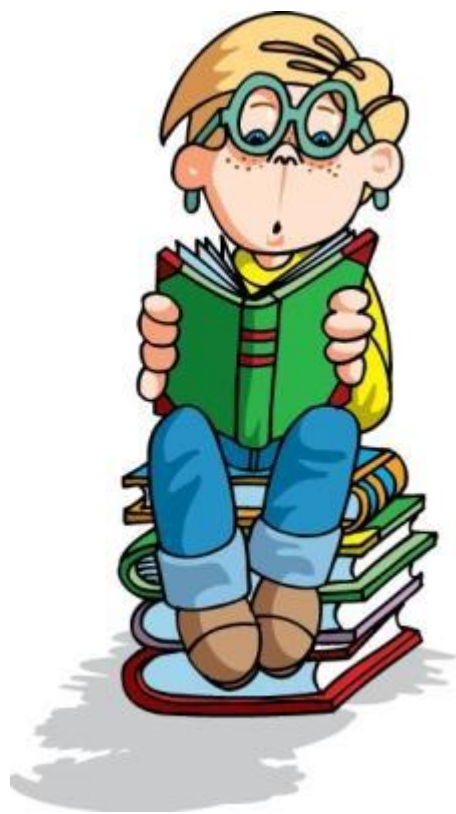




# Измерение информации.



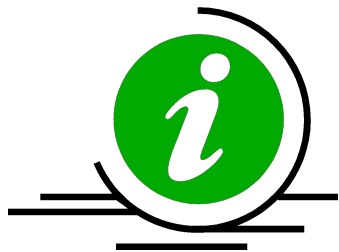
- Как получить или передать некоторое количество информации?
- «Орел» или «решка»? В чем заключено больше информации?
- Как угадать задуманное число за наименьшее количество попыток?

Мы обсудим подход к  
измерению информации,  
который называют  
***содержательным подходом***  
***или вероятностным.***

В основе нашего мира  
лежат три составляющие:  
*вещество, энергия и  
информация.* А как много в  
мире вещества, энергии и  
информации?

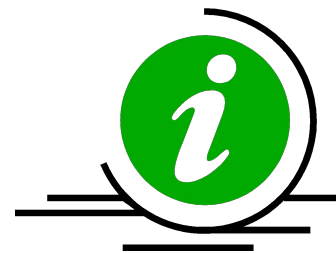
- Можно ли измерить количество вещества?
- Можно ли определить количество энергии?
- Можно ли измерить количество информации?

Сообщение несет больше информации, если в нем содержатся новые и понятные сведения. Такое сообщение называется ***информативным.***



- Содержит ли информацию учебник физики 10 класса?
- Для кого он будет информативным – для ученика 10 класса или 1 класса?

*Количество информации*  
→  
*зависит от*  
→  
*информативности.*





Количество информации в  
некотором сообщении равно 0,  
если оно с точки зрения  
конкретного человека  
неинформативно. Количество  
информации в  
информативном сообщении  
больше нуля.

Если некоторое сообщение является информативным, то оно пополняет нас знаниями или уменьшает неопределенность наших знаний.

Иначе, сообщение содержит информацию, если оно приводит к уменьшению неопределенности наших знаний.

# Количество информации I

- Количество информации о системе, полученное в сообщении, измеряется уменьшением неопределенности о состоянии системы.
- Мету неопределенности в теории информации называют *“энтропия”*.
- Неопределенность не отделима от понятия вероятности.



- Чем меньше вероятность события, тем больше информации несет сообщение о его появлении.
- Если вероятность события равна 1 (достоверное событие), количество информации в сообщении о его появлении равно 0.



Сообщение,  
уменьшающее  
неопределенность знания  
в два раза, несет 1 бит  
информации.

Клод Шеннон

# *На экзамен приготовлено 30 билетов.*

- Чему равно количество событий, которые могут произойти при вытягивании билета?
- Эти события равновероятны?
- Чему равна неопределенность знаний ученика перед тем, как он вытянет билет?
- Во сколько раз уменьшится неопределенность знания после того, как он вытянул билет?
- Зависит ли этот показатель от номера вытянутого билета?

Вывод: чем больше начальное  
число возможных  
равновероятных событий,  
тем в большее количество  
раз уменьшается  
неопределенность наших  
знаний, и тем большее  
количество информации  
будет содержать сообщение  
о результатах опыта.

# «Конкурс выиграет один из участников: А или В»

- это априорная информация о системе, утверждающая, что система может находиться в одном из 2х состояний.

После получения любого сообщения из:

- *конкурс выиграл В*  $v_d = 17$  символов
- *В стал победителем*  $v_d = 18$  символов
- *А проиграл*  $v_d = 10$  символов

неопределенность снизилась до 1 варианта из 2-х изначально возможных.

Чему равно количество информации, которое несет это сообщение?

Для синтаксической оценки количества информации не важно в каком именно состоянии находится система, важно только возможное количество состояний системы и их априорные вероятности.



# Формула Шеннона

$$I = - \sum_{i=1}^n p(i) * \log_i (p(i))$$

где

$I$  – количество информации (бит);

$N$  – число возможных состояний системы;

$p(i)$  – априорная вероятность каждого состояния системы.

# Расчет количества информации по Хартли

Частный случай формулы Шеннона  
для равновероятных событий

$$I = \log_2 N$$

$$N = 2^I$$

где

$I$  – количество информации, бит

$N$  – число возможных состояний  
системы

# Задача

Размер текстового файла (Vд) **640 Кб**. Файл содержит книгу, которая набрана в среднем по **32 строки** на странице и по **64 символа** в строке. Сколько страниц в книге:

160, 320, 540, 640, 1280 ?

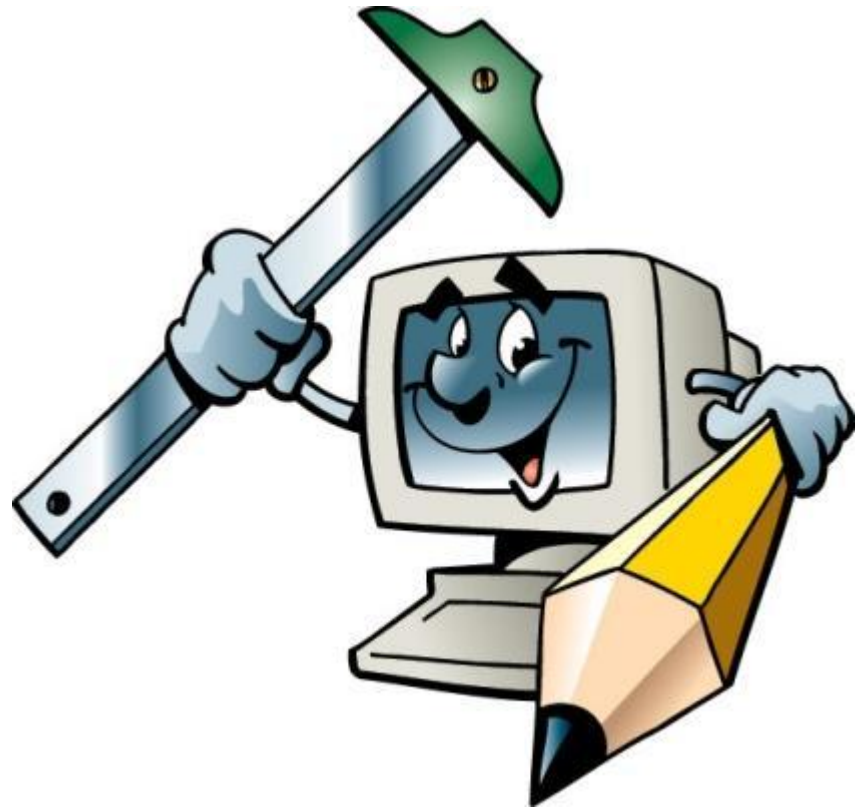


I=	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N=	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024

1 символ = 1b

1. Символов на 1 стр. =  $32 \cdot 64 = 2^5 \cdot 2^6 = 2^{11}$
2. Памяти на 1 стр. =  $2^{11}b$
3. Всего =  $640Kb = 10 \cdot 64 \cdot 2^{10}b = 10 \cdot 2^6 \cdot 2^{10}b = 10 \cdot 2^{16}b$
4. Кол-во стр. =  $10 \cdot 2^{16}b / 2^{11}b = 10 \cdot 2^5 = 320$

# Игра «Угадай число»



**Неравновероятные события.**  
*Рассмотренная нами формула  
является частным случаем, т.к.  
применяется к равновероятным  
событиям.*

В жизни мы сталкиваемся с событиями, которые имеют разную вероятность реализации:

- Когда сообщают прогноз погоды, то сведения о том, что будет дождь, более вероятно летом, а сообщение о снеге – зимой.
- Если вы – лучший ученик в классе, то вероятность сообщения о том, что за контрольную вы получили 5, больше, чем вероятность получения двойки.
- Если на озере живет 500 уток и 100 гусей, то вероятность подстрелить на охоте утку больше, чем вероятность подстрелить гуся.

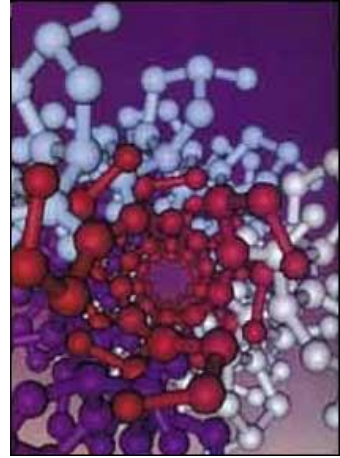
Как вычислить количество информации в таком случае?

По формуле Шеннона:

$$I = \log_2 (1 / p)$$



# Интересные факты



- Самая высокая известная нам плотность информации в молекулах ДНК

$$Y = 1,88 * 10^{21} \text{ бит} / \text{см}^3$$

- Общая сумма информации, собранной во всех библиотеках мира, оценивается как

$$10^{18} \text{ бит}$$

- Если бы вся эта информация была записана в молекуле ДНК, для нее хватило бы одного процента объема булавочной головки. Как носитель информации, молекула ДНК эффективней современных кварцевых мегачипов в 45 миллионов миллионов раз.