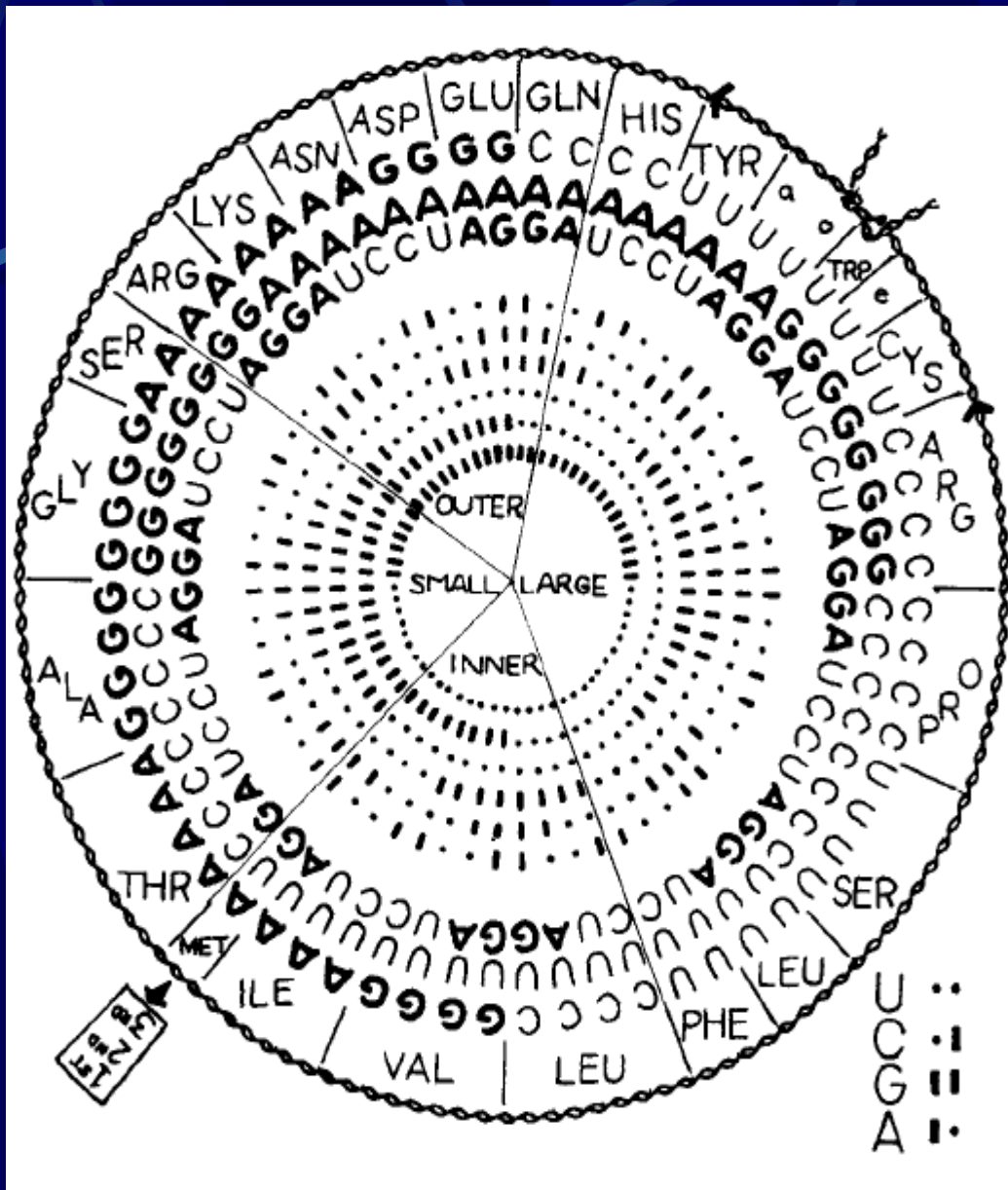
X — • • —

Y — • — —

Z — — • •

Genetic Code Table (GCT)

1st lett.	2nd letter				3rd letter		
	<i>U</i>	<i>C</i>	<i>A</i>	<i>G</i>			
<i>U</i>	UUU UUC UUA UUG	F S L	UCU UCC UCA UCG	UAU UAC UAA UAG	Y C CT W	UGU UGC UGA UGG	<i>U</i> <i>C</i> <i>A</i> <i>G</i>
<i>C</i>	CUU CUC CUA CUG	L P 	CCU CCC CCA CCG	CAU CAC CAA CAG	H Q 	CGU CGC CGA CGG	<i>U</i> <i>C</i> <i>A</i> <i>G</i>
<i>A</i>	AUU AUC AUA AUG	I M 	ACU ACC ACA ACG	AAU AAC AAA AAG	N K 	AGU AGC AGA AGG	<i>U</i> <i>C</i> <i>A</i> <i>G</i>
<i>G</i>	GUU GUC GUA GUG	V A 	GCU GCC GCA GCG	GAU GAC GAA GAG	D E 	GGU GGC GGA GGG	<i>U</i> <i>C</i> <i>A</i> <i>G</i>



Rakočević, M.M., *Biosystems*, 46, 1998

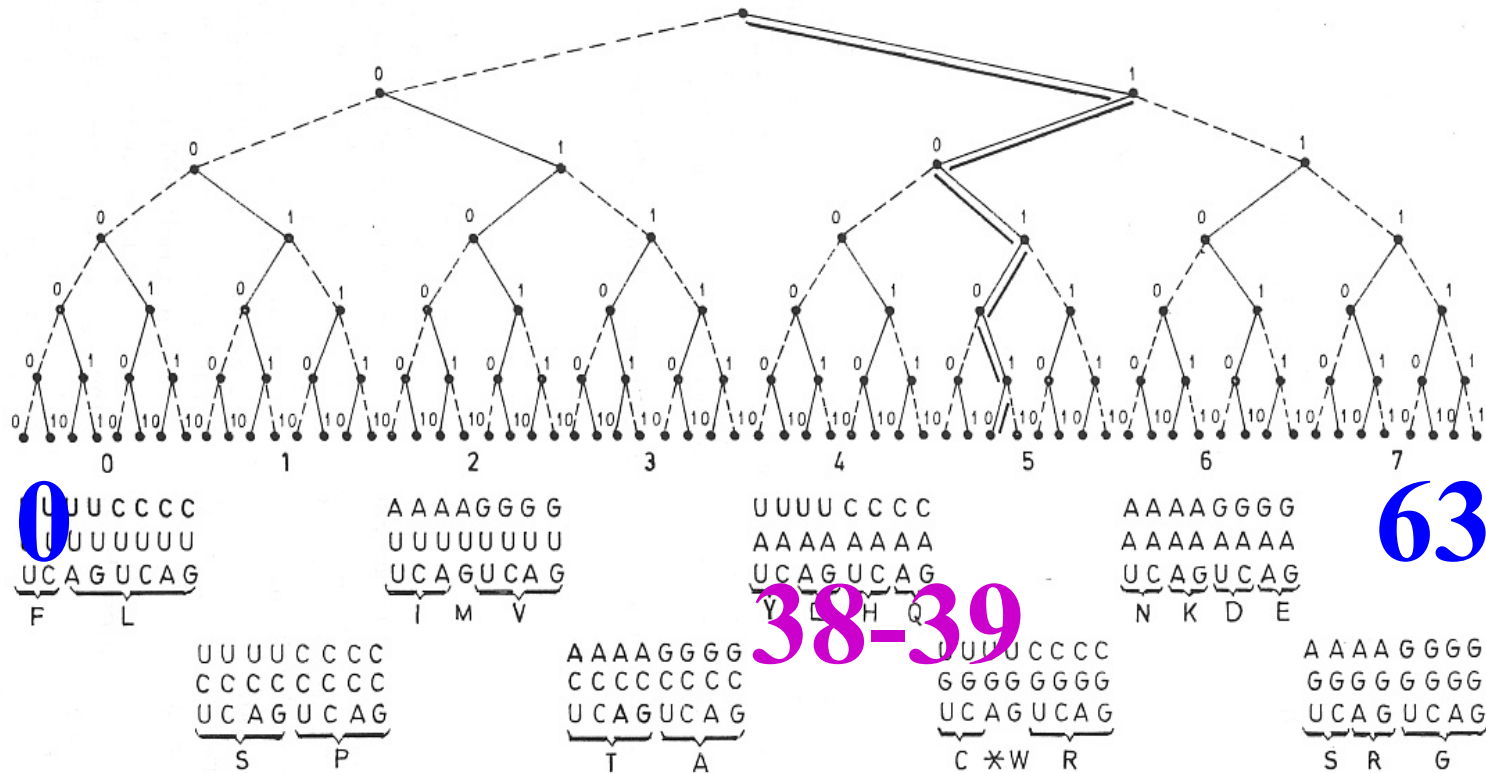


Fig. 1. Genetic code as a binary-code and vice versa. The dotted lines: t corresponding to the 'Golden mean

to three hydrogen bonds (stest) changes; the route UAG.

ϕ^0	ϕ^1	ϕ^2	ϕ^3	ϕ^4	ϕ^{5-7}	ϕ^8	ϕ^9
G	Q	T	P	S	L	L	F
63	39-38	25-24	15-14	10-09	06-02	02-01	01-00
63	38.94	24.06	14.87	9.19	5.68 - 2.17	1.34	0.83

УДК 577.1

БИОХИМИЯ

Ю. Б. РУМЕР

О СИСТЕМАТИЗАЦИИ КОДОНОВ В ГЕНЕТИЧЕСКОМ КОДЕ

(Представлено академиком В. В. Васоводским 27 XII 1963)

В словаре генетического кода Ниренберга (1) различные аминокислоты кодируются либо двумя, либо четырьмя, либо шестью кодонами. Рассмотрение группы кодонов, относящихся к одной и той же аминокислоте, показывает, что в каждом кодоне (z|ux) (который принято считать справа налево) целесообразно отделить двухбуквенный «корень» |ux от «окончания» (z|. Тогда каждой аминокислоте, в общем случае, будет соответствовать один определенный корень, а вырожденность кода является следствием изменения окончания.

Таблица 1

Первый октет			Второй октет			
окончание Ц, У, Г, А			окончание Ц, У, Г, А			
1	2	3	4	5	6	
Гли	— ГГ	6 5	Фен	— УУ	— Лей	4 3
Про	— ЦЦ	6 7	Асп	— АА	— Лиз	4 1
Арг	— ГЦ	6 5	Илей	— УА	— Мет	4 3
Ала	— ЦГ	6 7	Тир	— АУ	—	4 1
Тре	— ЦА	5 5	Гис	— АЦ	— Глу	5 3
Вал	— УГ	5 5	Цис	— ГУ	— Три	5 3
Сер	— ЦУ	5 5	Асп. к	— АГ	— Глу. к	5 3
Лей	— УЦ	5 5	Сер	— ГА	— Арг	5 3

Шестнадцать возможных корней распадаются на два октета (см. табл. 1). Первый октет включает восемь корней, каждый из которых при любом из окончаний Ц, Г, У, А кодирует одну и ту же аминокислоту. Например:

Ала: (Ц|ЦГ), (Г|ЦГ), (У|ЦГ), (А|ЦГ). Соответствующие аминокислоты являются вырожденными квартетами.

2. Второй октет включает восемь корней, каждый из которых при окончаниях пиримидиновой пары (Ц, У) кодирует одну аминокислоту, а при окончаниях пуриновой пары (Г, А) — другую. Например:

Гис: (Ц|АЦ), (У|АЦ); Глу: (Г|АЦ), (А|АЦ). Соответствующие аминокислоты являются вырожденными дублетами.

Содержащаяся в словаре Ниренберга информация может быть в компактной форме представлена в виде таблицы корней (табл. 1).

Мы отмечаем:

1. Корни второго октета получаются из корней первого октета подстановкой ЦУГА → АГУЦ и, следовательно, порядок корней во втором октете определен порядком корней в первом октете.

2. В первом октете преобладают буквы Ц, Г ($\frac{Ц+Г}{У+А} = 3$), во втором — буквы У, А ($\frac{Ц+Г}{У+А} = \frac{1}{3}$).

3. Три аминокислоты кодируются двумя корнями:

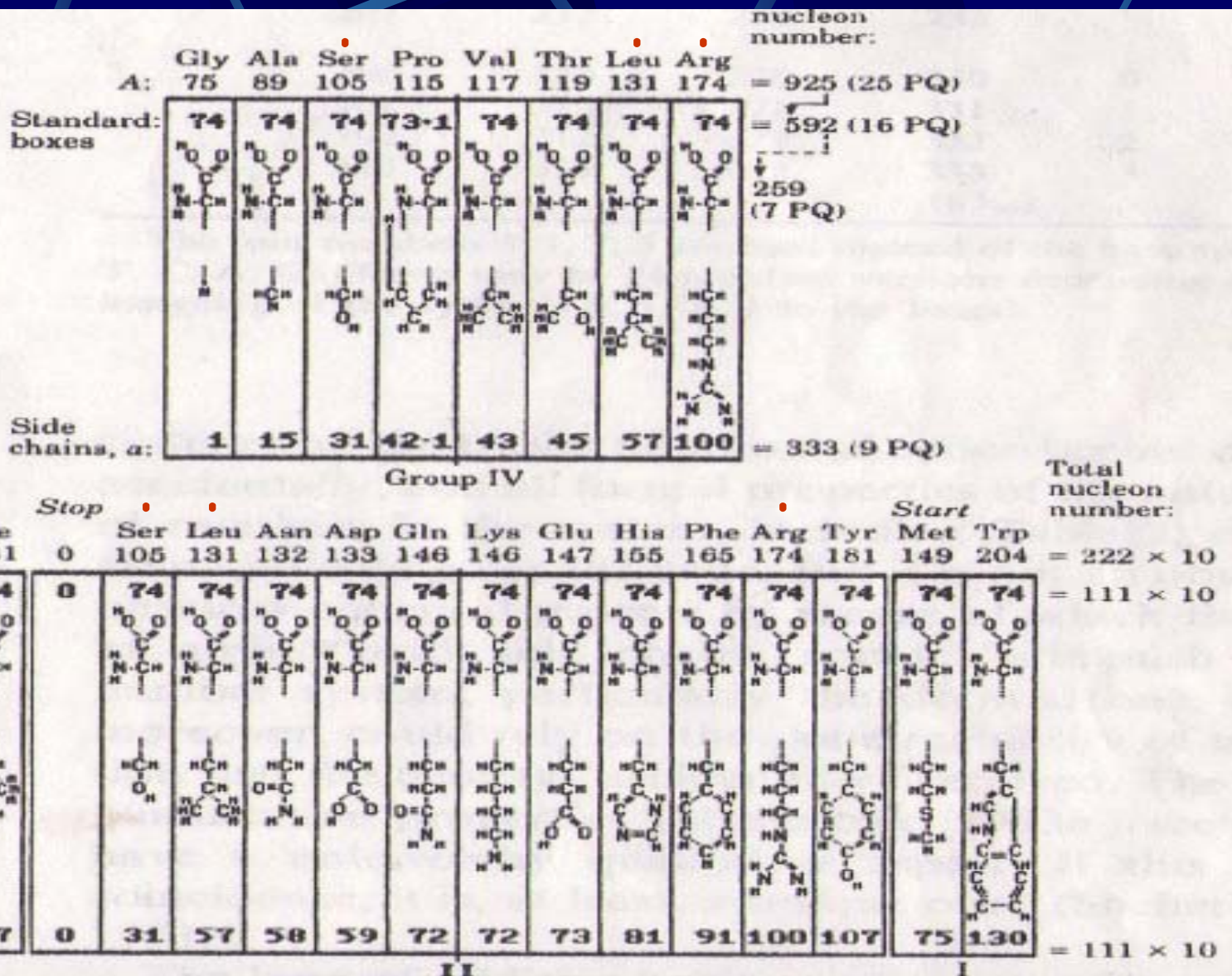
$$\text{Сер: } \left(\begin{array}{c|c} \text{Ц} & \\ \text{У} & \text{ЦУ} \\ \text{Г} & \\ \text{А} & \end{array} \right), \left(\begin{array}{c|c} \text{Ц} & \\ \text{У} & \text{ГА} \end{array} \right).$$

Tab. 1. The source Rumer's Table

Gly	GG (6) (5)	Phe	UU (4) (3)	Leu
Pro	CC (6) (7)	Asn	AA (4) (1)	Lys
Arg	CG (6) (5)	Ile	AU (4) (3)	Met
Ala	GC (6) (7)	Tyr	UA (4) (1)	Stop
Thr	AC (5) (5)	His	CA (5) (3)	Gln
Val	GU (5) (5)	Cys	UG (5) (3)	Trp
Ser	UC (5) (5)	Asp	GA (5) (3)	Glu
Leu	CU (5) (5)	Ser	AG (5) (3)	Arg

A, redosed?

Shcherbak, *J. Theor. Biol.*, 166, 1994



1	2	3	4	5	6	7	8	9
037	074	111	148	185	222	259	296	333
370	407	444	481	518	555	592	629	666
703	740	777	814	851	888	925	962	999

$$01 \times 037 = 037$$

$$10 \times 037 = 370$$

$$19 \times 037 = 703$$

$$01 \times 038 = 038$$

$$10 \times 038 = 380$$

$$19 \times 038 = 722$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9
037	074	111	148	185	222	259	296	333
370	407	444	481	518	555	592	629	666
703	740	777	814	851	888	925	962	999

Sixty-four Triplets and 20 Canonical Amino Acids of the Genetic Code: the Arithmetical Regularities. Part II

Rumer naturally divided the genetic code triplets into two equal groups: the first one included the complete synonymic series of the same 5'-doublets (i.e. degeneracy IV), the other (quasi-group) a split series (i.e. degeneracy III, II, I). This approach revealed rigorous mathematical rules which govern the degeneracy and composition of triplets in the series (Rumer, 1966; Konopelchenko & Rumer, 1975; Shcherbak, 1989, 1993a).

The division of triplets resulted in the formation of the corresponding group and quasi-group of canonical amino acids. Part I of this Letter (Shcherbak, 1993a) describes previously unknown arithmetic regularities which govern the barionic numbers of amino acid molecules in both groups (see Fig. 1 and legend). These regularities are difficult to explain within the unchanged framework of the idea of statistical amino acid separation. Part II of the Letter seeks to identify a trend of possible physical interpretation of the new code properties.

The digital pattern of the nucleon number notations (111×10 , 222×10 , 333), (925, 592) is noteworthy in this respect (see Fig. 1). In the first group, the numbers are written using the same symbols; in the other, the numbers are arranged by the cyclic permutation. The cause of the regularity lies in the properties of three-digit number notations, multiples of 37 in the decimal additive-position system. The notations of the sums, the nucleon number of the amino acid standard box 074 and Prime Quantum 037 in Fig. 1 can be seen as a fragmentary pattern of the general regularity of Table 1.

In the close vicinity of the decimal system, for example, some number systems with the bases 4 (Quantum $13_4 = 7$), 7 ($25_7 = 19$), 10 (37), 13 ($49_{13} = 61$), etc. have the same periodic features for

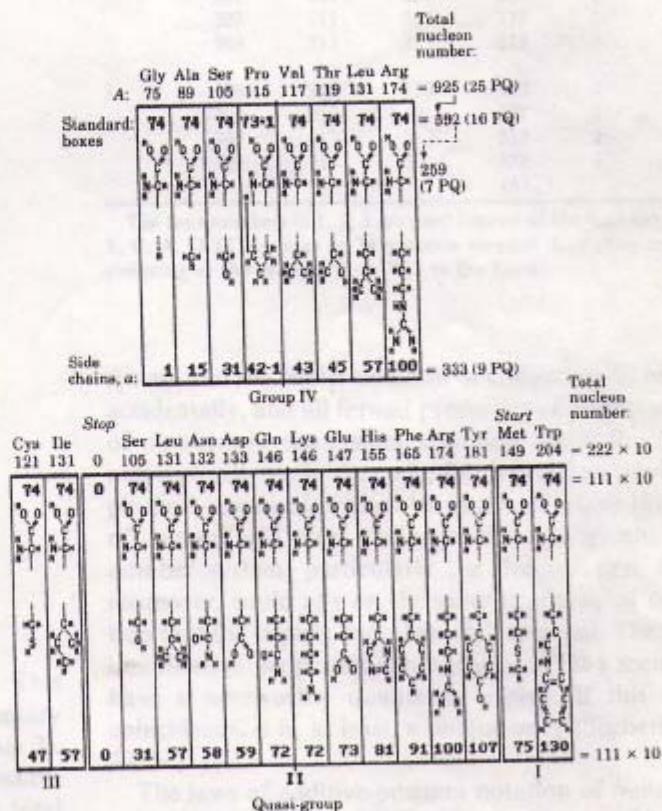


FIG. 1. Arithmetical regularities for the barionic numbers of the free amino acid molecules divided into group IV and quasi-group III-II-I (Shcherbak, 1993b). The sums of nucleons in amino acid side chains are multiples of the Prime Quantum (PQ) 037. Group IV. In the case of Pro, the formal borrowing of one nucleon ensures the sums being multiples of the PQ both for the standard boxes and the side chains. In the PQ dimensions, the sums demonstrate the squares of the first three Pythagorean numbers. Quasi-group III-II-I. The sums of nucleons in the standard boxes and the side chains demonstrate a precision balance. The symbol *A* denotes the

In the close vicinity of the decimal system, for example, some number systems with the bases 4 (Quantum $13_4 = 7$), 7 ($25_7 = 19$), 10 (37), 13 ($49_{13} = 61$), etc, have the same periodic features for three-digit numbers. The use of four symbols in the

УДК 577.212.8

СМЫСЛ ГЕНЕТИЧЕСКОГО КОДА: РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭТАПА ПРЕДБИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ

СУХОДОЛЕЦ В. В.

Ранее было показано, что 20 общих аминокислот разделяются на 5 семейств по 4 аминокислоты в соответствии с определенным порядком в наборах первых двух оснований в кодонах; этот порядок легко выявляется, если 20 общих аминокислот распределить по числу атомов водорода на молекулу. В настоящей работе определенный порядок в дуплетах оснований кодонов объясняется на основании гипотезы о предсуществовании кристаллических ассоциатов из свободных молекул оснований и аминокислот. В этих гетерогенных кристаллических ассоциатах аминокислоты служили структурными аналогами дуплетов оснований, а расположение молекул подчинялось правилу — 40 протонов на комплекс молекул, образующих стандартный компартимент структуры. Предполагается, что кристаллические ассоциаты существовали в виде лиотропных жидких кристаллов, в которых фазу растворителя представляли углеводороды. Генетический код позволяет выявить два разных исходных типа кристаллизации оснований. Возможно, поэтому жизнь зародилась в результате сочетания в одной структуре разных типов кристаллизации, что привело к появлению кристаллического ассоциата конечной величины.

Прошло уже 20 лет после того, как был расшифрован генетический код (см., например, [1]). Однако до сих пор нет единого мнения относительно того, как он сложился, случайны или закономерны комбинации нуклеотидов в таблице кода. Наиболее интригующий вопрос заключается в том, нет ли какого-то изначального стереохимического родства между наборами нуклеотидов в кодонах и кодируемыми аминокислотами?

Не так давно Хендри с соавторами [2, 3] сообщили о структурном сходстве радикалов аминокислот и вторых оснований их кодонов. Некоторые данные указывают на возможность специфического «комплементарного» взаимодействия между аминокислотами и нуклеотидами антикодонов [4—7]. Так, Шимизу [7] представил результаты исследований, по-

Порядок в генетическом коде, выявляемый при разделении аминокислот на группы по числу протонов в молекуле

Число протонов — номер группы	Аминокислоты	Основание кодона *			
		первое		второе	
5	гли	Г		Г	
7	ала сер асп цис	Г У	Г У	Ц Ц	А Г
8	асп	А		А	
9	про тре глу гис	Ц А	Г Ц	Ц Ц	А А
10	гли	Ц		А	
11	вал фен мет тир	Г У	А У	У У	У А
12	три	У		Г	
13-14	лей иле арг лиз	Ц А	Ц А	У У	Г А

* В случае аминокислот сер, лей, арг указаны основания, входящие в состав четырех кодонов (из шести) [9]. В рамках — повторяющиеся наборы оснований.

жащих 6-аминогруппу (А и Ц), в отношении оснований, содержащих 6-карбонильную группу (Г и У), может быть постулирована на основании известного правила Чаргафа для РНК и одноцепочечных ДНК [10]: $A+C=G+U(T)$. В самом деле, данное отношение означает обязательное присутствие на каждую молекулу А или Ц по одной молекуле Г или У. Отсюда может быть выделено понятие особой «чаргафской» комплементарности оснований в парах: А — Г, А — У(Т), Ц — Г, Ц — У(Т). Понятие комплементарности в этом случае используется для обозначения неизвестных структурных ограничений в относительном наборе 6-амино и 6-карбонил оснований.

The number of H atoms (in brackets) and conformations						
G (05) (04)	A (07) (03)	S (07) (09)	D (07) (10)	C (07)(21)	153	569/686 Nucleon number
N (08) (16)	P (09)(02)	T (09) (08)	E (09) (20)	H (09) (24)	298	
Q (10) (38)	V (11) (08)	F (11) (12)	M (11) (20)	Y (11) (12)	388	
W (12) (24)	R (14) (66)	K (14) (66)	I (13) (20)	L (13) (22)	416	
GW + AC + PH + VY + RL = 58H+ 44 nonH = 102 (622 nucl.) Out						
NQ + SD + TE + FM + KI = 59H+ 43 nonH = 102 (623 nucl.) (In)						
The number of conformations:						
GW28 + AC24 + PH26 + VY20 + RL88 = 142 / 44 (Outer)						203 -10
NQ54 + SD19 + TE28 + FM32 + KI86 = 168 / 51 (Inner)						202 +10
Dark / Light: (210 / 195) // (210 + 100) / (195 - 100) Odd / Even						

Dark: $(41+1) \times 5 = 210$

Light: $(40-1) \times 5 = 195$

TESTIRANJE MOGUĆIH SISTEMA

Tab. 1. Ne ispunjava uslov samoslicnosti

Tab. 1.1

1	2	2	2	2
3	4	4	4	4
5	6	6	6	6
7	8	8	8	9

Tab. 1.2

1	2	2	2	2
3	4	4	4	4
5	6	6	6	6
7	9	8	8	8

Tab. 2. Ne ispunjava uslov kontinuiteta

Tab. 2.1

1	3	3	3	3
2	5	5	5	5
4	7	7	7	7
6	8	8	9	9

Tab. 2.2

1	3	3	3	3
2	5	5	5	5
4	7	7	7	7
6	8	8	9	9

Tab. 3. Ispunjava sve uslove

Tab. 3.1

1	3	3	3	3
4	5	5	5	5
6	7	7	7	7
8	9	9	10	10

Tab. 3.2

1	3	3	3	3
4	5	5	5	5
6	7	7	7	7
8	10	10	9	9

ESSAI D'UNE SYSTÈME DES ÉLÉMENTS
D'APRÈS LEURS POIDS ATOMIQUES ET FONCTIONS CHIMIQUES,

par D. Mendeleeff,

profess. de l'Univers. à S-Pétersbourg.

		Ti=50	Zr= 90	?=180.	
		V=51	Nb= 94	Ta=182.	
		Cr=52	Mo= 96	W=186.	
		Mn=55	Rh=104,4	Pt=197,4.	
		Fe=56	Ru=104,4	Ir=198.	
	Ni=Co=59	Pl=106,6	Os=199.		
H=1	Cu=63,4	Ag=108	Hg=200.		
	Be= 9,4	Mg=24	Zn=65,2	Cd=112	
	B=11	Al=27,4	?=68	Ur=116	Au=197?
	C=12	Si=28	?=70	Sn=118	
	N=14	P=31	As=75	Sb=122	Bi=210?
	O=16	S=32	Se=79,4	Te=128?	
	F=19	Cl=35,5	Br=80	I=127	
Li=7	Na=23	K=39	Rb=85,4	Cs=133	Tl=204.
		Ca=40	Sr=87,6	Ba=137	Pb=207.
		?=45	Ce=92		
		?Er=56	La=94		
		?Yt=60	Di=95		
		?In=75,6	Th=118?		

18 ^{III} 69

Фотокопия II. Отдельный листок «Опыт системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве», разосланный иностранным химикам. 1/13 марта 1869 г.

kerucuan

$H = 1$
 $Li = 7 - 6?$
 $B = 11 - 3$ 10?
 $N = 14 - 5$
 $F = 19 - 4$
 $Na = 23 - 4$
 $Al = 27 - 4$
 $P = 31 - 4$
 $Cl = 35 - 4$
 $K = 39$

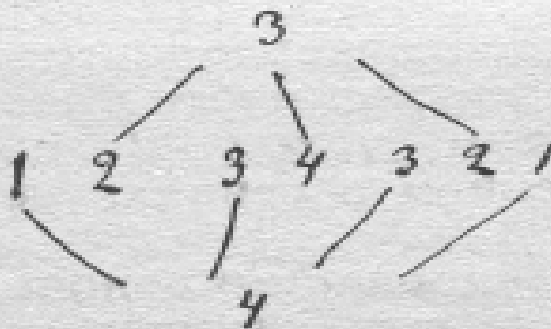
Jly
 $H = 1$
 $Be = 9 - 7$
 $C = 12 - 4$
 $O = 16 - 8$
 $Mg = 24 - 4$
 $Si = 28 - 4$
 $S = 32 - 8$
 $Ca = 40$
 $Ti = 50$
 $Fe = 56$

Ar = 20 ~~?~~

inertni gasovi,
(1869)

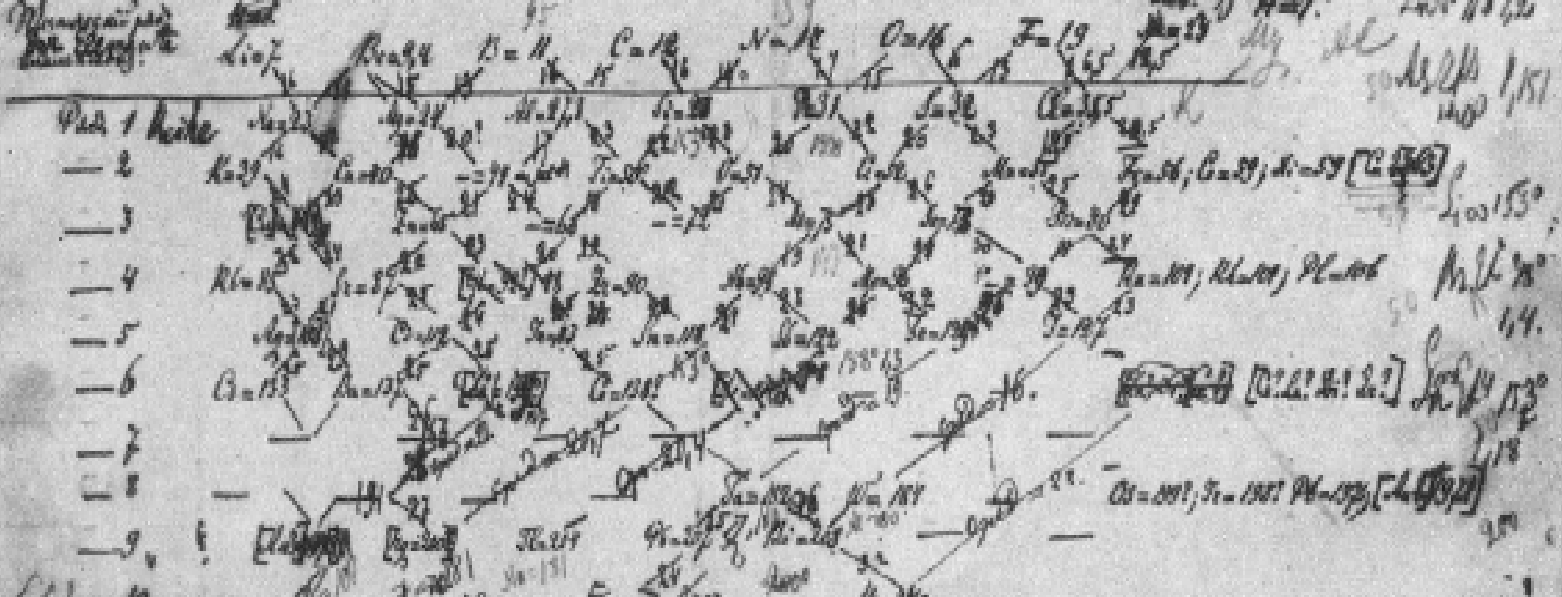
Ar = 36 - ? ~~?~~

G 20?



Sir W. Ramsay
Lord J.W. Rayleigh,
(1894)

Tipische Reihe
 System I System II System III System IV System V System VI System VII System VIII



Reihe 1 Reihe
 — 2 Reihe
 — 3 Reihe
 — 4 Reihe
 — 5 Reihe
 — 6 Reihe
 — 7 Reihe
 — 8 Reihe
 — 9 Reihe
 — 10 Reihe

Reihe 1 Reihe
 — 2 Reihe
 — 3 Reihe
 — 4 Reihe
 — 5 Reihe
 — 6 Reihe
 — 7 Reihe
 — 8 Reihe
 — 9 Reihe
 — 10 Reihe

Reihe 1 Reihe
 — 2 Reihe
 — 3 Reihe
 — 4 Reihe
 — 5 Reihe
 — 6 Reihe
 — 7 Reihe
 — 8 Reihe
 — 9 Reihe
 — 10 Reihe

Reihe 1 Reihe
 — 2 Reihe
 — 3 Reihe
 — 4 Reihe
 — 5 Reihe
 — 6 Reihe
 — 7 Reihe
 — 8 Reihe
 — 9 Reihe
 — 10 Reihe

	...										
(-2)	-22
(-1)	-21	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11
(0)	-10	-09	-08	-07	-06	-05	-04	-03	-02	-01	00
(1)	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
(2)	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
(3)	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
(4)	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
(5)	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
(6)	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
(7)	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
(8)	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
(9)	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
(A)	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	AA
(B)	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	BA	BB

(1)	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11
(2)	12	13	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	20	21	22
(3)	23	24	25	26	27	28	29	2A	2B	2C	2D	2E	2F	30	31	32	33
(4)	34	35	36	37	38	39	3A	3B	3C	3D	3E	3F	40	41	42	43	44
(5)	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50	51	52	53	54	55
(6)	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	60	61	62	63	64	65	66
(7)	67	68	69	6A	6B	6C	6D	6E	6F	70	71	72	73	74	75	76	77
(8)	78	79	7A	7B	7C	7D	7E	7F	80	81	82	83	84	85	86	87	88
(9)	89	8A	8B	8C	8D	8E	8F	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
(A)	9A	9B	9C	9D	9E	9F	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	AA
(B)	AB	AC	AD	AE	AF	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	BA	BB

X_{10}		I	II	III	IV	Y	Y/4	Z	Z - Y/4
04	→	04	-02	-07	-11	-16	-04	-15	-(5.5 x 2)
15	→	15	20	26	33	094	23.5	18	-(5.5 x 1)
26	→	26	42	59	77	204	51	51	±(0.0)
37	→	37	64	92	121	314	78.5	84	+(5.5 x 1)
48	→	48	86	125	165	424	106	117	+(5.5 x 2)
59	→	59	108	158	209	534	133.5	150	+(5.5 x 3)
70	→	70	130	191	253	644	161	183	+(5.5 x 4)
81	→	81	152	224	297	754	188.5	216	+(5.5 x 5)

....

G 01(01) S 05(31) Y 15(107) W 18(130)	39	78		269		
A 04(15) D 07(59) M 11(75) R 17(100)	39		102	249	518	682
C 05(47) T 08(45) E 10(73) F 14(91)	37	24 13		256	82 x 2 92 x 1	+1+1-1
N 08(58) Q 11(72) V 10(43) I 13(57)	42	89	102	230		573
P 08(41) H 11(81) L 13(57) K 15(72)	47			251	481	
26 42 59 77 16 17 18 (1 x 68) (2 x 68)	518 = 14 x 37 481 = 13 x 37					
in: (102-01); out: (102+01)						
162 + 288 = 450				(2 x 268) - 55 = 481		518
				55	682	573
162 288 355 450 in: (633+10); out: (622-10)					627	628
						55

q	a	X_q	X_{10}	Y_{10}	$Y/4$	Z_{10}	$Z - Y/4$	
04	13_4	02	02	00	00	- 003	- (3 x 1)	
07	25_7	14	11	72	18	015	- (3 x 1)	0
10	37_{10}	26	26	204	51	051	± 0.0	1
13	49_{13}	38	47	396	99	105	+ (3 x 2)	2
16	$5B_{16}$	4A	74	648	162	177	+ (3 x 5)	3
...								

1 1 0 2 5 9 14 20 ...
0 1 2 3 4 5 6 ...

	a	b	a - b
1	0.61803 ...(ϕ^1)	0.38196 ...(ϕ^2)	0.23606... (ϕ^3)
2	1.24	0.76	0.48
3	1.85	1.15	0.70
...
9	5.56	3.44	2.12
10	6.18	3.82	2.36
11	6.80	4.20	2.60
12	7.42	4.58	2.84
...			

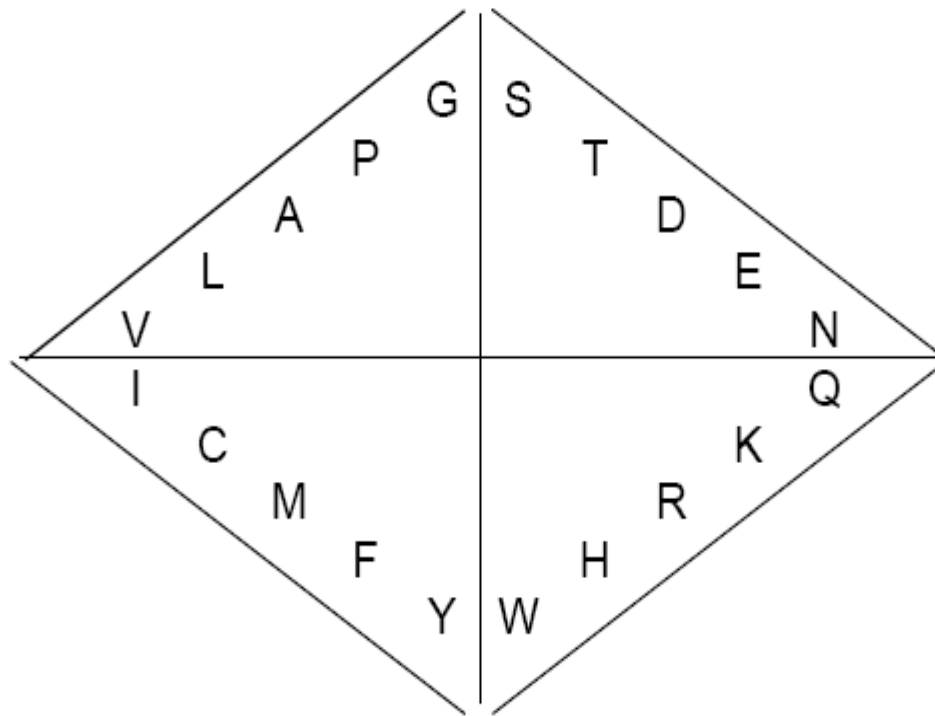
$$a:b = 1.618033 \dots$$

$$(1.618033 \dots)^2 = 2.618033 \dots$$

	a	b	a - b
1	0.61803 ...(ϕ^1)	0.38196 ...(ϕ^2)	0.23606...(ϕ^3)
11	6.8 (6.79837 ...)	4.2 (4.20162 ...)	2.6 (2.59674 ...)
111	68.6 (68.60177 ...)	42.4 (42.39822 ...)	26.2 (26.20354 ...)
1111	686.6 (686.63577 ...)	424.4 (424.36422 ...)	262.2 (262.27154...)

$$a:b = 1.618033 \dots$$

$$(1.618033 \dots)^2 = 2.618033 \dots$$



(G P) (A L V I) (C M F Y W H) (R K Q N E D T S)

G 01(01) S 05(31) Y 15(107) W 18(130)	39	78		269		
A 04(15) D 07(59) M 11(75) R 17(100)	39		102	249	518	682
C 05(47) T 08(45) E 10(73) F 14(91)	37	24 13		256	82 x 2 92 x 1	+1+1-1
N 08(58) Q 11(72) V 10(43) I 13(57)	42	89	102	230		573
P 08(41) H 11(81) L 13(57) K 15(72)	47			251	481	
26 42 59 77 16 17 18 (1 x 68) (2 x 68)	518 = 14 x 37 481 = 13 x 37					
in: (102-01); out: (102+01)						
162 + 288 = 450			(2 x 268) - 55 = 481		518	55
			55	682	573	55
162 288 355 450 in: (633+10); out: (622-10)				627	628	

The number of H atoms (in brackets) and conformations						
G (05) (04)	A (07) (03)	S (07) (09)	D (07) (10)	C (07)(21)	153	569/686 Nucleon number
N (08) (16)	P (09)(02)	T (09) (08)	E (09) (20)	H (09) (24)	298	
Q (10) (38)	V (11) (08)	F (11) (12)	M (11) (20)	Y (11) (12)	388	
W (12) (24)	R (14) (66)	K (14) (66)	I (13) (20)	L (13) (22)	416	
GW + AC + PH + VY + RL = 58H+ 44 nonH = 102 (622 nucl.) Out						
NQ + SD + TE + FM + KI = 59H+ 43 nonH = 102 (623 nucl.) (In)						
The number of conformations:						
GW28 + AC24 + PH26 + VY20 + RL88 = 142 / 44 (Outer)						203 -10
NQ54 + SD19 + TE28 + FM32 + KI86 = 168 / 51 (Inner)						202 +10
Dark / Light: (210 / 195) // (210 + 100) / (195 - 100) Odd / Even						

Dark: $(41+1) \times 5 = 210$

Light: $(40-1) \times 5 = 195$

G P A L V I C M F Y W H R K Q N E D T S

$9+18=27$

$40+36=76$

$74+54=128$

$81+72=153$

Atom number: $(27 + 153 = 180)$; $(76 + 128 = 204)$

G P A L V I C M F Y W H R K Q N E D T S

Pairs on the linear arrangement in Fig. 1: Odd $(633+11)$ / $(622 - 11)$ Even

V I L C A M P F G Y S W T H D R E K N Q

Pairs on the circular arrangement in Fig. 1: Odd $(569 / 686)$ Even

G P A L V I C M F Y W H R K Q N E D T S

Singlets on the linear arrangement in Fig. 1: Odd $(627-10)$ / $(628 + 10)$ Even