14-MA’RUZA. Graflar nazariyasining asosiy tushunchalari. Graflarning ba’zi turlari (4 soat).

REJA

1. Uch, qirra tushunchalari. Grafning ta’rifi. Oddiy graf.
2. Multigraf, Psevdograf. To’la graf.
3. Grafning uchlarining darajasi.
4. Bir jinsli graflar.
5. Grafning qirralar soni.
6. Ikki bo’lakli graf.
7. Tolerant graflar.
8. Graflar ustida amallar.

Kalit so’zlar: *Uch, qirra,graf, oddiy graf, multigraf, psevdograf, to’la graf, grafning uchlarining darajasi, bir jinsli graflar, grafning qirralar soni, ikki bo’lakli graf, tolerant grafl, graflar ustida amallar*.

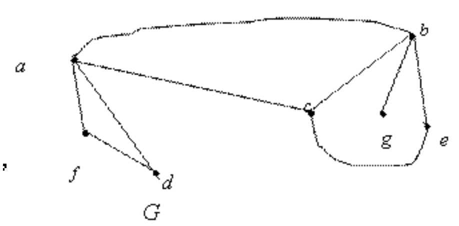
14.1.Uch, qirra tushunchalari. Grafning ta’rifi. Oddiy graf.

Ta’rif 1. (V, E) sonlar juftligiga graf deyiladi, bu yerda V – ixtiyoriy bo`sh bo`lmagan to`plam, $E$ esa $V^{(2)}$ning qism to`plami $(E \subseteq V^{(2)})$, bunda $V^{(2)}$ V to`plam elementlarining tartiblanmagan juftliklari to`plami. V to`plam elementlari **grafning uchlari** deyiladi, $E$ to`plam elementlari esa **grafning qirralari** deyiladi. Agar V chekli bo`lsa, graf **chekli** deyiladi, aks holda **cheksiz graf** deyiladi.

Qirra ikkita uch bilan aniqlanadi. Umumiy uchga ega bo`lgan ikkita qirra qo`shni hisoblanadi.

Grafning uchlari va qirralari to`plamini mos ravishda $V(G)$ va $E(G)$ kabi belgilanadi.

$V(G)=\{a,b,c,d,e,f,g\}, E(G)=\{(a,b),(a,c),(a,d),(a,f),(b,c),$
$(b,g),(b,e),(c,e),(d,f)\}.$



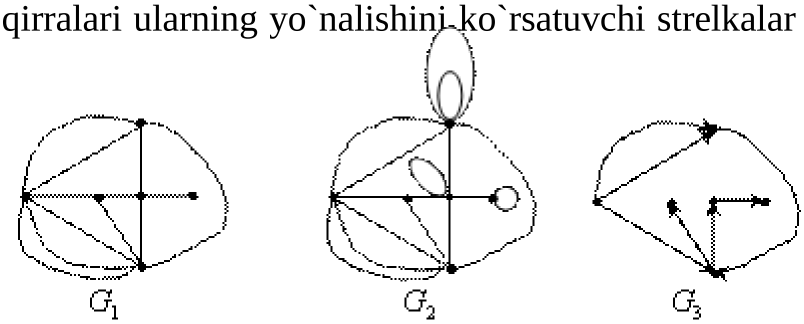
14.1-shakl

14.2.Multigraf, Psevdograf. To’la graf.

Ta’rif 2. a) Agar grafda takroriy (karrali) qirralar mavjud bo`lsa, bunday grafga **multigraf** deyiladi.

a) Agar grafda karrali qirralar bilan birga uchni o`z-o`zi bilan tutashtiruvchi ilmoqlar ham mavjud bo`lsa, bunday grafga **psevdograf** deyiladi.

c) Yo`nalishga ega bo`lgan qirralari mavjud graf **oriyentirlangan graf** (orgraf) deyiladi. Orgrafning qirralari ularning yo`nalishini ko`rsatuvchi strelkalar bilan



belgilanadi.**Misol:**

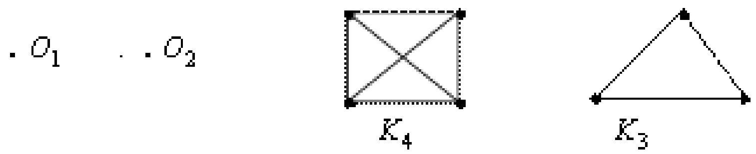
14.2-shakl

G_1 – multigraf, G_2 – psevdograf, G_3 – oriyentirlangan multigraf.

Ta'rif. Agar grafning ixtiyoriy ikki uchi qirralar bilan tutashtirilgan bo`lsa, bunday graf **to`la graf** deyiladi.

n tartibli to`la grafni K_n yoki F_n bilan belgilanadi.

Misol:



14.2.1-shakl

Teorema. *n* tartibli to`la grafning qirralari soni $\frac{n(n-1)}{2}$ ga teng.

14.3.Grafning uchlarining darajasi.

Ta'rif 1. Qirraning boshi yoki oxirini ifodalovchi uchga bu qirraga **intsident uch** deyiladi.

Ta'rif 2. Graf uchining darajasi deb bu uchga **intsident qirralar** soniga aytiladi.

x_i uchning darajasini $P(x_i)$ bilan belgilanadi.

Boshqacha aytganda uchdan chiquvchi qirralar soni uchning darajasi hisoblanadi. Darajasi 1 ga teng uch osilgan uch bo`ladi.

Ta'rif 3. Hech qanday yoy yoki qirralarga ega bo`lmagan va izolyatsiyalangan uchlardan iborat graf **nol graf** deyiladi. Ko`rinib turibdiki, nol grafning uchlari darajasi nolga teng.

Lemma 1. Agar grafning barcha uchlarining darajalari 2 dan katta yoki 2 ga teng bo`lsa, graf, albatta, konturni o`z ichiga oladi.

14.4. Bir jinsli graflar.

Ta'rif . Agar *V* to`plamning quvvati *n* ga teng bo`lsa, *n* soni **grafning tartibi** deyiladi.

Ta'rif 4. Agar *V* to`plamning quvvati *n* ga teng bo`lsa, E to`plamning quvvati *m* ga teng bo`lsa, graf **(n, m) graf** deyiladi.

Ta'rif 5. Agar grafning ikkita uchi qirra bilan tutashtirilgan bo`lsa, bu uchlar **qo`shni uchlar** deyiladi.

Ta'rif 6. Grafning bir uchdan chiqqan ikki qirrasi **qo`shni qirralar** deyiladi.

Ta'rif 7. Agar berilgan uch qirraning oxiri bo`lsa, qirra va uch **intsident** deyiladi.

Ta'rif 8. Agar graf bironta qirraga ega bo`lmasa, bunday graf **bo`sh graf** deyiladi.

n tartibli bo`sh grafni O_n yoki E_n bilan belgilanadi.

14.5. Grafning qirralar soni.

Teorema. *n* tartibli to`la grafning qirralari soni $\frac{n(n-1)}{2}$ ga teng.

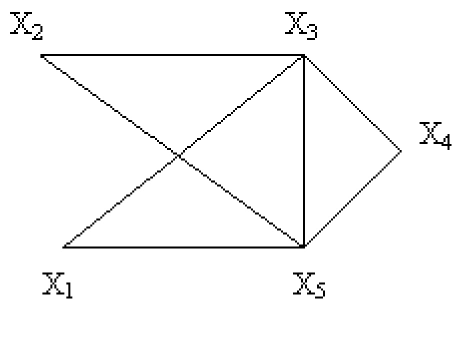
14.6. Ikki bo'lakli graf.

Ta'rif 1. Grafning **siklomatik soni** deb, *N*-*n*+*p* songa aytiladi, bu yerda *N*- grafning qirralari soni, *n* – grafning uchlari soni, *P* – bog`liqlik komponenti soni. Bog`liq graf uchun *N*-*n*+1.

Teorema 1. Grafning siklomatik soni erkli sikllarning eng katta miqdoriga teng.

Misol 1.

Quyidagi chizmada tasvirlangan grafning siklomatik soni 3 ga teng.



14.6-shakl

Ta'rif 2. Agar grafning uchlar to'plamini o'zaro kesishmaydigan shunday ikkita qism to'plamlarga (bo'laklarga) ajratish mumkin bo'lsaki, grafning ixtiyoriy qirrasi bu to'plamlarning biridan olingan qandaydir uchni ikkinchi to'plamdan olingan biror uch bilan tutashtiradigan bo‘lsa, u holda bunday graf **ikki bo‘lakli graf (bixromatik** yoki **Kyonig grafi**) deb ataladi.

14.7. Tolerant graflar.

Ta’rif . Agar grafning uchlari va qirralari to`plamida refleksivlik va simmetriklik xossalarini qanoatlantiruvchi binar munosabat mavjud bo`lsa, bunday graf **tolerant graf** deyiladi.

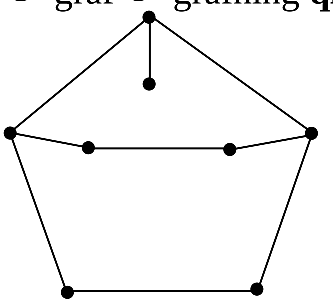
14.8. Graflar ustida amallar.

Graflar ustida sodda amallar. Graflar ustida turli amallar bajarish mumkin, masalan, graflarni birlashtirish, biriktirish, ko‘paytirish,grafni qismlarga ajratish va hokazo.

Eng sodda amallardan biri sifatida grafdan **uchni olib tashlash** amalini keltirsa bo‘ladi. Bu amalni qo‘llash berilgan grafning uchlari to‘plamidan birorta element yo‘qotishni (olib tashlashni) anglatadi. Natijada uchlari soni bittaga kamaygan yangi graf hosil bo‘ladi. Albatta, bu amalni uchlari soni ikkitadan kam bo‘lmagan graflar uchun qo‘llash mumkin bo‘lib, uni bajarish jarayonida olib tashlanayotgan uch bilan birgalikda shu uchga insident bo‘lgan barcha qirralar (yoylar) ham olib tashlanadi.

Eng sodda amallar qatoriga grafdan **qirrani** (**yoyni**) **olib tashlash** amalini ham kiritish mumkin. Bu amalga ko‘ra berilgan grafning qirralari (yoylari) to‘plamidan birorta element yo‘qotiladi (olib tashlanadi). Berilgan grafdan qirrani (yoyni) olib tashlayotganda shu qirraga (yoyga) insident uchlarni grafda qoldirish ham yo‘qotish ham mumkin. Bu yerda vaziyatga qarab ish yuritiladi.

$G=(V,U)$ va $G'=(V',U')$ graflar berilgan bo‘lsin. Agar $V \subseteq V'$ va G grafning barcha qirralari (yoylari) G' grafning ham qirralari (yoylari), ya’ni $U \subseteq U'$ bo‘lsa, u holda G graf G' grafning **qism grafi** deb ataladi.



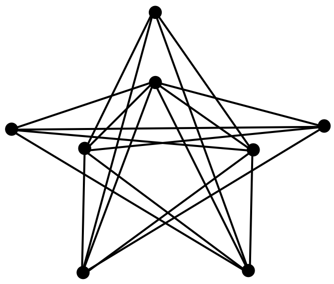
14.8-

1- misol. 1- shaklda Petersen grafining (ushbu bobning 2- paragrafidagi 8- shaklga qarang) qism graflaridan biri tasvirlangan.

Agar G graf karrali qirralarga ega bo‘lmasa, u holda uchlari G grafning barcha uchlaridan iborat bo‘lgan shunday yagona $\overline{G}$ graf mavjudki, $\overline{G}$ grafdagi barcha juft uchlar faqat va faqat G grafda qo‘shni bo‘lmagandagina qo‘shnidir. Bunday $\overline{G}$ graf berilgan G grafning **to‘ldiruvchi grafi** deb ataladi.

Berilgan graf uchun to‘ldiruvchi grafni qurish jarayonini ham graflar ustida bajariladigan amallar qatoriga kiritish mumkin. G graf uchun **to‘ldiruvchi grafni qurish** amalini qo‘llash natijasida $\overline{G}$ graf hosil bo‘ladi. Isbotlash mumkinki, $\overline{\overline{G}}=G$ munosabat o‘rinlidir.

2- misol. 2- shaklda tasvirlangan graf 1- shaklda ifodalangan graf uchun to‘ldiruvchi grafdir.



14.8.1

Graflar ustida shunday amallarni bajarish mumkinki, ular elementlari soni berilgan grafdagidan ko‘proq bo‘lgan boshqa graflarning hosil bo‘lishiga olib keladi. Bunday amallar qatoriga **uchni qo‘shish amali** yoki **qirrani** (**yoyni**) **qo‘shish amalini** kiritish mumkin.

Grafga yangi uchni qo‘shish turlicha usul bilan amalga oshirilishi mumkin. Masalan, yangi v uchni berilgan grafga qo‘shish shu grafning v_1 va v_2 uchlariga insident bo‘lgan qandaydir u qirrasiga qo‘shish orqali quyidagicha ikki bosqichda bajarilishi mumkin:

1) u qirra berilgan grafdan olib tashlanadi;

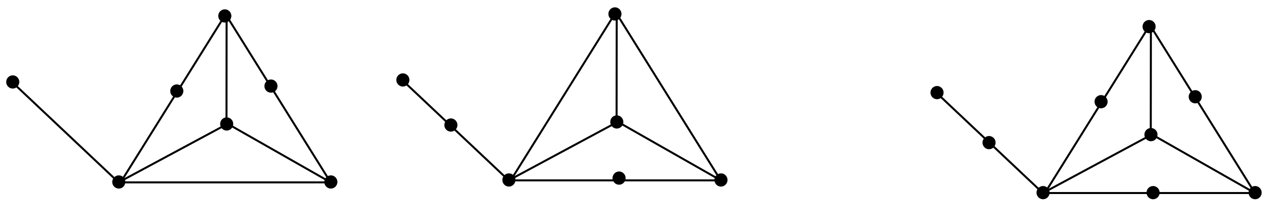
2) hosil bo‘lgan grafga ikkita yangi qirralar: v va v_1 uchlarga insident u_1 qirra hamda v va v_2 uchlarga insident u_2 qirra qo‘shiladi.

Bu jarayon grafda **qirraga darajasi 2 bo‘lgan yangi uchni qo‘shish** (**kiritish**) yoki **qirrani ikkiga bo‘lishamali** deb ataladi.

Agar G graf G' grafdan qirrani ikkiga bo‘lish amalini chekli marta ketma-ket qo‘llash vositasida hosil qilingan bo‘lsa, u holda G **graf** G' **grafning bo‘linish grafi** deb ataladi.

Bo‘linish graflari izomorf bo‘lgan graflar **gomeomorf graflar** deb ataladi.

3- shaklda tasvirlangan graflar izomorf emas, lekin ular gomeomorf, chunki bu



graflarning har biri 4- shaklda tasvirlangan bo‘linish grafiga ega.

3.2. Graflarni birlashtirish. $G_1 = (V_1, U_1)$ va $G_2 = (V_2, U_2)$ graflar berilgan bo‘lsin. Uchlari to‘plami $V = V_1 \cup V_2$ va qirralari (yoylari) korteji $U = U_1 \cup U_2$ kabi aniqlangan[1] $G = (V, U)$ graf G_1 va G_2 **graflarning birlashmasi** (**uyushmasi**) deb ataladi va $G = G_1 \cup G_2$ ko‘rinishda belgilanadi.

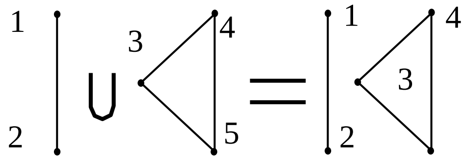
3- misol. 5- shaklda uchlari to‘plamlari kesishmaydigan K_2 va K_3 graflarning birlashmasi amali tasvirlangan. ■

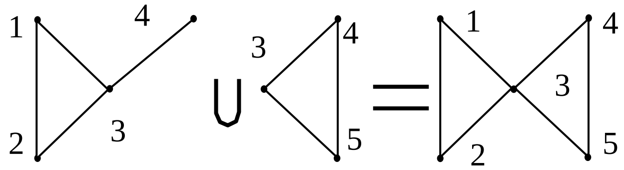
4- misol. Uchlari to‘plamlari kesishadigan graflarning birlashmasi amali 6- shaklda tasvirlangan.

---

[1]Bu yerda birlashma “$\bigcup$” amali V ning to‘plam, U ning esa kortej ekanligini e’tiborga olgan holda amalga oshiriladi.

Agar birlashtirilayotgan graflarning uchlari to‘plamlari kesishmasa, u holda bu graflarning birlashmasi **diz’yunkt birlashma** deb ataladi. Masalan, 5- shaklda tasvirlangan birlashma diz’yunkt, 6- shakldagi birlashma esa – diz’yunkt emas.





14.8.5-

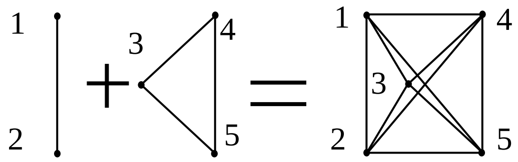
3.3. Graflarni biriktirish. $G_1=(V_1,U_1)$ va $G_2=(V_2,U_2)$ graflar berilgan bo‘lsin. G_1 va G_2 graflar birlashtirilishi hamda G_1 grafning har bir uchi G_2 grafning har bir uchi bilan qirra vositasida tutashtirilishi natijasida hosil bo‘lgan $G=(V,U)$ graf G_1 va G_2 **graflarning birikmasi** (**tutashmasi**) deb ataladi va $G=G_1+G_2$ ko‘rinishda belgilanadi.

5- misol. Uchta uy va uchta quduq haqidagi boshqotirma masalaga mos graf (ushbu bobning 2- paragrafidagi 9- shaklga qarang) uchlari to‘plamlari kesishmaydigan ikkita (O_3) nolgraflarning birikmasidir.

6- misol. 7- shaklda uchlari to‘plamlari kesishmaydigan K_2 va K_3 graflarning birikmasi amali tasvirlangan.

Agar uchlari to‘plamlari kesishmasi bo‘sh bo‘lmagan graflarni biriktirish zarur bo‘lsa, u holda hal qilinayotgan masala xossalarini e’tiborga olib ish ko‘rish kerakligini ta’kidlaymiz.

3.4. Graflarni ko‘paytirish. $G_1=(V_1,U_1)$ va $G_2=(V_2,U_2)$ graflar berilgan bo‘lsin. Uchlari to‘plami $V=V_1\times V_2$ bo‘lgan $G=(V,U)$ grafning qirralari (yoylari) kortejini



quyidagicha aniqlaymiz: agar $v_1'=v_1''$ va $(v_2',v_2'')\in U_2$ yoki $v_2'=v_2''$ va $(v_1',v_1'')\in U_1$ bo‘lsa, u holda $(v',v'')\in U$ bo‘ladi, bu yerda $v_1',v_1''\in V_1$, $v_2',v_2''\in V_2$, $v'=(v_1',v_2')\in V$ va $v''=(v_1'',v_2'')\in V$. Shunday usul bilan hosol qurilgan $G=(V,U)$ graf G_1 va G_2 **graflarning ko‘paytmasi** deb ataladi va $G=G_1\times G_2$ kabi belgilanadi.

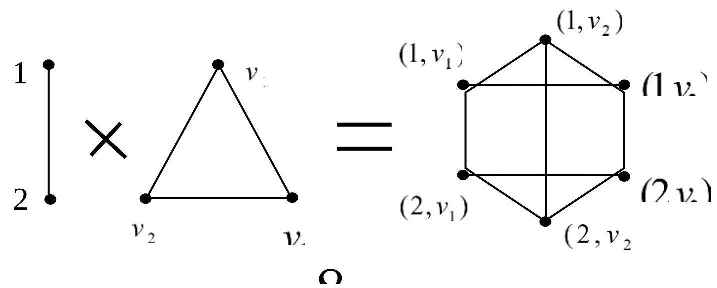
Graflarning ko‘paytmasi ta’rifiga asosan berilgan $G_1=(V_1,U_1)$ va $G_2=(V_2,U_2)$ graflarning ko‘paytmasi hisoblangan G grafdagi:

– uchlar (v_1,v_2) yoki (v_2,v_1) ko‘rinishdagi juftliklardan iboratdir, bu yerda $v_1\in V_1$, $v_2\in V_2$;

– $v'=(v_1',v_2')\in V$ va $v''=(v_1'',v_2'')\in V$ uchlar faqat va faqat shu holda qo‘shni bo‘ladilarki, qachonki bu uchlarni (juftliklarni) tashkil qiluvchi elementlarning biri unga mos element bilan ustma-ust tushgan holda boshqa elementlar o‘z grafida qo‘shni bo‘lishsa, bu yerda $v_1', v_1'' \in V_1$, $v_2', v_2'' \in V_2$;

– $|V_1| = m_1$, $|V_2| = m_2$, $|U_1| = n_1$ va $|U_2| = n_2$ munosabatlardan $|V| = m_1 m_2$ va $|U| = m_1 n_2 + m_2 n_1$ bo‘lishi kelib chiqadi.

7- misol. 8- shaklda uchlari to‘plamlari kesishmaydigan K_2 va K_3 graflarning



ko‘paytmasi amali tasvirlangan. ■

I bobning 4- paragrafida ta’kidlanganidek, Dekart ko‘paytmalar bilan bog‘liq tuzilmalar ustida bajariladigan amallar boshqalaridan o‘ziga xosligi bilan ajralib turadi. Bu o‘ziga xoslik graflarni ko‘paytirish amalida namoyon bo‘ladi. Aniqrog‘i, graflar ko‘patmasida qatnashgan birorta grafning qirralari korteji bo‘sh bo‘lsada, ko‘paytirish amalini qo‘llash natijasida hosil bo‘lgan grafning qirralari korteji bo‘sh bo‘lmasligi ham mumkin. Haqiqatdan ham, yuqorida keltirilgan graflarning ko‘paytmasi ta’rifidan kelib chiqadiki, agar $G = (V, U)$ graf $G_1 = (V_1, U_1)$ va $G_2 = (V_2, U_2)$ graflarning ko‘paytmasi, ya’ni, $G = G_1 \times G_2$ bo‘lsa, u holda $V = V_1 \times V_2$ bo‘ladi va U kortej elementlari bilan $(V_1 \times U_2) \cup (U_1 \times V_2)$ birlashma elementlari orasida o‘zaro bir qiymatli moslik mavjud. Shuning uchun, agar, masalan, $U_1 = \varnothing$, $U_2 \neq \varnothing$ bo‘lsa, u holda $(V_1 \times U_2) \cup (U_1 \times V_2) = V_1 \times U_2 \neq \varnothing$ bo‘ladi, chunki grafning tarifiga ko‘ra $V_1 \neq \varnothing$. Demak, $U \neq \varnothing$, ya’ni G_1 bo‘sh graf bo‘lsada, $G = G_1 \times G_2$ bo‘sh bo‘lmagan grafdir.

Graflarni ko‘paytirish amalini takror qo‘llash usuli bilan graflar nazariyasining muhim sinfini tashkil etuvchi n o‘lchovli kublarni aniqlash mumkin. n **o‘lchovli kub** (Q_n) uchlari soni ikkiga teng bo‘lgan to‘la graf K_2 yordamida quyidagi rekurrent formula bilan aniqlanadi:

$Q_1 = K_2$, $Q_n = K_2 \times Q_{n-1}$.

Yuqorida graflar ustidagi ba’zi amallar haqida qisqacha ma’lumot berildi. Shuni ta’kidlash lozimki, graflar ustida bundan boshqa bir qator amallar ham bor.

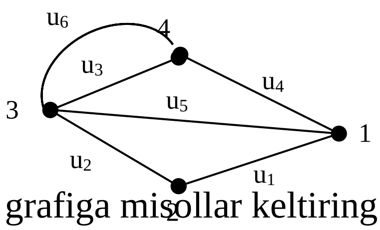
Nazorat uchun savollar:

1. Oddiy graf ta’rifini ayting.
2. Grafning uchi deb nimaga aytiladi?
3. Grafning qirrasi deb nimaga aytiladi?
4. Psevdograf deb nimaga aytiladi?
5. Multigrafning ta’rifini yozing.
6. Oriyentirlangan graf deb nimaga aytiladi?
7. To`la grafga ta’rif bering.

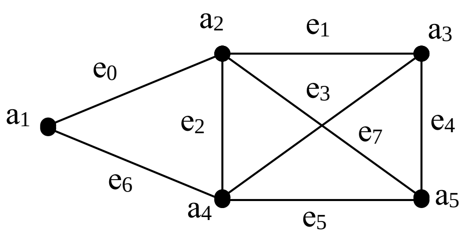
8. To`la graf qirralari soni haqidagi teoremani ayting.
9. Oddiy grafga misollar keltiring.
10. Psevdografga misollar keltiring.

Mustaqil yechish uchun masalalar:

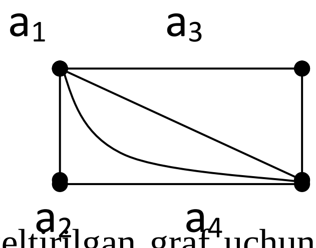
1. Izomorf graflarga misollar keltiring.
2. Chizmadagi graf uchun keltirilgan marshrutlardan qaysi biri oddiy zanjir bo`ladi?



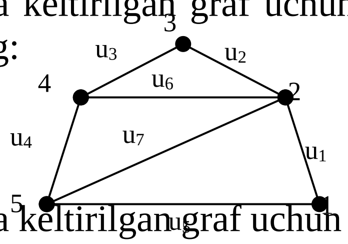
3. Eyler grafiga misollar keltiring.
4. Gamilton grafiga misollar keltiring.
5. Bog`liq grafga misollar keltiring.
6. Quyidagi graf uchun gamilton sikli mavjudmi?



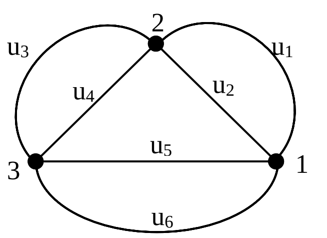
Quyidagi graf eyler grafi bo`ladimi?



7. Chizmada keltirilgan graf uchun bir uchidan chiqqan oddiy sikl bo`lsa ko`rsating:



8. Chizmada keltirilgan graf uchun eyler sikli bo`lsa ko`rsating:



TESTLAR

1. n ta o’zgaruvchiga bog’liq P_1 sinfga tegishli mantiqiy funksiyalar soni qancha ?
A. 2^{2^n-1}
B. 2^{2n}
C. 2^{n+1}
D. 2^{n-1}
2. Formulaning chinlik to‘plami ?
A. Berilgan formula tarkibidagi elementar mulohazalarning qiymatlaridan qandaydir tartibda tuzilgan va shu formulaning 1 qiymatiga mos keluvchi barcha kortejlar to‘plami;
B. Berilgan formula tarkibidagi elementar mulohazalarning qandaydir tartibda tuzilgan va shu formulaning 1 qiymatiga mos keluvchi barcha kortejlar to‘plami;
C. Berilgan formula tarkibidagi elementar mulohazalarning qiymatlaridan qandaydir tartibda tuzilgan mos keluvchi barcha kortejlar to‘plami;
D. Berilgan formula tarkibidagi elementar qiymatlaridan qandaydir tartibda tuzilgan va shu formulaning qiymatiga mos keluvchi barcha to‘plami;
3. $f(\tilde{x}^2) = (x_1 \vee x_2) \to x_2$ funksiyaning soxta o’zgaruvchilarini aniqlang.
A. soxta o’zgaruvchi yo’q;
B. x_2 o’zgaruvchi soxta;
C. x_1 va x_2 o’zgaruvchilar soxta;
D. aniqlab bo’lmaydi.
4. Mantiq nima
A. Aqliy xulosalar chiqarish qoidalari to’g’risidagi fan
B. Fikr yuritish shakllari va qonuniyatlari to’g’risidagi fan.
C. Fikrlash to’g’risidagi fan.
D. Algoritmlarni tuzish to’g’risidagi fan.
5. $f(\tilde{x}^3) = (x_1 \to (x_1 \vee x_2)) \to x_3$ funksiyaning soxta o’zgaruvchilarini aniqlang.
A. x_1 va x_2 o’zgaruvchilar soxta;
B. x_2 o’zgaruvchi soxta;
C. x_3 o’zgaruvchi soxta
D. x_1 va x_3 o’zgaruvchilar soxta.
6. A = rost, B = yolg’on, C = rost, D = yolg’on bo’lsa, quyidagi mantiqiy ifoda natijasini aniqlang. $\overline{A \vee D \wedge (C \vee B)}$
A. yolg’on
B. Rost
C. Aniqlab bo`lmaydi
D. Xotolik bor
7. A = rost, B = yolg’on, C = rost, D = yolg’on bo’lsa, quyidagi mantiqiy ifoda natijasini aniqlang. $\overline{((A \wedge \ }\ \vee \overline{(C \wedge \ )}$
A. Yozuvda xatolik bor
B. Rost
C. Yolg`on
D. Aniqlab bo`lmaydi
8. $N_{f_1} = \{(0,0,0),(1,0,0),(1,0,1)\}$ to’plamga mos keladigan funksiyaning Tupikli konyunktiv normal shakl ko’rinishi aniqlang.
A. $(x_1 \vee x_2 \vee \overline{x_3}) \wedge$
$(x_1 \vee x_2 \vee x_3) \wedge$
$(x_1 \vee \overline{x}_2 \vee \overline{x}_3) \wedge$
$(\overline{x}_1 \vee \overline{x}_2 \vee x_3) \wedge$
$(\overline{x}_1 \vee \overline{x}_2 \vee \overline{x}_3)$

B. $(\overline{x_1} \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_3}) \wedge (x_1 \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_3}) \wedge (x_1 \vee \overline{x_2} \vee x_3)$
C. 0
D. 1
9. n ta o’zgaruvchiga bog’liq $P_1 \cap P_0$ sinfga tegishli mantiqiy funksiyalar soni qancha ?
A. 2^{2^n-2}
B. 2^{2n}
C. 2^{n+1}
D. 2^n
10. f(x,y,z)= $(x \to y) \oplus ((y \to z) \oplus (z \to x))$ funksiyaning chinlik to’plamini aniqlang.
A. f(x,y,z)=(10000001);
B. f(x,y,z)=(10010000);
C. aynan chin formula;
D. f(x,y,z)=(1001001)
11. $f = x \oplus y \oplus z$, funksiyaga qo’shma funksiyani aniqlang.
A. $g = x \oplus y \oplus z$
B. $g = xy \oplus xz \oplus yz$
C. $g = \overline{y \to x}$
D. $g = x \vee y$
12. Chinlik to`plami $f(\tilde{x}^2)$ =(1001) ko`rinishida bo`lgan funksiyaning Jegalkin ko’phadini toping.
A. $x_1 \oplus x_2 \oplus 1$
B. 1
C. 0
D. $x \wedge y$
13. Chinlik to`plami $f(\tilde{x}^3)$ =(01101000) ko`rinishida bo`lgan funksiyaning Jegalkin ko’phadini toping.
A. $x_1 x_1 x_3 + x_1 x_2 + x_1 + x_3$
B. 0
C. 1
D. $x \wedge y \wedge z \oplus x \wedge y \oplus x \wedge z \oplus y \wedge z \oplus y \oplus z$
14. $f = x \to y$, funksiyaga qo’shma funksiyani aniqlang.
A. $g = \overline{y \to x}$
B. $g = x \sim y$
C. $g = x \vee y$
D. X
15. $x \wedge (x \to y) \to y$ formulaning chinlik to`pami qanday ko`rinishda bo`ladi?
A. F(x,y)={1111}
B. F(x,y)={1110}
C. F(x,y)={1011}
D. F(x,y)={1101}
16. $(\bar{x} \vee y) \to (x \to y) \to z$ formulaning chinlik to`pami qanday ko`rinishda bo`ladi?
A. F(x,y,z)={01010101}
B. F(x,y,z)={01010111}
C. F(x,y,z)={010101}
D. F(x,y,z)={110101}