Seat No. : _______________

# AU-119

**May-2016**

## B.Com., Sem.-II

## CE-102 : Operations Research
## Adv. (Statistics)

**Time : 3 Hours]** **[Max. Marks : 70**

**સૂચના :** (1) જમણી બાજુના અંક પૂરા ગુણ દર્શાવે છે.
(2) સાદા કેલક્યુલેટર વાપરવાની છૂટ છે.
(3) આલેખપત્ર વિનંતીથી આપવામાં આવશે.

1. (a) નીચેના પદો ઉદાહરણ સહિત સમજાવો : **6**

(i) હેતુલક્ષી વિધેય

(ii) સુરેખ આયોજનની સમસ્યાનો ઉકેલ

(iii) નિર્ણાયક ચલો

**અથવા**

સુરેખ આયોજનની સમસ્યા એટલે શું ? જુદા-જુદા ક્ષેત્રે તેનો ઉપયોગ કેવી રીતે થાય છે તે સમજાવો.

(b) સ્પેર પાર્ટ બનાવતી એક કંપની X અને Y એવા બે પ્રકારના સ્પેર પાર્ટ બનાવે છે. આ સ્પેર પાર્ટને A અને B એવી બે પ્રક્રિયામાંથી પસાર થવું પડે છે, જેની માહિતી નીચે મુજબ છે. X અને Yના નફા અનુક્રમે ₹ 50 અને ₹ 60 હોય, તો મહત્તમ નફા માટે દરેક સ્પેર પાર્ટનું કેટલું ઉત્પાદન કરવું જોઈએ ? **8**

| પ્રક્રિયા | પ્રતિ એકમ સમય (કલાકમાં) | | પ્રાપ્ય સમય (કલાક) |
|---|---|---|---|
| | **X** | **Y** | |
| A | 5 | 2 | 20 |
| B | 1 | 2 | 12 |

**અથવા**

નીચેના બાધકોને અનુલક્ષીને $Z = 2x_1 + x_2$ ને ન્યૂનતમ બનાવે તેવી $x_1$ અને $x_2$ ની કિંમતો મેળવો :

$x_1 + x_2 \leq 40,$

$3x_1 + x_2 \geq 30,$

$4x_1 + 3x_2 \geq 60,$

$x_1, x_2 \geq 0.$

2. (a) વાહનવ્યવહારની સમસ્યાના મૂળભૂત ઉકેલ માટેની વોગેલની રીત સમજાવો. **4**

**અથવા**

વાહનવ્યવહારની સમસ્યા એટલે શું ? ઉદાહરણ સહિત સમજાવો.

(b) નીચેની વાહનવ્યવહારની સમસ્યા માટે વાયવ્ય ખૂણાની રીતે મૂળભૂત ઉકેલ મેળવો : **4**

| ઉદ્‌ભવ સ્થાન | પ્રાપ્તિસ્થાન | | | | | પુરવઠો |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $D_1$ | $D_2$ | $D_3$ | $D_4$ | $D_5$ | |
| $O_1$ | 4 | 7 | 8 | 8 | 2 | 14 |
| $O_2$ | 1 | 4 | 7 | 3 | 8 | 17 |
| $O_3$ | 7 | 2 | 4 | 7 | 7 | 19 |
| $O_4$ | 4 | 8 | 2 | 4 | 7 | 12 |
| **માંગ** | 16 | 11 | 15 | 10 | 10 | |

**અથવા**

વાયવ્ય ખૂણાની રીતે નીચેની વાહનવ્યવહારની સમસ્યાનો મૂળભૂત પ્રાપ્ય ઉકેલ મેળવો. તેનો કુલ ખર્ચ મેળવો.

| ફેક્ટરી | ગોદામ | | | | ઉત્પાદન |
|---|---|---|---|---|---|
| | $W_1$ | $W_2$ | $W_3$ | $W_4$ | |
| $F_1$ | 12 | 18 | 8 | 7 | 16 |
| $F_2$ | 10 | 19 | 22 | 21 | 15 |
| $F_3$ | 9 | 8 | 10 | 13 | 19 |
| **ક્ષમતા** | 9 | 14 | 11 | 16 | 50 |

(c) ન્યૂનતમ શ્રેણિકની રીતે નીચેની વાહનવ્યવહારની સમસ્યાનો પ્રારંભિક ઉકેલ મેળવો અને તેનો કુલ ખર્ચ શોધો. **6**

| ગોદામ | શોરૂમ | | | | | પ્રાપ્ય |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV | V | |
| A | 73 | 56 | 58 | 80 | 8 | 12 |
| B | 62 | 40 | 23 | 29 | 50 | 14 |
| C | 96 | 93 | 9 | 87 | 12 | 16 |
| D | 57 | 65 | 96 | 79 | 18 | 10 |
| **જરૂરિયાત** | 12 | 11 | 13 | 7 | 9 | |

**અથવા**

નીચેની વાહનવ્યવહારની સમસ્યાનો મૂળભૂત શક્ય ઉકેલ વોગેલની રીતે મેળવો. કુલ ખર્ચ પણ શોધો :

| તરફથી | પ્રતિ | | | | પુરવઠો |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| P | 5 | 1 | 7 | 8 | 10 |
| Q | 6 | 4 | 6 | 9 | 80 |
| R | 3 | 2 | 5 | 7 | 15 |
| S | 5 | 3 | 2 | 9 | 40 |
| માંગ | 25 | 20 | 45 | 55 | |

3. (a) નિયુક્તિની સમસ્યા એટલે શું ? તે ઉદાહરણ સહિત સમજાવો. **4**

**અથવા**

ફેરબદલીની સમસ્યાના સંદર્ભમાં નીચેના પદો સમજાવો :

(i) નિભાવ ખર્ચ

(ii) સરેરાશ કુલ ખર્ચ

(b) નીચેનું કોષ્ટક એક સાધનનો દરેક વર્ષનો નિભાવ ખર્ચ અને તેની પુનઃવેચાણ કિંમત દર્શાવે છે. જો આ સાધનની ખરીદ કિંમત ₹ 6,000 હોય તો તેની ફેરબદલી કેટલા વર્ષ પછી કરવી જોઈએ ? **4**

| વર્ષ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| નિભાવ ખર્ચ (₹) | 600 | 750 | 900 | 1200 | 1500 | 2000 |
| પુનઃવેચાણ કિંમત (₹) | 4500 | 4000 | 3500 | 3000 | 2500 | 2000 |

**અથવા**

એક મશીનની ખરીદ કિંમત ₹ 3,000 છે. તેનો નિભાવ ખર્ચ પ્રથમ વર્ષ માટે ₹ 100 છે જે ત્યારબાદ દરેક વર્ષે ₹ 350 વધે છે. આ મશીનની કોઈ પુનઃવેચાણ કિંમત નથી. કેટલા વર્ષ પછી આ મશીનની ફેરબદલી ફાયદાકારક થશે ?

(c) એક કંપનીના ચાર સેલ્સમેનોને ચાર જુદા જુદા વિસ્તારો સોંપવાથી મળતો નફો (હજાર ₹ માં) નીચેના કોષ્ટકમાં દર્શાવેલ છે. મહત્તમ નફો મળે તે રીતે સેલ્સમેનોને વિસ્તારો ફાળવો. કુલ નફો પણ શોધો. **6**

| સેલ્સમેન | વિસ્તાર | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| A | 9 | 26 | 15 | 13 |
| B | 13 | 27 | 6 | 15 |
| C | 35 | 20 | 15 | 25 |
| D | 18 | 30 | 20 | 22 |

**અથવા**

એક ડિપાર્ટમેંટમાં પાંચ કર્મચારીઓને પાંચ કાર્ય કરવાના છે. દરેક કાર્ય કરવા માટે લાગતો સમય (કલાકમાં) નીચેના શ્રેણિકમાં આપેલ છે. કુલ સમય ન્યૂનતમ થાય તેવી કર્મચારીઓની નિયુક્તિ કરો.

| **કાર્ય** | **કર્મચારી** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **P** | **Q** | **R** | **S** | **T** |
| 1 | 11 | 17 | 8 | 16 | 20 |
| 2 | 9 | 7 | 12 | 6 | 15 |
| 3 | 13 | 16 | 15 | 12 | 16 |
| 4 | 21 | 24 | 17 | 28 | 26 |
| 5 | 14 | 10 | 12 | 11 | 15 |

4. (a) ધંધાકીય પ્રવૃત્તિઓમાં PERT અને CPMની ઉપયોગિતા સમજાવો. **4**

**અથવા**

સમજાવો :

(1) કટોકટીપૂર્ણ માર્ગ

(2) પ્રવૃત્તિનો અપેક્ષિત સમય

(b) એક યોજનાની પ્રવૃત્તિઓ A, B, …, F વિશેની માહિતી નીચે મુજબ છે : **4**

| **પ્રવૃત્તિ** | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **પૂર્વ પ્રવૃત્તિ** | – | – | A | A | B, C | D, E |
| **સમય (દિવસ)** | 18 | 22 | 8 | 10 | 5 | 7 |

આ યોજના માટે આકૃતિ દોરો અને કટોકટીપૂર્ણ માર્ગ શોધો.

**અથવા**

નીચેની યોજના માટે પર્ટ નકશો તૈયાર કરો. કટોકટીપૂર્ણ માર્ગ મેળવો અને યોજનાનો કુલ સમય શોધો :

| **પ્રવૃત્તિ** | 1-2 | 2-3 | 2-4 | 2-5 | 3-5 | 4-5 | 5-6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **સમય (કલાક)** | 3 | 7 | 4 | 2 | 8 | 3 | 6 |

(c) નીચેની યોજના માટે કટોકટીપૂર્ણ માર્ગ શોધો. દરેક કાર્ય માટે EST અને LST શોધો અને તે પરથી ફાજલ સમય મેળવો : **6**

| **કાર્ય** | 1-2 | 1-3 | 2-4 | 3-4 | 4-5 | 4-6 | 5-7 | 6-7 | 7-8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **સમય (દિવસ)** | 5 | 4 | 6 | 2 | 1 | 7 | 8 | 4 | 3 |

**અથવા**

એક યોજનાની પ્રવૃત્તિઓ અને દરેક પ્રવૃત્તના સમયના અનુમાનો નીચેના કોષ્ટકમાં આપેલ છે. પર્ટ નકશો દોરીને કટોકટીપૂર્ણ માર્ગ શોધો. યોજનાનો કુલ અંદાજિત સમય કેટલો છે ?

| **પ્રવૃત્તિ** | 1-2 | 1-3 | 2-3 | 2-4 | 2-5 | 3-4 | 4-7 | 5-6 | 5-7 | 6-7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **આશાવાદી સમય** | 3 | 5 | 1 | 1 | 2 | 3 | 6 | 1 | 2 | 6 |
| **વધુમાં વધુ સંભવિત સમય** | 4 | 8 | 8 | 3 | 5 | 5 | 9 | 1 | 10 | 7 |
| **નિરાશાવાદી સમય** | 11 | 17 | 9 | 5 | 8 | 13 | 12 | 7 | 12 | 14 |

5. આપેલ વિકલ્પોમાંથી યોગ્ય વિકલ્પ પસંદ કરી ખાલી જગ્યા પૂરો : **14**

(1) સામાન્ય રીતે વાહનવ્યવહારની સમસ્યામાં ________ ની રીતે શ્રેષ્ઠ ઉકેલ મળે છે.
(વોગેલ, ન્યૂનતમ શ્રેણિક, વાયવ્ય ખૂણા)

(2) નિર્ણાયક ચલોની સંખ્યા ________ હોય તો સુરેખ આયોજનની સમસ્યા માટે આલેખની રીત વાપરી શકાય. (2 થી વધુ, 2, 3 થી વધુ)

(3) કટોકટીપૂર્ણ માર્ગ પર આવતી પ્રવૃત્તિઓનો ફાજલ સમય ________ હોય છે. (5, 0, 1)

(4) ________ ની સમસ્યા માટે હંગેરિયન પદ્ધતિ વડે ઉકેલ મેળવવામાં આવે છે.
(વાહનવ્યવહાર, ફેરબદલી, નિયુક્તિ)

(5) સમતોલ વાહનવ્યવહારની સમસ્યામાં કુલ પુરવઠો ________ કુલ જરૂરિયાત હોય છે.
(=, <, >)

(6) હેતુલક્ષી વિધેયની મહત્તમ કે ન્યૂનતમ કિંમત આપે તેવી નિર્ણયાત્મક ચલોની કિંમતોને ________ કહે છે. (પ્રાપ્ય ઉકેલ, ઈષ્ટ ઉકેલ, ઉકેલ)

(7) ________ ન્યૂનતમ હોય તે વર્ષ ફેરબદલી માટે ઈષ્ટ ગણવામાં આવે છે.
(કુલ ખર્ચ, નિભાવ ખર્ચ, સરેરાશ કુલ ખર્ચ)

(8) યોજનાની કોઈપણ પ્રવૃત્તિ માટેના મહત્તમ સમયને ________ સમય કહેવાય છે.
(અપેક્ષિત, આશાવાદી, નિરાશાવાદી)

(9) વાહનવ્યવહારની સમસ્યામાં ખર્ચ શ્રેણિકમાં m હાર અને n સ્તંભ હોય તો ________ સ્વતંત્ર ચલો મળે છે. ($m + n$, $m + n - 1$, $m - n$)

(10) પર્ટ નકશામાં દરેક પ્રવૃત્તિની શરૂઆત કે અંત ________ વડે દર્શાવવામાં આવે છે.

(માર્ગ, ઘટના, તીર)

(11) હેતુલક્ષી વિધેય મહત્તમ મેળવવાની નિયુક્તિની સમસ્યામાં શ્રેણિકના ________ ઘટકમાંથી દરેક ઘટક બાદ કરવામાં આવે છે. (મોટામાં મોટા, નાનામાં નાના, કોઈપણ એક)

(12) સુરેખ આયોજનની સમસ્યામાં નિર્ણયાત્મક ચલોની અસમાનતાઓને ________ કહેવાય છે.

(હેતુલક્ષી વિધેય, ઈષ્ટ ઉકેલ, પ્રતિબંધો)

(13) ________ રીતમાં એકમોની વહેંચણી કરતી વખતે ખર્ચ શ્રેણિક ધ્યાનમાં લેવાતો નથી.

(વાયવ્ય ખૂણાની, ન્યૂનતમ ખર્ચની, વોગેલની)

(14) આપેલ યોજનાની દરેક પ્રવૃત્તિ માટે LST = ________.

(EST + t, LFT – t, EFT + t)

Seat No. : _______________

# AU-119

**May-2016**

## B.Com., Sem.-II

## CE-102 : Operations Research Adv. (Statistics)

**Time : 3 Hours]** **[Max. Marks : 70**

**Instructions :** (1) Figures to the right indicate full marks.
(2) Use of simple calculators is allowed.
(3) Graph paper can be provided on request.

1. (a) Explain the following terms with illustration : **6**
   (i) Objective Function
   (ii) Solution of a linear programming problem
   (iii) Decision variables

**OR**

What is a linear programming problem ? Explain its uses in various fields.

(b) A spare parts manufacturing company makes two types of spare parts, X and Y. These spare parts have to pass through two processes, A and B and the details are as follows. If the profits of X and Y are ₹ 50 and ₹ 60 respectively, how many spare parts of each type should be manufactured for maximum profit ? **8**

| **Process** | **Time per unit (in hours)** | | **Available time (hrs.)** |
|---|---|---|---|
| | **X** | **Y** | |
| A | 5 | 2 | 20 |
| B | 1 | 2 | 12 |

**OR**

Find the values of $x_1$ and $x_2$ which will minimize $Z = 2x_1 + x_2$ with the following constraints :

$x_1 + x_2 \leq 40,$

$3x_1 + x_2 \geq 30,$

$4x_1 + 3x_2 \geq 60,$

$x_1, x_2 \geq 0.$

2. (a) Explain the Vogel's method for obtaining basic solution for the transportation problem. **4**

**OR**

What is a transportation problem ? Explain with illustration.

(b) Obtain the basic solution to the following transportation problem by North-West corner method. **4**

| **Origin** | **Destination** | | | | | **Supply** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $D_1$ | $D_2$ | $D_3$ | $D_4$ | $D_5$ | |
| $O_1$ | 4 | 7 | 8 | 8 | 2 | 14 |
| $O_2$ | 1 | 4 | 7 | 3 | 8 | 17 |
| $O_3$ | 7 | 2 | 4 | 7 | 7 | 19 |
| $O_4$ | 4 | 8 | 2 | 4 | 7 | 12 |
| **Demand** | 16 | 11 | 15 | 10 | 10 | |

**OR**

Obtain the basic feasible solution to the following transportation problem using North-West corner method. Find its total cost.

| **Factory** | **Godown** | | | | **Production** |
|---|---|---|---|---|---|
| | $W_1$ | $W_2$ | $W_3$ | $W_4$ | |
| $F_1$ | 12 | 18 | 8 | 7 | 16 |
| $F_2$ | 10 | 19 | 22 | 21 | 15 |
| $F_3$ | 9 | 8 | 10 | 13 | 19 |
| **Capacity** | 9 | 14 | 11 | 16 | 50 |

(c) Obtain an initial solution to the following transportation problem by matrix minima method and find its total cost. **6**

| **Godown** | **Showroom** | | | | | **Available** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV | V | |
| A | 73 | 56 | 58 | 80 | 8 | 12 |
| B | 62 | 40 | 23 | 29 | 50 | 14 |
| C | 96 | 93 | 9 | 87 | 12 | 16 |
| D | 57 | 65 | 96 | 79 | 18 | 10 |
| **Requirement** | 12 | 11 | 13 | 7 | 9 | |

**OR**

Obtain a basic feasible solution to the following transportation by Vogel's method. Also find the total cost :

| **From** | **To** | | | | **Supply** |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| P | 5 | 1 | 7 | 8 | 10 |
| Q | 6 | 4 | 6 | 9 | 80 |
| R | 3 | 2 | 5 | 7 | 15 |
| S | 5 | 3 | 2 | 9 | 40 |
| **Demand** | 25 | 20 | 45 | 55 | |

3. (a) Explain what is an assignment problem with illustration. **4**

**OR**

Explain the following terms with respect to replacement problem :

(i) Maintenance cost

(ii) Average total cost

(b) The following table shows yearly maintenance cost and resale price of an equipment. If the purchase price of this equipment is ₹ 6,000, after how many years should it be replaced ? **4**

| **Year** | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Maintenance Cost (₹)** | 600 | 750 | 900 | 1200 | 1500 | 2000 |
| **Resale Price (₹)** | 4500 | 4000 | 3500 | 3000 | 2500 | 2000 |

**OR**

The purchase price of a machine is ₹ 3,000. Its maintenance cost for the first year is ₹ 100 which increases by ₹ 350 per year after that. This machine does not have a resale value. After how many years should this machine be replaced ?

(c) The profits (in thousand ₹) earned by appointing four salesmen of a company in four different regions are shown in the following table. Assign the regions to the salesmen such that the profit is maximum. Also find the total profit. **6**

| **Salesmen** | **Region** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| A | 9 | 26 | 15 | 13 |
| B | 13 | 27 | 6 | 15 |
| C | 35 | 20 | 15 | 25 |
| D | 18 | 30 | 20 | 22 |

**OR**

Five employees of a department have to do five jobs. The time (in hours) required for each job is given in the following matrix. Assign the employees so that the total time is minimum.

| **Job** | **Employee** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **P** | **Q** | **R** | **S** | **T** |
| 1 | 11 | 17 | 8 | 16 | 20 |
| 2 | 9 | 7 | 12 | 6 | 15 |
| 3 | 13 | 16 | 15 | 12 | 16 |
| 4 | 21 | 24 | 17 | 28 | 26 |
| 5 | 14 | 10 | 12 | 11 | 15 |

4. (a) Explain the uses of PERT and CPM in business activities. **4**

**OR**

Explain :

(1) Critical Path

(2) Expected time of an activity

(b) The information about activities A, B, …, F of a project is as follows : **4**

| **Activity** | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Preceding activity** | – | – | A | A | B, C | D, E |
| **Time (days)** | 18 | 22 | 8 | 10 | 5 | 7 |

Draw the network for this project and find critical path.

**OR**

Draw a PERT diagram for the following project. Find the critical path and total time for the project :

| **Activity** | 1-2 | 2-3 | 2-4 | 2-5 | 3-5 | 4-5 | 5-6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Time (hours)** | 3 | 7 | 4 | 2 | 8 | 3 | 6 |

(c) Find the critical path for the following project. Find EST and LST for each job and hence find float time. **6**

| **Job** | 1-2 | 1-3 | 2-4 | 3-4 | 4-5 | 4-6 | 5-7 | 6-7 | 7-8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Time (days)** | 5 | 4 | 6 | 2 | 1 | 7 | 8 | 4 | 3 |

**OR**

The activities of a project and estimates of time for each activity are given in the following table. Draw a PERT network and find critical path. What is the expected total time of the project ?

| **Activity** | 1-2 | 1-3 | 2-3 | 2-4 | 2-5 | 3-4 | 4-7 | 5-6 | 5-7 | 6-7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Optimistic time** | 3 | 5 | 1 | 1 | 2 | 3 | 6 | 1 | 2 | 6 |
| **Most likely time** | 4 | 8 | 8 | 3 | 5 | 5 | 9 | 1 | 10 | 7 |
| **Pessimistic time** | 11 | 17 | 9 | 5 | 8 | 13 | 12 | 7 | 12 | 14 |

5. Fill in the blanks by selecting correct option from the given options : **14**

(1) Generally, the ________ method gives the best solution for a transportation problem. (Vogel's, Matrix minima, North-West corner)

(2) If the number of decision variables is ________, the graphical method can be used for linear programming problem. (more than 2, 2, more than 3)

(3) The float time of activities on critical path is ________. (5, 0, 1)

(4) Hungarian method is used to solve ________ problem.

(transportation, replacement, assignment)

(5) For a balanced transportation problem, total supply ________ total requirement.

(=, <, >)

(6) The decision variables giving maximum or minimum value of the objective function is called ________. (feasible solution, optimum solution, solution)

(7) The best year for replacement is the one where ________ is minimum.

(total cost, maintenance cost, average total cost)

(8) The maximum time for any activity of a project is called ________ time.

(expected, optimistic, pessimistic)

(9) If there are m rows and n columns in the cost matrix of a transportation problem then ________ independent variables can be obtained. (m + n, m + n – 1, m – n)

(10) The beginning or end of each activity in the PERT diagram is shown by ________. (path, event, arrow)

(11) Each element is subtracted from ________ element of the matrix in an assignment problem where the objective function is to be maximized.

(largest, smallest, any one)

(12) The inequalities for decision variables in a linear programming problem are called ________. (objective function, optimum solution, constraints)

(13) The cost matrix is not taken into consideration while allocating the units by ________ method. (North-west corner, matrix minima, Vogel's)

(14) For any activity of the given project, LST = ________.

(EST + t, LFT – t, EFT + t)

---