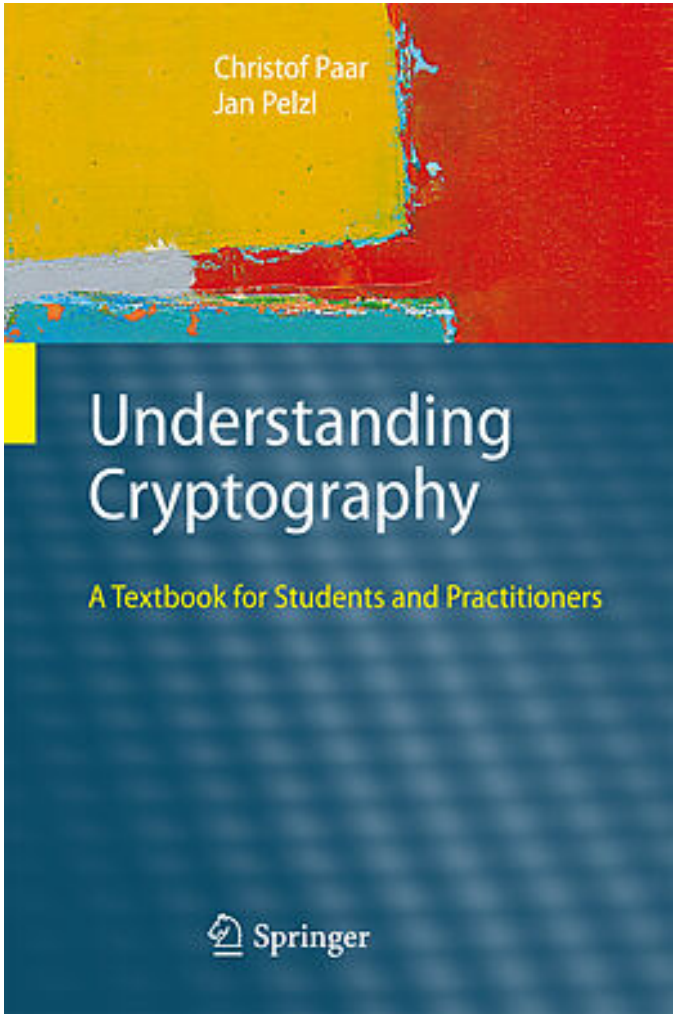
ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
VIỆN CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG

Nhập môn An toàn Thông tin

Giới thiệu về mật mã

Tài liệu

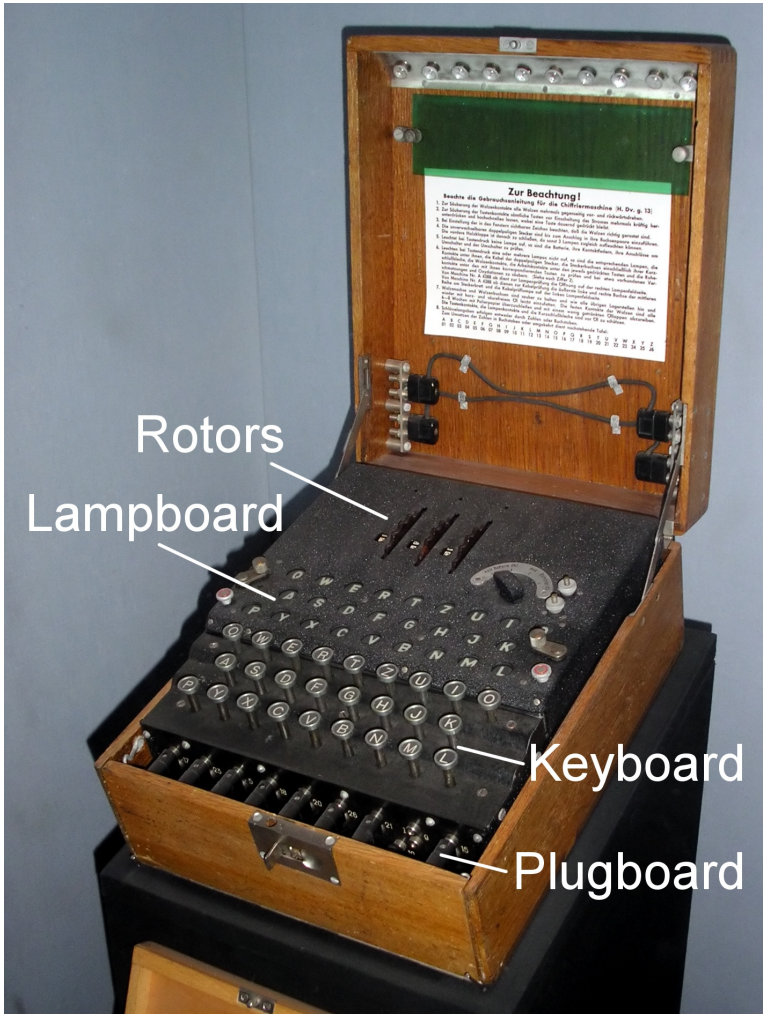
https://www.crypto-textbook.com



Nội dung

Thế chiến II

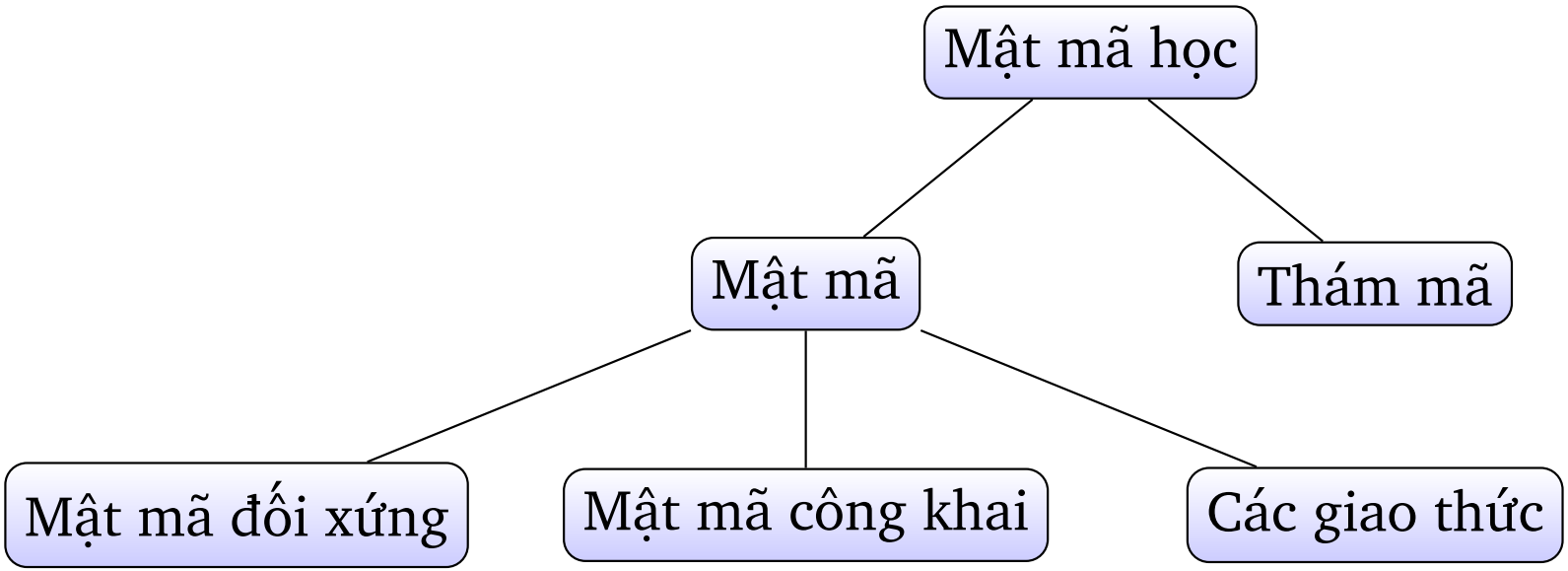
Máy Enigma của Đức



Mật mã cổ đại

Ống tròn của người Hy Lạp

Phân loại


Mật mã học
Mật mã
Thám mã
Mật mã đối xứng
Mật mã công khai
Các giao thức

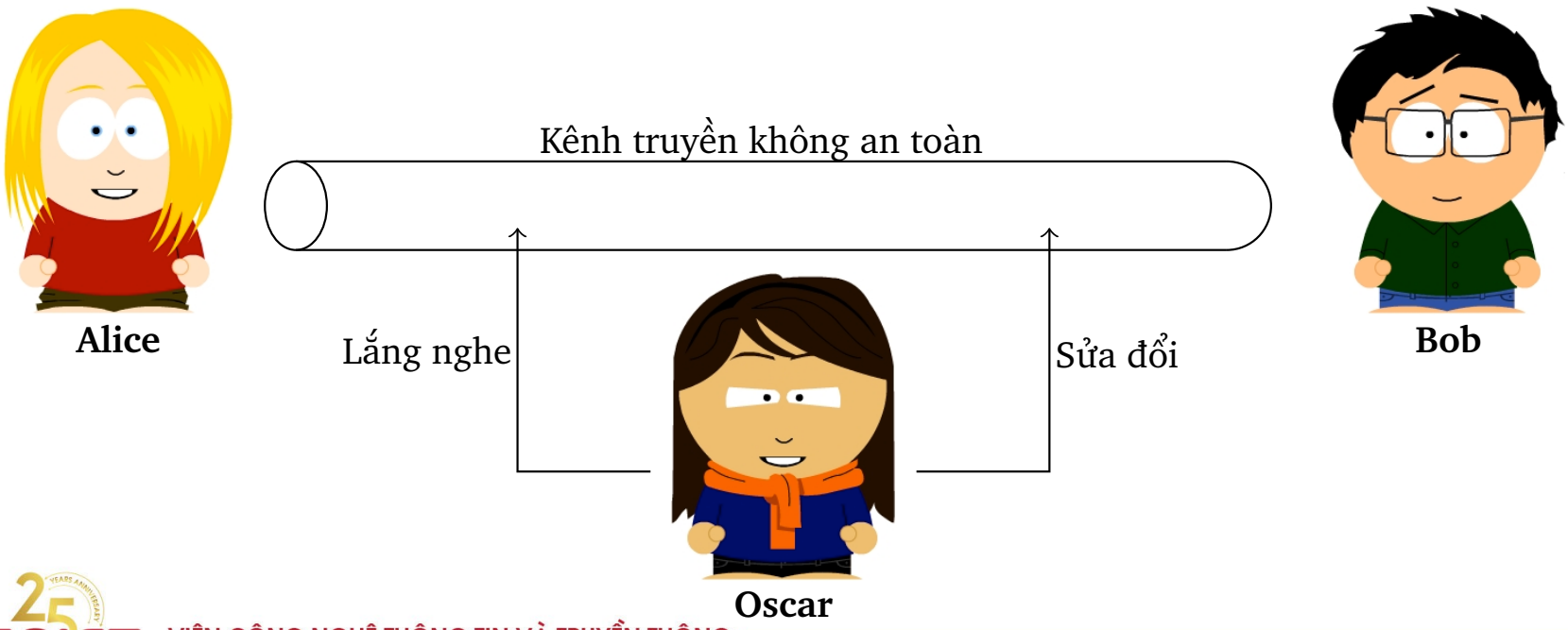
Nội dung

Mã hóa

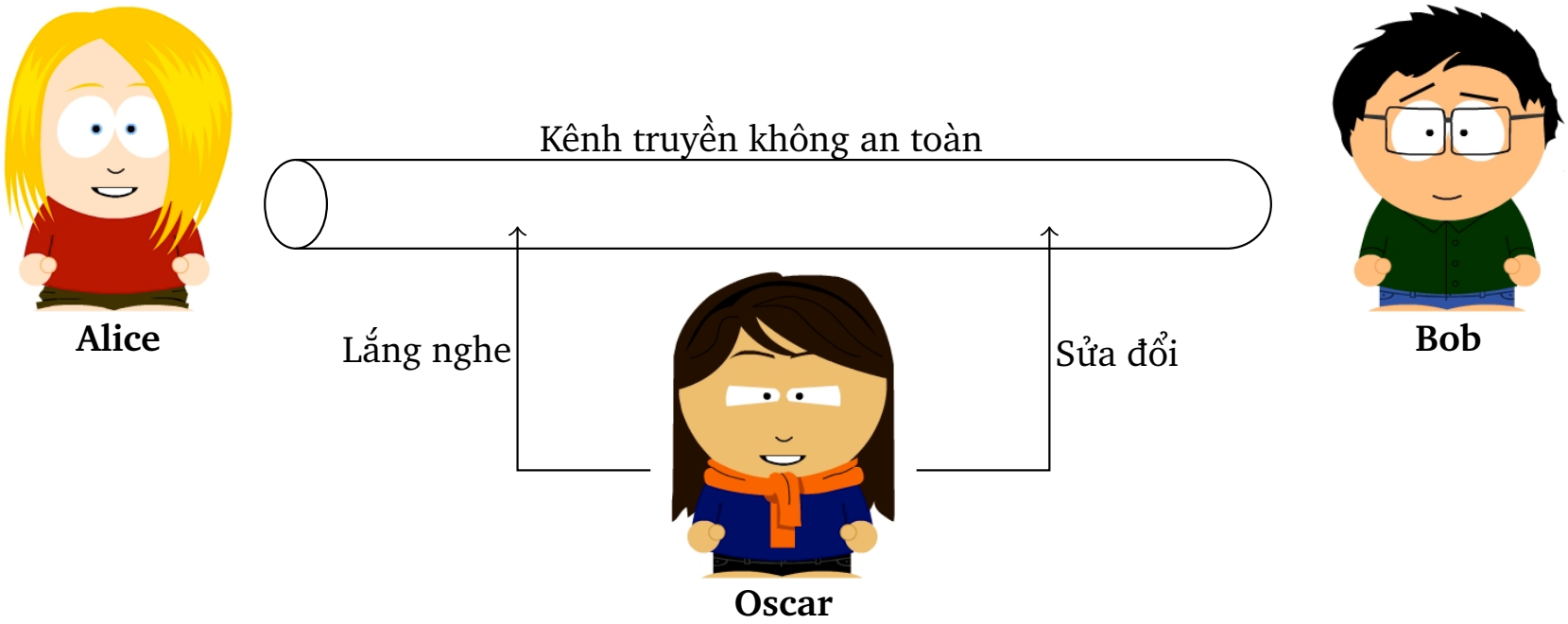
Mục tiêu: Đảm bảo tính bí mật cho các thông điệp được gửi đi (hoặc lưu trữ).

Nhân vật tham gia trò chơi:

- Alice, Bob là người "tốt" (theo Wikipedia)
- Oscar là kẻ "nghe trộm", "tấn công"



Cách tiếp cận của mật mã



- Bob biết khóa k mà Oscar không biết.
- Alice có thể mã hóa thông điệp x sao cho người biết khóa k có thể giải mã.
- Oscar có bản mã y, nhưng không biết thông tin gì về x.

Ký hiệu

- x, m là bản rõ;
- y, c là bản mã;
- k là khoá;
- Enc là hàm mã hoá;
- Dec là hàm giải mã;
- Gen là hàm sinh khoá.

Mật mã khóa đối xứng

Alice & Bob đã có chung khóa chia sẻ

Thuật toán:

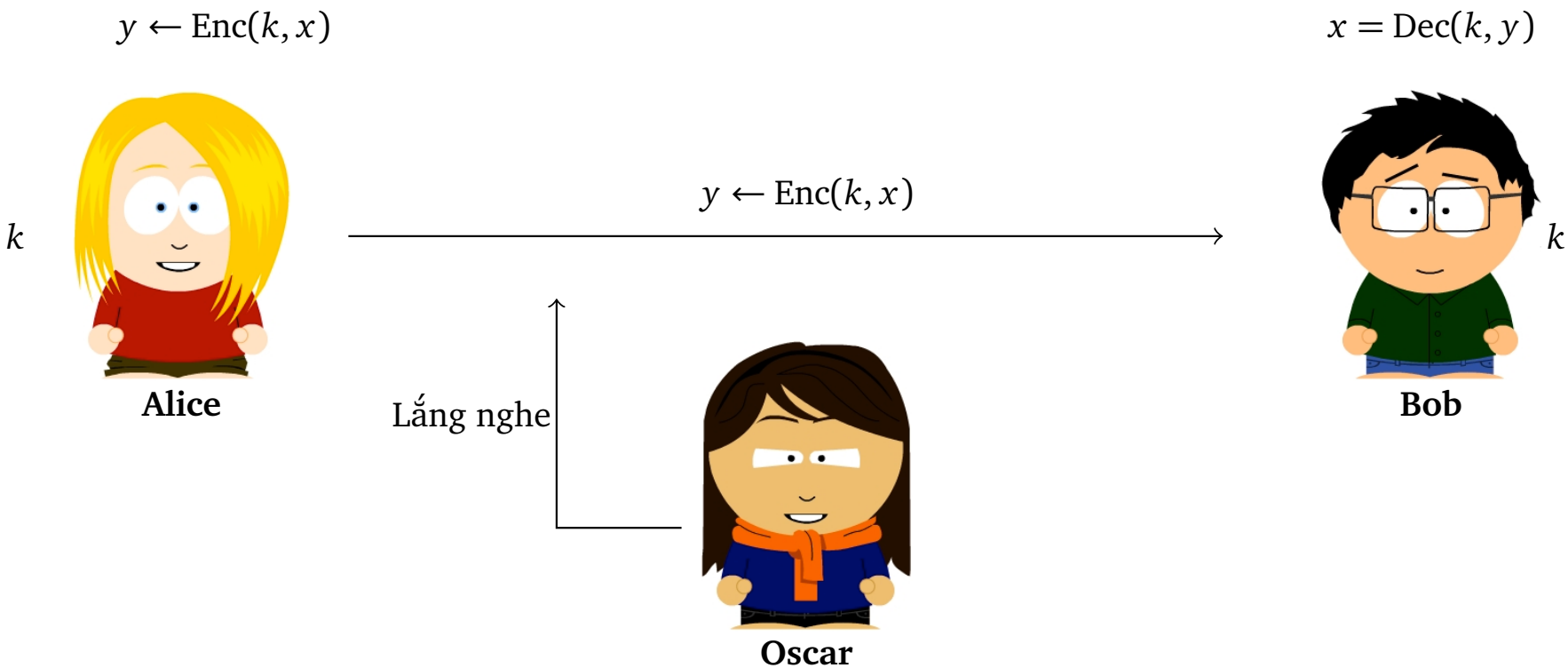
$k \leftarrow \text{Gen}(1^\lambda)$	sinh khóa độ dài λ
$y \leftarrow \text{Enc}(k, x)$	mã hóa thông điệp x với khóa k, kết quả là bản mã y
$x = \text{Dec}(k, y)$	giải mã y dùng khóa k để lấy được x.

Thực hiện:

- Ai đó (có thể là Alice hoặc Bob) tính $k \leftarrow Gen(1^\lambda)$.
- Đảm bảo rằng Alice & Bob cả hai đều có k (và Oscar không có) (Làm thế nào !?)

Mật mã khóa đối xứng

Trao đổi thông tin



Nguyên lý Kerckhoffs

Hệ mật phải an toàn cả khi kẻ tấn công (Oscar) biết mọi chi tiết về hệ thống, ngoại trừ khoá bí mật. Cụ thể, hệ thống phải an toàn cả khi kẻ tấn công biết rõ hàm mã hoá và hàm giải mã.

Bài tập thực tế

- Tìm hiểu thư viện NaCl (Networking and Cryptography library)
- Để bắt đầu, hãy xem wikipedia https://en.wikipedia.org/wiki/NaCl_(software)
- Xem thêm về tác giả của NaCl (Daniel J. Bernstein)

Hệ mã thay thế

Ví dụ

$$\texttt{A} \rightarrow \texttt{k}$$
$$\texttt{B} \rightarrow \texttt{d}$$
$$\texttt{C} \rightarrow \texttt{w}$$
$$\ldots$$

Xâu `ABBA` sẽ được mã hoá thành `kddk`.

Khoá k của hệ mã trên là gì?

Bài tập

Xét bản mã được mã hoá bởi hệ mã thay thế

```
iq ifcc vqqr fb rdq vfllcq na rdq cfjwhwz hr bnnb
        hcc hwwhbsqvqbre hwq vhlq
```

Câu hỏi

- Bạn có thể đoán được bản rõ là gì không?
- Hệ mã này có an toàn?

Nội dung

Tấn công vét cạn khoá

- Xem hệ mã như một hộp đen
- Cần ít nhất một cặp bản rõ, bản mã (x_0, y_0)
- Kiểm tra mọi khoá k cho đến khi thoả mãn điều kiện:

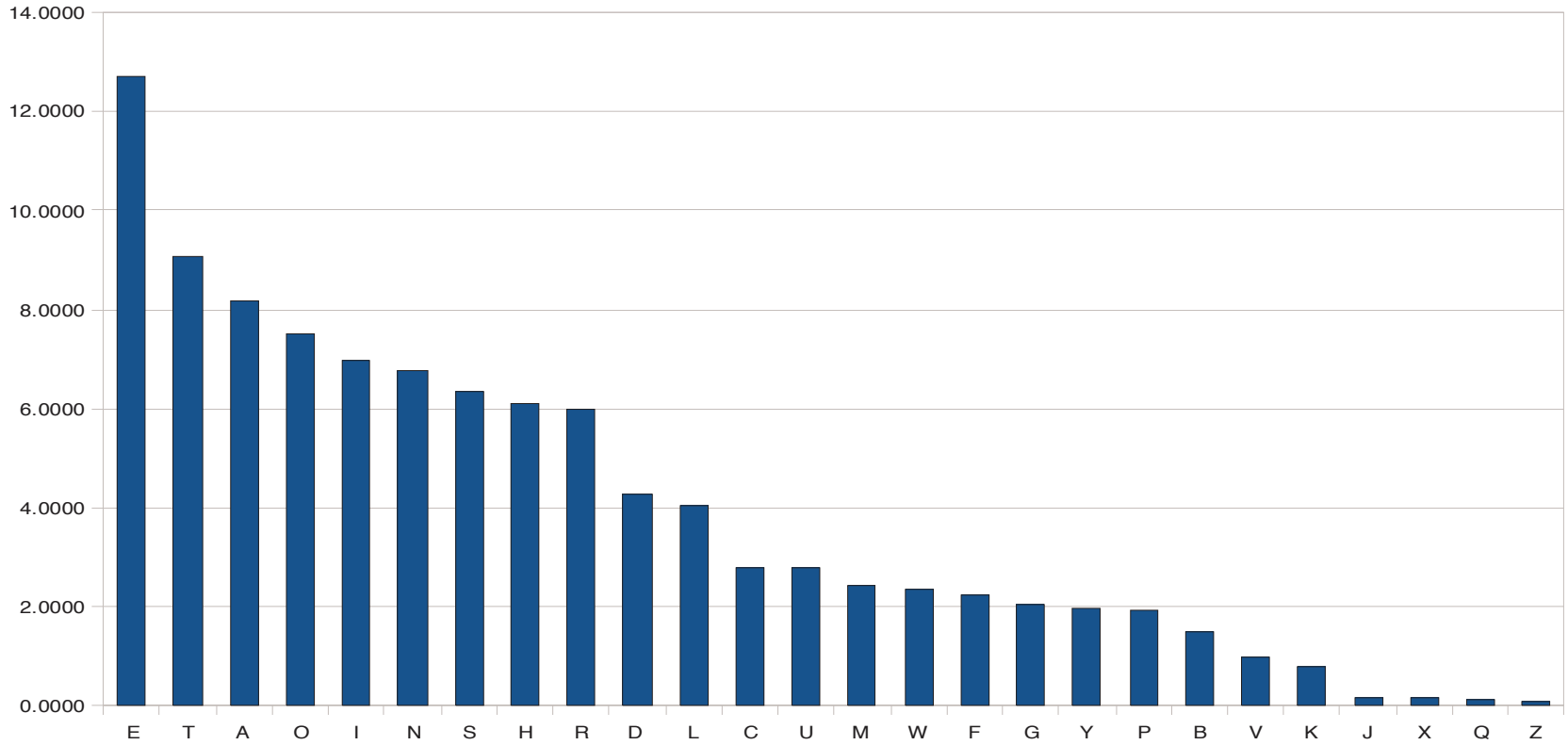
$$\mathrm{Dec}(k, y_0) = x_0.$$

Câu hỏi

Không gian khoá của hệ mã thay thế là gì?

Tấn công bằng Phân tích tần suất

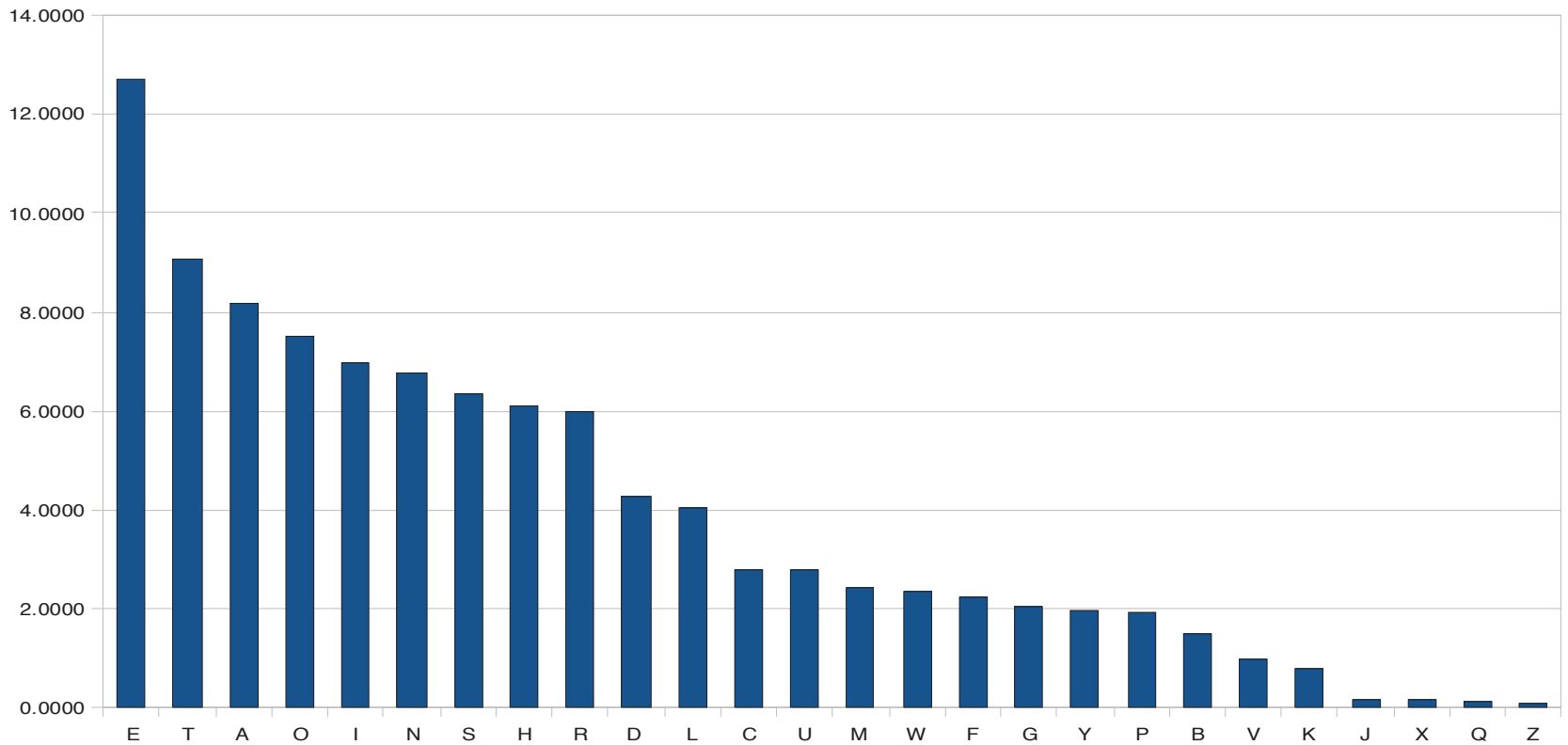
Tính chất: Hai chữ giống nhau trong bản rõ ánh xạ thành hai chữ giống nhau trong bản mã.



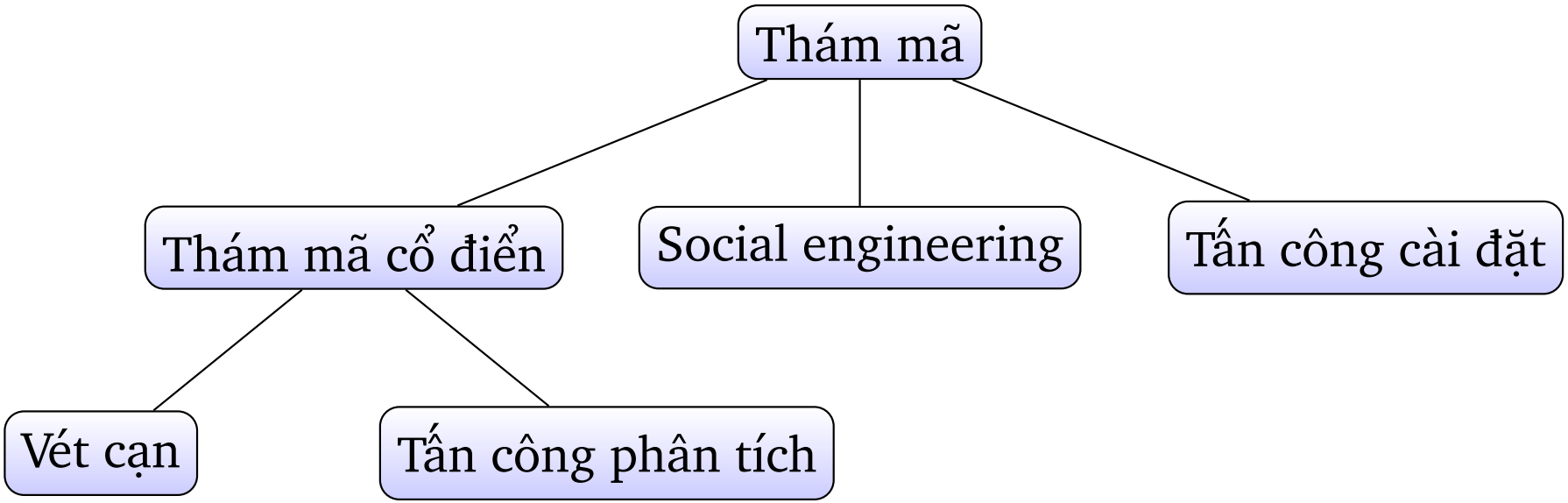
Hình: Bảng tần suất của chữ cái Tiếng Anh

Bài tập: Giải mã

```
iq ifcc vqqr fb rdq vfllcq na rdq cfjwhwz hr bnnb
        hcc hwwhbsqvqbre hwq vhlq
```



Phân loại các kiểu tấn công



Thế nào là an toàn?

Mục tiêu an toàn: Không phân biệt được bản mã hay còn gọi là an toàn ngữ nghĩa

- Oscar không thể phân biệt được $y_1 = \text{Enc}(k, x_1)$ với $y_2 = \text{Enc}(k, x_2)$ kể cả khi chị ta biết (hoặc chọn) x_1 và x_2 có cùng độ dài.

Các kiểu tấn công:

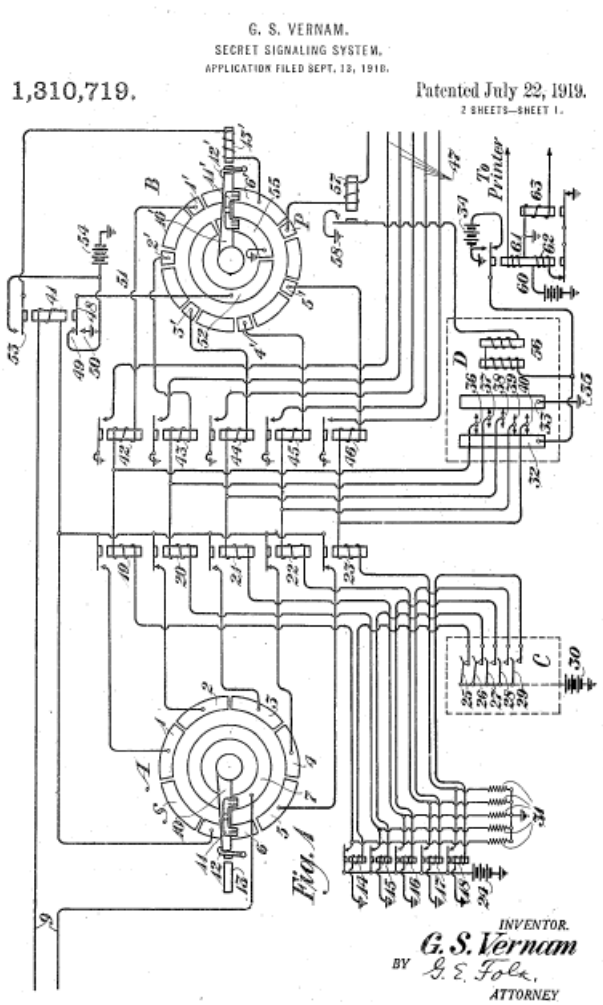
- Biết bản mã
- Biết một số cặp bản mã/bản rõ
- Chọn bản rõ
- Chọn bản mã
- v.v.

Nội dung

1. Tổng quan
2. Mã hóa
3. Thám mã
4. One-time Pad

One-Time Pad hay OTP

- Vernam 1917. Bằng phát minh.
- Thông điệp, khóa, và bản mã có cùng độ dài (λ bit).
- Khóa k cũng được gọi là pad; là ngẫu nhiên và chỉ biết bởi Alice & Bob.



Phép toán XOR

XOR của hai xâu trên $\{0,1\}^n$ là tổng từng bit theo mô đun 2.

x	y	$\oplus$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$$\begin{array}{rr} & 1\,0\,1\,1\,0\,0 \\ \oplus & 0\,1\,1\,0\,1\,0 \\ \hline & 1\,1\,0\,1\,1\,0 \end{array}$$

Một tính chất quan trọng của XOR

Định lý

Xét x là một biến ngẫu nhiên trên $\{0,1\}^n$, và xét k là một biến ngẫu nhiên đều trên $\{0,1\}^n$. Khi đó

$$y = x \oplus k$$

là biến ngẫu nhiên đều trên $\{0,1\}^n$.

Chứng minh.

Khi $n = 1$, ta có:

x	Pr
0	p_0
1	p_1

k	Pr
0	1/2
1	1/2

x	k	Pr
0	0	$p_0/2$
0	1	$p_1/2$
1	0	$p_0/2$
1	1	$p_1/2$

Mã hóa OTP

- Gen: sinh dãy bit ngẫu nhiên độ dài λ.
- Enc: Biểu diễn thông điệp như xâu nhị phân và cộng theo mod 2 với khóa.

$$\begin{array}{rll} & x & = 101100.. \\ \oplus & k & = 011010.. \\ \hline & y & = 110110.. \end{array}$$

- Dec: Giống như mã hóa, chỉ cộng với k.

$$\begin{aligned} (x_i \oplus k_i) \oplus k_i &= x_i \oplus (k_i \oplus k_i) \\ &= x_i \oplus 0 = x_i \end{aligned}$$

Bài tập

Hãy liệt kê các ưu nhược điểm của hệ OTP.

ĐẠI HỌC BÁCH KHOA

25 YEARS ANNIVERSARY SOICT

VIỆN CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG

SCHOOL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY

Cảm ơn!

soict.hust.edu.vn/ fb.com/groups/soict