

**TỔNG LIÊN ĐOÀN LAO ĐỘNG VIỆT NAM
TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**



**BÀI BÁO CÁO CUỐI KÌ MÔN CẤU TRÚC RỜI RẠC
HỌC KỲ 1 NĂM HỌC 2021-2022**

Người hướng dẫn: **GV NGUYỄN THỊ HUỲNH TRÂM**

Người thực hiện: **Nguyễn Thị Hương Giang**

MSSV: C1900103

Lớp : 19050402

Khoá : 23

THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH, NĂM 2022

**TỔNG LIÊN ĐOÀN LAO ĐỘNG VIỆT NAM
TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**



**BÀI BÁO CÁO CUỐI KÌ MÔN CẤU TRÚC RỜI RẠC
HỌC KỲ 1 NĂM HỌC 2021-2022**

Người hướng dẫn: **GV NGUYỄN THỊ HUỲNH TRÂM**

Người thực hiện: **Nguyễn Thị Hương Giang**

MSSV: C1900103

Lớp : 19050402

Khoá : 23

THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH, NĂM 2022

LỜI CẢM ƠN

Trong thời gian học tập trực tuyến học kì 1 năm học 2021-2022, em được sự dẫn dắt tận tình trong quá trình học tập trực tuyến của cô Nguyễn Thị Huỳnh Trâm, em xin chân thành cảm ơn cô đã tận tình giảng dạy để hôm nay em có được thêm kiến thức môn học cũng như kinh nghiệm trong cuộc sống. Do kiến thức còn hạn hẹp nên không tránh khỏi những thiếu sót trong cách hiểu, lỗi trình bày. Em rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của cô để bài cuối kỳ có được kết quả tốt nhất.

Một lần nữa em xin chân thành cảm ơn cô và chúc cô có một năm mới thật vui vẻ, hạnh phúc, xinh đẹp và thành công trong sự nghiệp.

TP. Hồ Chí Minh, ngày 08 tháng 01 năm 2022

Tác giả

(Ký tên và ghi rõ họ tên)



Nguyễn Thị Hương Giang

BÁO CÁO ĐƯỢC HOÀN THÀNH TẠI TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÔN ĐỨC THẮNG

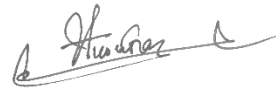
Tôi xin cam đoan đây là bản báo cáo của riêng tôi và được sự hướng dẫn của Cô Nguyễn Thị Huỳnh Trâm. Các nội dung nghiên cứu, kết quả trong bài báo cáo này là trung thực và chưa công bố dưới bất kỳ hình thức nào trước đây. Những số liệu trong các bảng biểu phục vụ cho việc phân tích, nhận xét, đánh giá được chính tác giả thu thập từ các nguồn khác nhau có ghi rõ trong phần tài liệu tham khảo.

Nếu phát hiện có bất kỳ sự gian lận nào tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm về nội dung đồ án của mình. Trường đại học Tôn Đức Thắng không liên quan đến những vi phạm tác quyền, bản quyền do tôi gây ra trong quá trình thực hiện (nếu có).

TP. Hồ Chí Minh, ngày 08 tháng 01 năm 2022

Tác giả

(ký tên và ghi rõ họ tên)



Nguyễn Thị Hương Giang

MỤC LỤC

MỤC LỤC.....	1
CHƯƠNG 1 – MỞ ĐẦU	4
CHƯƠNG 2 – BÀI LÀM.....	4
Question 1: Euclid’s algorithm and Bezout’s identity	4
Question2 - Recurrence relation.....	6
Question 3: Set	6
Question 4 - Relations	7
Question 5: Multiplicative Inversion	8
Question 6: Kruskal’s algorithm	9
Question 7 : Eulerian circuit	10
Question 8: Map coloring	19
CHƯƠNG 3 – TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	22

CHƯƠNG 1 – MỞ ĐẦU

1. Euclid's algorithm and Bezout's identity
2. Recurrence relation
3. Set
4. Relations
5. Multiplicative inversion
6. Kruskal's algorithm
7. Eulerian circuit
8. Map coloring

CHƯƠNG 2 – BÀI LÀM

Question 1: Euclid's algorithm and Bezout's identity

a. MSSV: C1900103

$$\gcd(2021, 1000 + 103) = \gcd(2021, 1103)$$

$$2021 = 1103 * 1 + 918 \quad \leftarrow \gcd(1103, 918)$$

$$1103 = 918 * 1 + 185 \quad \leftarrow \gcd(918, 185)$$

$$918 = 185 * 4 + 178 \quad \leftarrow \gcd(185, 178)$$

$$185 = 178 * 1 + 7 \quad \leftarrow \gcd(178, 7)$$

$$178 = 7 * 25 + 3 \quad \leftarrow \gcd(7, 3)$$

$$7 = 3 * 2 + 1 \quad \leftarrow \gcd(3, 1)$$

$$3 = 3 * 1 + 0 \quad \leftarrow \gcd(3, 0)$$

$$\text{Vậy } \gcd(2021, 1095) = 1$$

Tìm ước số chung lớn nhất của 2021 và 1103 $\gcd(2021, 1103)$

Tích của 2 số nguyên $a * b = \gcd(a, b) * \text{lcm}(a, b)$

$$\Leftrightarrow \text{lcm}(2021, 1103) = \frac{a * b}{\gcd(a, b)} = \frac{2021 * 1103}{1} = 2229163$$

$$\text{Vậy } \text{lcm}(2021, 1103) = 43 * 47 * 1103 = 2229163$$

b.

$$2021x + 1103y = \gcd(2021, 1103) = 1$$

Ta có : (theo thuật toán euclid mở rộng)

$$1 = 7 - 3 \cdot 2$$

$$= 7 - (178 - 7 \cdot 25) \cdot 2$$

$$= 7 - (178 - (185 - 178) \cdot 25) \cdot 2$$

$$= 7 - (178 - (185 - (918 - 185 \cdot 4)) \cdot 25) \cdot 2$$

$$= 7 - (178 - (185 - (918 - (1103 - 918) \cdot 4)) \cdot 25) \cdot 2$$

$$= 7 - (178 - (185 - (918 - (1103 - (2021 - 1103) \cdot 4)) \cdot 25) \cdot 2$$

$$= 2021 \cdot 787 + 1103 \cdot (-1442)$$

Trong đó $x = 787$, $y = -1442$

$$\text{Với } k=1 \Rightarrow (787 + 1 \cdot 1103, (-1442) - 1 \cdot 2021) = (1890, -3463)$$

$$1 = 2021 \cdot 1890 + 1103 \cdot (-3463)$$

$$\text{Với } k=2 \Rightarrow (787 + 2 \cdot 1103, (-1442) - 2 \cdot 2021) = (2993, -5484)$$

$$1 = 2021 \cdot 2993 + 1103 \cdot (-5484)$$

$$\text{Với } k=3 \Rightarrow (787 + 3 \cdot 1103, (-1442) - 3 \cdot 2021) = (4096, -7505)$$

$$1 = 2021 \cdot 4096 + 1103 \cdot (-7505)$$

$$\text{Với } k=4 \Rightarrow (787 + 4 \cdot 1103, (-1442) - 4 \cdot 2021) = (5199, -9526)$$

$$1 = 2021 \cdot 5199 + 1103 \cdot (-9526)$$

$$\text{Với } k=5 \Rightarrow (787 + 5 \cdot 1103, (-1442) - 5 \cdot 2021) = (6302, -11547)$$

$$1 = 2021 \cdot 6302 + 1103 \cdot (-11547)$$

Question2 - Recurrence relation

Giải bài toán hệ thức truy hồi $a_n = 8a_{n-1} - 15a_{n-2}$ với $a_0 = 5, a_1 = 3$

Phương trình đặc trưng của hệ thức truy hồi là $x^2 - 8x + 15 = 0$

Nghiệm của phương trình đặc trưng là: $\begin{cases} r = 5 \\ s = 3 \end{cases}$

Khi đó 2 nghiệm này thỏa mãn phương trình nghiệm tổng quát là $F_n = a * 5^n + b * 3^n$

Với $a_0 = 5 \Leftrightarrow F_0 = 5^0 * a + 3^0 * b = 5$

$a_1 = 3 \Leftrightarrow F_1 = 5^1 * a + 3^1 * b = 3$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} a + b = 5 \\ 5a + 3b = 3 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} a = -6 \\ b = 11 \end{cases}$$

Kết quả: $a_n = -6 * 5^n + 11 * 3^n$

Question 3: Set

a) Tên đầy đủ: Nguyễn Thị Hương Giang

$$\Gamma = \{A, E, G, H, I, N, O, T, U, Y\}.$$

b) $\Gamma = \{A, E, G, H, I, N, O, T, U, Y\}$

$$\Delta = \{A, C, D, G, H, N, O, T, U\}.$$

Union of Γ and Δ

$$\Gamma \cup \Delta = \{A, C, D, E, G, H, I, N, O, T, U, Y\}$$

Intersect of Γ and Δ

$$\Gamma \cap \Delta = \{A, G, H, N, O, T, U\}$$

Non-symmetric difference of Γ and Δ

$$\Gamma \setminus \Delta = \{E, I, Y\}$$

$$\Delta \setminus \Gamma = \{C, D\}$$

symmetric difference of Γ and Δ

$$(\Gamma \setminus \Delta) \cup (\Delta \setminus \Gamma) = \{C, D, E, I, Y\}$$

Question 4 - Relations

$\forall a, b \in \mathbb{N} (aRb \leftrightarrow 3|(a*b))$

R is reflexive: To show that R is reflexive, it is necessary to show that

For every $a \in \mathbb{N}$, aRa

By definition of R, this means that

For every $a \in \mathbb{N}$, $3|(a*a)$

Which is false because choose $a = 1$ so $3 \nmid (1*1)$.

Hence R is not reflexive.

R is symmetric: To show that R is symmetric, it is necessary to show that

For every $a, b \in \mathbb{N}$, if aRb then bRa

By definition of R, this means that

For every $a, b \in \mathbb{N}$, if $3|(a*b)$ then $3|(b*a)$

which is true because $a*b = b*a$ by the commutative law of multiplication

Hence R is symmetric.

R is transitive: For every $a, b, c \in \mathbb{N}$, if aRb and bRc then aRc

By definition of R, this means that

For every $a, b, c \in \mathbb{N}$, if $3|(a*b)$ and $3|(b*c)$ then $3|(a*c)$

Which is false because choose $a = 1, b = 3, c = 2 \Rightarrow a*b = 3, b*c = 6, a*c = 2$
then $3|(1*3)$ and $3|(3*2)$ but $3 \nmid (1*2)$.

Hence R is not transitive.

R is anti-symmetric: For R to be antisymmetric means that for all real numbers a and b, if aRb and bRa then $a = b$.

By definition of R, this means that for every $a, b \in \mathbb{N}$, if $3|(a*b)$ and $3|(b*a)$ then $a=b$.

The following counterexample shows that this is false. Because if $a = 3$ and $b = 1$ then $3|(3*1)$ and $3|(1*3)$ but $3 \neq 1$.

Since R is not transitive.

Question 5: Multiplicative Inversion

Định lý 8.4.1 (Epp): Tương đương Modulo

Cho a, b và n là số nguyên bất kỳ và giả sử $n > 1$.

Các phát biểu sau đây đều là tương đương:

1. $n \mid (a - b)$
2. $a \equiv b \pmod{n}$
3. $a = b + kn$ với k là 1 số nguyên
4. a và b cùng có 1 số dư (không âm) khi chia cho n
5. $a \bmod n = b \bmod n$

a). Với mọi số nguyên $a; n$ với $n > 1$:

Nếu $\gcd(a; n) = 1$:

Sau đó theo Bézout's Identity, tồn tại các số nguyên s, t sao cho $as + nt = 1$

Như vậy $as = 1 - nt$, theo đại số cơ bản.

Khi đó theo Định lý 8.4.1 (Epp), $as \equiv 1 \pmod{n}$.

Lưu ý rằng phần trên cho chúng ta biết cách tìm một nghịch đảo nhân cho một modulo n : đơn giản chạy Thuật toán Euclid mở rộng!

Các bước giải của thuật toán Euclidean mở rộng :

Ta có : $r = ax + by$

các bước giải của bảng Euclidean mở rộng :

$$r_i = r_{i-2} \bmod r_{i-1}$$

$$q_i = r_{i-2} / r_{i-1}$$

$$x_i = x_{i-2} - q_i x_{i-1}$$

$$y_i = y_{i-2} - q_i y_{i-1}$$

b.

Vì 101 là số nguyên tố, và $4 = 2^2$, dễ thấy rằng $\gcd(4, 101) = 1$

Ta có: $101 = 4 \cdot 25 + 1$

$\Rightarrow 4 \cdot (-25) = 1 - 101$

Theo định lý 8.4.1 (Epp) (ở trên), $4 \cdot (-25) \equiv 1 \pmod{101}$.

Do đó $4^{-1} = -25 \pmod{101}$

Vì số nghịch đảo $= -25 < 0$ nên có thể thay bằng cách thêm bội số của 101 là -
 $25 + 101 = 76$

Vậy $4^{-1} = 76 \pmod{101}$

Question 6: Kruskal's algorithm

Trong thuật toán kruskal Các cạnh của một đồ thị liên thông được kiểm tra lần lượt theo trọng số tăng dần.

Trong mỗi lần cạnh được thêm vào để thành cây bao trùm nhỏ nhất, phải đảm bảo rằng cái sự thêm vào này không tạo thành một chu trình.

Sau $n - 1$ cạnh được thêm vào (n là số đỉnh của đồ thị) các cạnh này cùng với các đỉnh của đồ thị tạo thành một cây bao trùm tối thiểu cho đồ thị.

Mã giả:

Input: G (đồ thị liên thông có trọng số với n đỉnh)

Thuật toán:

Bước 1: Khởi tạo $T = \emptyset$ (để lấy tất cả các đỉnh của đồ thị)

Bước 2: gọi E là tập tất cả các cạnh của G , và cho $m = 0$

Bước 3: While($m < n-1$)

3.1: Tìm cạnh e trong E có trọng số nhỏ nhất

3.2: Xóa e từ E

3.3: Nếu thêm e vào E không tạo thành 1 chu trình thì thêm e vào tập cạnh của T
 và $m = m+1$

end while

Output: T (T là cây bao trùm tối thiểu cho đồ thị G)

Khi thuật toán của Kruskal được sử dụng trên biểu đồ trong đó một số cạnh có cùng trọng số với các cạnh khác, output sẽ có nhiều hơn một cây bao trùm tối thiểu.

Để output là duy nhất, các cạnh của đồ thị có thể được đặt trong một mảng và các cạnh có cùng trọng số có thể được thêm vào theo thứ tự chúng xuất hiện trong mảng.

Question 7 : Eulerian circuit

a.

Đồ thị có chu trình Eulerian vì tất cả các đỉnh của đồ thị đều có bậc chẵn và đồ thị là đồ thị liên thông

Đồ thị không có đường đi Eulerian vì đồ thị không có 2 đỉnh bậc lẻ

(đồ thị có đường đi Eulerian là đồ thị liên thông và có 2 đỉnh có bậc lẻ, các đỉnh còn lại phải có bậc chẵn)

b. B1: Xác định 1 chu trình đơn của đồ thị G là R_1 ; $i = 1$

B2: Nếu R_i chứa toàn bộ : kết thúc; R_i là kết quả

B3: Nếu R_i không chứa toàn bộ G Xét đỉnh $v_i \in R_i$ là đỉnh của cạnh e_i không thuộc R_i

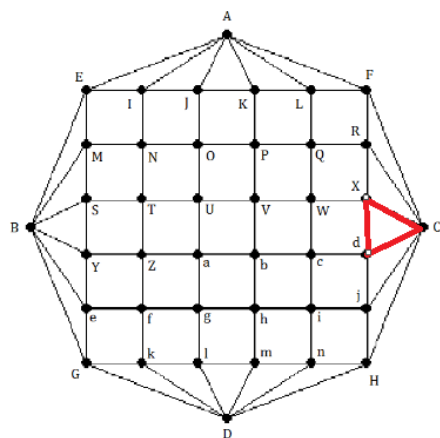
B4: Xác định chu trình đơn Q_i bắt đầu từ v_i , đi qua e_j

B5: Tạo R_{i+1} bằng cách thay v_i trong R_i bằng Q_i

B6: Tăng i lên 1, quay lại bước 2.

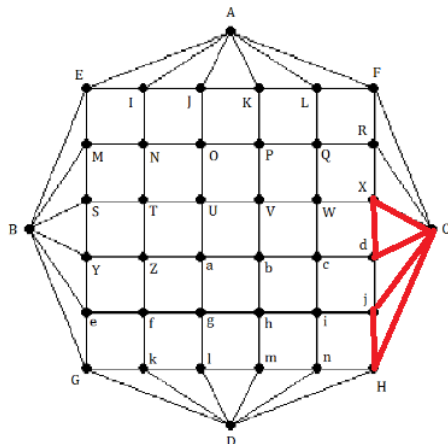
c. $R1 = XCdX$

$Q1 = CHjC$



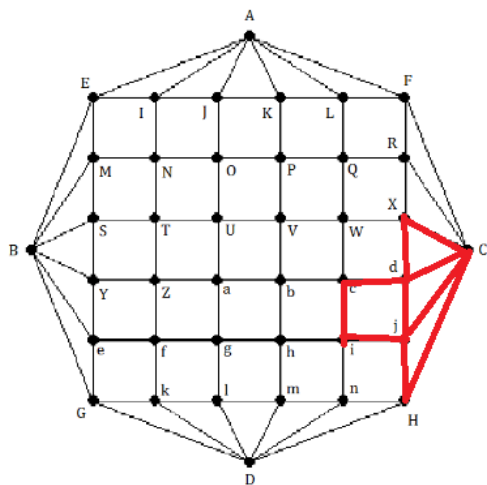
$R2 = XCHjCdX$

$Q2 = djcd$



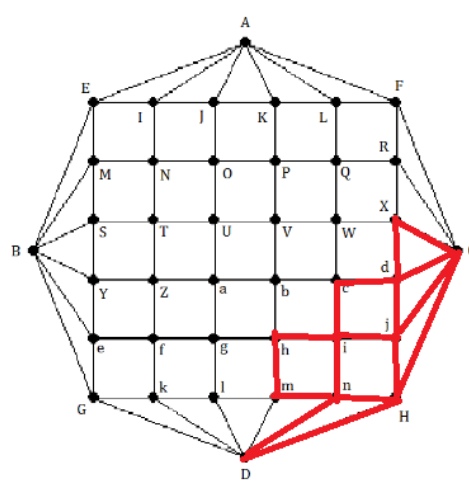
$R3 = XCHjCdjcdX$

$Q3 = inHDnmhi$



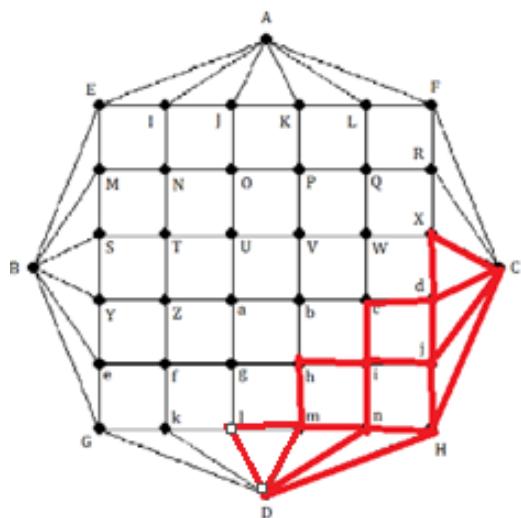
$R4 = XCHjCdjinHDnmhicdX$

$Q4 = Dmld$



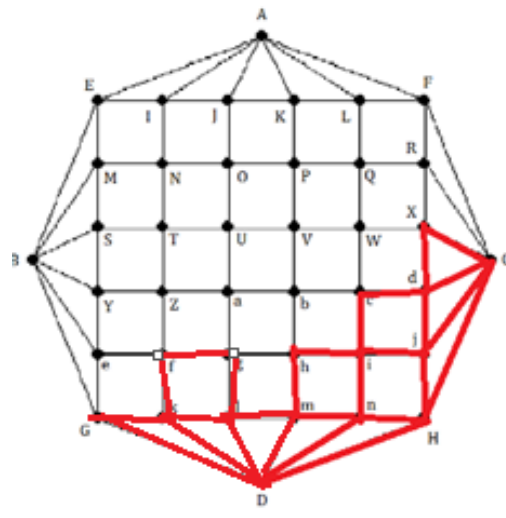
R5 = XCHjCdjinHDmldnmhcdX

Q5 = lkDGkfgl



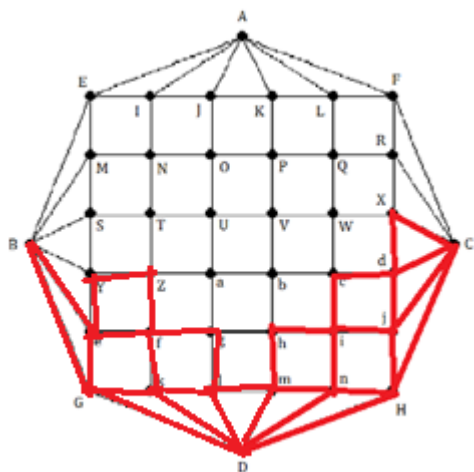
R6 = XCHjCdjinHDmlkDGkfglDnmhcdX

Q6 = feGBeYZf



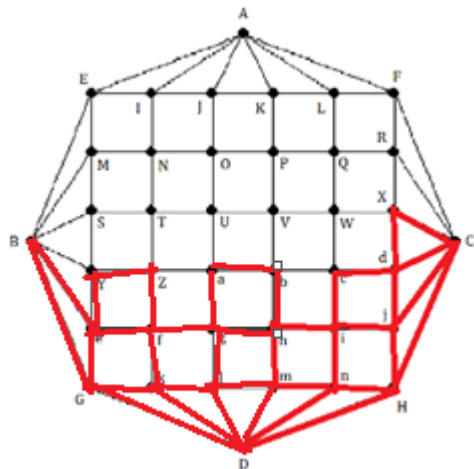
R7 = XCHjCdjinHDmlkDGkfeGBeYZfglDnmhcdX

Q7 = hgabh



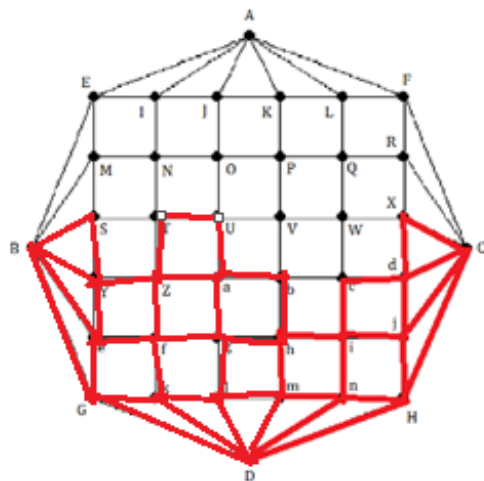
R8 = XCHjCdjinHDmlkDGkfeGBeYZfglDnmhgabhicdX

Q8 = YBSY



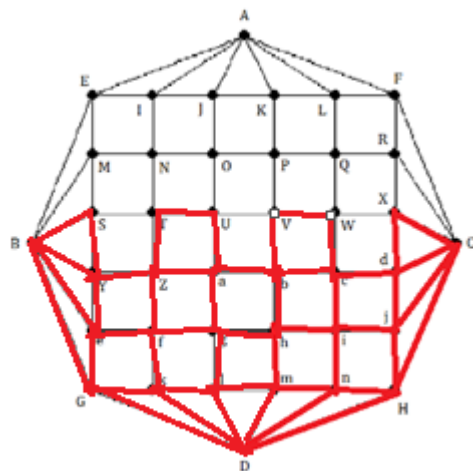
R9 = XCHjCdjinHDmlkDGkfeGBeYBSYZfglDnmhgabhicdX

Q9 = aZTUa



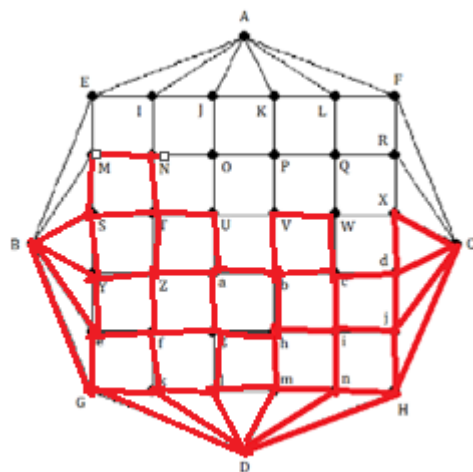
R10 = XCHjCdjinHDmlkDGkfeGBeYBSYZfglDnmhgaZTUabhicdX

Q10 = TSMNT



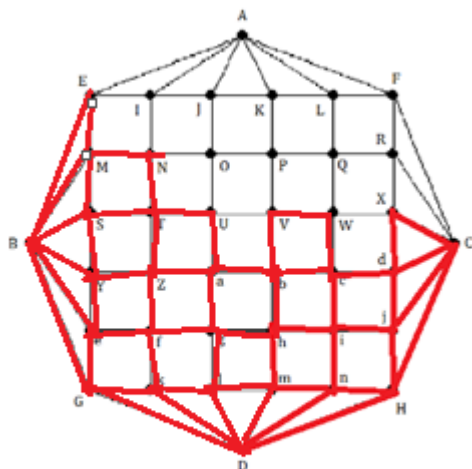
R11 = XCHjCdjinHDmlkDGkfeGBeYBSYZfglDnmhgaZTSMNTUabhicbVWcdX

Q11= MBEM



R12 = XCHjCdjinHDmlkDGkfeGBeYBSYZfglDnmhgaZTSMNTUabhicbVWcdX

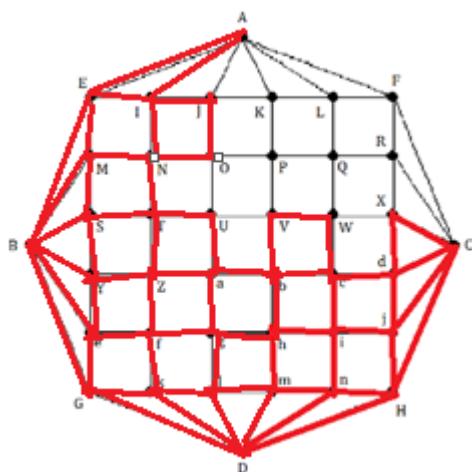
Q12 = NIEAIJON



R13 =

XCHjCdjinHDmlkDGkfeGBeYBSYZfglDnmhgaZTSMBEMNIEAIJONTUabhicbVW
cdX

Q13 = VUOPV

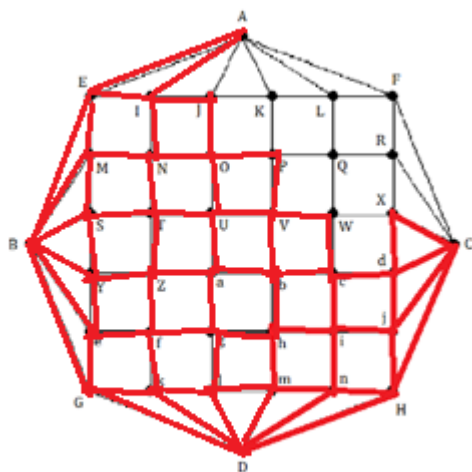


R14 =

XCHjCdjinHDmlkDGkfeGBeYBSYZfglDnmhgaZTSMBEMNIEAIJONTUabhicbVU

OPVWcdX

Q14 = PKJSKLQP

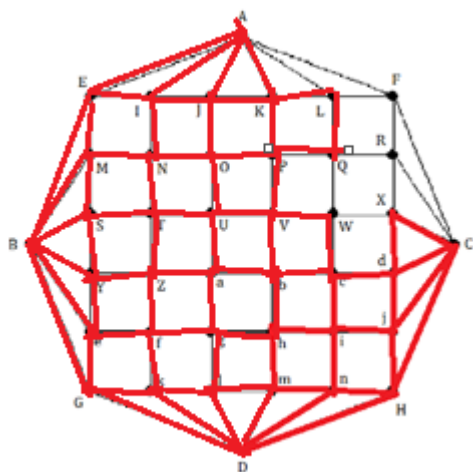


R15 =

XCHjCdjinHDmlkDGkfeGBeYBSYZfglDnmhgaZTSMBEMNIEAIJONTUabhicbVU

OPKJAKLQPVWcdX

Q15 = LAFL

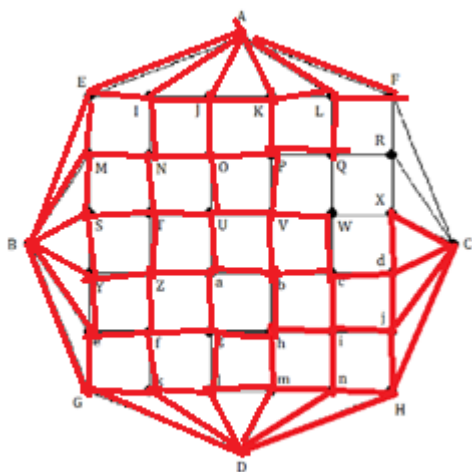


R16 =

XCHjCdjinHDmlkDGkfeGBeYBSYZfglDnmhgaZTSMBEMNIEAIJONTUabhicbVU

OPKJAKLAFLQPWcdX

Q16 = FCRF

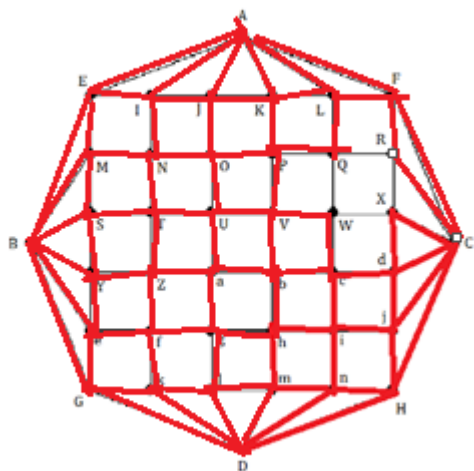


R17 =

XCHjCdjinHDmlkDGkfeGBeYBSYZfglDnmhgaZTSMBEMNIEAIJONTUabhicbVU

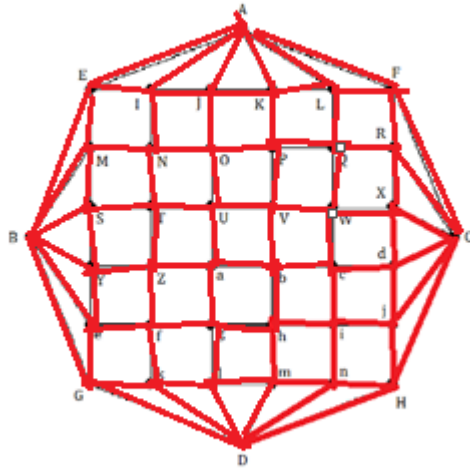
OPKJAKLAFCRFLQPWcdX

Q17 = RQWXR



R18 =

XCHjCdjinHDmlkDGkfeGBeYBSYZfglDnmhgaZTSMBEMNIEAIJONTUabhicbVU
OPKJAKLAFCRQWXRFLQPvWcdX



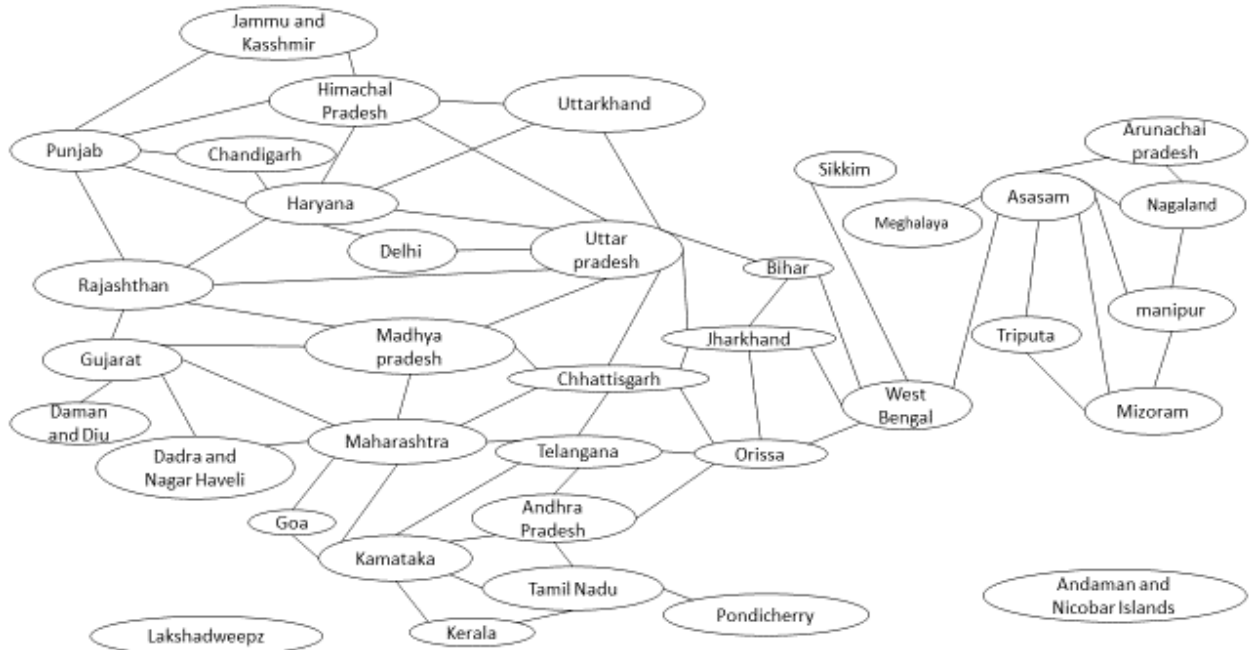
=> Chu trình Eulerian sử dụng thuật toán Hierholzer khi bắt đầu chu trình tại R1=

XcdX là: R18

XCHjCdjinHDmlkDGkfeGBeYBSYZfglDnmhgaZTSMBEMNIEAIJONTUabhicbVU
OPKJAKLAFCRQWXRFLQPvWcdX

Question 8: Map coloring MSSV: C1900103 (103%4 = 3)

a) Lập mô hình bản đồ bằng biểu đồ



b) Tô màu từ Meghalaya:



Các bước thực hiện tô màu đồ thị:

Bước 1: Chọn đỉnh có bậc cao nhất và tô màu, sử dụng cùng 1 màu để tô nhiều đỉnh nhất có thể mà không tô cùng màu các đỉnh được nối bởi 2 cạnh kề nhau

Bước 2: Chọn 1 màu mới và lặp lại bước 1

Bước 3: Lặp lại bước 1 cho đến khi tất cả các đỉnh được tô màu.

- Đầu tiên khi tô màu từ Meghalaya (đỉnh bậc 1) tô màu xanh cho Meghalaya, chọn đỉnh Asasam (đỉnh bậc 7) và tô màu cam
- Tại đỉnh Asasam, chọn đỉnh West Bengal (đỉnh bậc 5) tô màu vàng, chọn đỉnh Manipur (đỉnh bậc 3) và tô màu vàng, chọn Mizoram(đỉnh bậc 3) và tô màu đỏ, chọn Nagaland (đỉnh bậc 3) và tô màu xanh, chọn Tripura (đỉnh bậc 2) và tô màu xanh, chọn Arunachal Pradesh (đỉnh bậc 2) và tô màu đỏ
- Tại đỉnh West Bengal, chọn đỉnh Jharkhand (đỉnh bậc 5) và tô màu xanh, chọn đỉnh Orissa(đỉnh bậc 5) và tô màu đỏ, chọn đỉnh Bihar (đỉnh bậc 3) và tô màu cam, chọn đỉnh Sikkim(đỉnh bậc 1) và tô màu xanh
- Tại đỉnh Jharkhand, chọn đỉnh Uttar Pradesh (đỉnh bậc 9) và tô màu đỏ, chọn đỉnh Chhattisgarh(đỉnh bậc 6) và tô màu cam
- Tại đỉnh Oissa, chọn đỉnh Telangana(đỉnh bậc 5) và tô màu vàng, chọn đỉnh Andhra Pradesh (đỉnh bậc 4) và tô màu cam
- Tại đỉnh Uttar Pradesh, chọn đỉnh Haryana(đỉnh bậc 7) và tô màu vàng, chọn đỉnh Madhya Pradesh(đỉnh bậc 5) và tô màu xanh, chọn đỉnh Rajasthan(đỉnh bậc 5) và tô màu cam, chọn đỉnh Himachal Pradesh(đỉnh bậc 5) và tô màu cam, chọn đỉnh Uttarakhand (đỉnh bậc 3) và tô màu xanh, chọn đỉnh Delhi(đỉnh bậc 2) và tô màu xanh
- Tại đỉnh Chhattisgarh, chọn đỉnh Maharashtra(đỉnh bậc 7) và tô màu đỏ
- Tại đỉnh Telangana, chọn đỉnh Karnataka(đỉnh bậc 6) và tô màu xanh

- Tại đỉnh Andhra Pradesh, chọn đỉnh Tamil Nadu(đỉnh bậc 4) và tô màu vàng
- Tại đỉnh Haryana, chọn đỉnh Punjab(đỉnh bậc 5) và tô màu đỏ, chọn đỉnh Chandigarh (đỉnh bậc 2) và tô màu xanh
- Tại đỉnh Madhya Pradesh, chọn đỉnh Gujarat (đỉnh bậc 5) và tô màu vàng
- Tại đỉnh Rajashthan, (tất cả các đỉnh kề đã được tô màu)
- Tại đỉnh Himachal Pradesh, chọn đỉnh Jammu and Kashmir(đỉnh bậc 2) và tô màu vàng
- Tại đỉnh Maharashtra, chọn đỉnh Dadra and Nagar Haveli (đỉnh bậc 2) và tô màu xanh, chọn đỉnh Goa (đỉnh bậc 2) và tô màu vàng
- Tại đỉnh Tamil Nadu chọn đỉnh Kerala(đỉnh bậc 2) và tô màu đỏ, chọn đỉnh Pondicherry (đỉnh bậc 1) và tô màu xanh
- Tại đỉnh Gujarat, chọn đỉnh Daman and Diu (đỉnh bậc 1) và tô màu đỏ
- Chọn đỉnh Lakshadweep (đỉnh bậc 0) và đỉnh Andaman and Nicobar Islands (đỉnh bậc 0) và tô màu đỏ

CHƯƠNG 3: TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Slide bài giảng CTRR

2. Coloring Graphs Part 1: Coloring and Identifying Chromatic Number

access: https://www.youtube.com/watch?v=-gOh1aG0_zQ&t=112s

3. Bài toán tìm chu trình Euler

access: https://ichoosefish.com/wp-content/uploads/2018/11/TRR8-EulerHam.pdf?fbclid=IwAR0U824LSs-7Xs8STsUSMazpFqSgKJOCxfgeuidcOIrnPQ0N--mSLRKrq_M

4. Thuật toán Kruskal, access:

https://vi.wikipedia.org/wiki/Thu%E1%BA%ADt_to%C3%A1n_Kruskal