

## HOMEWORK 1 – ANSWERS

Name: Orçun BAŞŞİMŞEK

ID: 2098804

### Answer 1 -)

#### Needed constraints:

1-)  $S1A \vee S4A$

2-)  $S1B \vee S4B$

3-)  $S2C \leftrightarrow (S1A \vee S3A)$

4-)  $S3C \leftrightarrow (S2A \vee S4A)$

5-)  $\neg(S1B \wedge S2D)$

6-)  $\neg(S2B \wedge S1D)$

7-)  $\neg(S3B \wedge S4D)$

8-)  $\neg(S4B \wedge S3D)$

#### General constraints:

9-)  $S1A \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S3A \wedge \neg S4A)$

10-)  $S2A \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S3A \wedge \neg S4A)$

11-)  $S3A \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S2A \wedge \neg S4A)$

12-)  $S4A \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S2A \wedge \neg S3A)$

13-)  $S1B \leftrightarrow (\neg S2B \wedge \neg S3B \wedge \neg S4B)$

14-)  $S2B \leftrightarrow (\neg S1B \wedge \neg S3B \wedge \neg S4B)$

15-)  $S3B \leftrightarrow (\neg S1B \wedge \neg S2B \wedge \neg S4B)$

16-)  $S4B \leftrightarrow (\neg S1B \wedge \neg S2B \wedge \neg S3B)$

17-)  $S1C \leftrightarrow (\neg S2C \wedge \neg S3C \wedge \neg S4C)$

18-)  $S2C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S3C \wedge \neg S4C)$

19-)  $S3C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S2C \wedge \neg S4C)$

20-)  $S4C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S2C \wedge \neg S3C)$

21-)  $S1D \leftrightarrow (\neg S2D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$

22-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$

23-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S4D)$

24-)  $S4D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S3D)$

25-)  $S1A \vee S2A \vee S3A \vee S4A$

26-)  $S1B \vee S2B \vee S3B \vee S4B$

27-)  $S1C \vee S2C \vee S3C \vee S4C$

28-)  $S1D \vee S2D \vee S3D \vee S4D$

29-)  $S1A \leftrightarrow (\neg S1B \wedge \neg S1C \wedge \neg S1D)$

30-)  $S2A \leftrightarrow (\neg S2B \wedge \neg S2C \wedge \neg S2D)$

31-)  $S3A \leftrightarrow (\neg S3B \wedge \neg S3C \wedge \neg S3D)$

32-)  $S4A \leftrightarrow (\neg S4B \wedge \neg S4C \wedge \neg S4D)$

33-)  $S1B \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S1C \wedge \neg S1D)$

34-)  $S2B \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2C \wedge \neg S2D)$

35-)  $S3B \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3C \wedge \neg S3D)$

36-)  $S4B \leftrightarrow (\neg S4A \wedge \neg S4C \wedge \neg S4D)$

37-)  $S1C \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S1B \wedge \neg S1D)$

38-)  $S2C \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2D)$

39-)  $S3C \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3D)$

40-)  $S4C \leftrightarrow (\neg S4A \wedge \neg S4B \wedge \neg S4D)$

41-)  $S1D \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S1B \wedge \neg S1C)$

42-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2C)$

43-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3C)$

44-)  $S4D \leftrightarrow (\neg S4A \wedge \neg S4B \wedge \neg S4C)$

Since we need to find out whether people can sit or not, we also needed some general constraints such as

- A person can only sit one seat at the same time for any case.
- Every people should sit.
- For particular seat, only one person can sit that seat at the same time.

Therefore, I also added these general constraints as seen at page 1.

## 1st BRANCH

|  
|  
|  
|  
|  
|  
|

First, let's choose S1B :

If S1B  $\leftarrow$  1 :

- 1-)  $S1A \vee S4A$
- 2-) T
- 3-)  $S2C \leftrightarrow (S1A \vee S3A)$
- 4-)  $S3C \leftrightarrow (S2A \vee S4A)$
- 5-)  $\neg S2D$
- 6-)  $\neg(S2B \wedge S1D)$
- 7-)  $\neg(S3B \wedge S4D)$
- 8-)  $\neg(S4B \wedge S3D)$
- 9-)  $S1A \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S3A \wedge \neg S4A)$
- 10-)  $S2A \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S3A \wedge \neg S4A)$
- 11-)  $S3A \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S2A \wedge \neg S4A)$
- 12-)  $S4A \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S2A \wedge \neg S3A)$
- 13-)  $\neg S2B \wedge \neg S3B \wedge \neg S4B$

**Important Note:** Please read the branches from top to down separately from this page to end of 12th page.

Moreover, since all these numbered propositions are ANDed, results are computed according to that.

## 2nd BRANCH

|  
|  
|  
|  
|  
|  
|

If S1B  $\leftarrow$  0 :

- 1-)  $S1A \vee S4A$
- 2-) S4B
- 3-)  $S2C \leftrightarrow (S1A \vee S3A)$
- 4-)  $S3C \leftrightarrow (S2A \vee S4A)$
- 5-) T
- 6-)  $\neg(S2B \wedge S1D)$
- 7-)  $\neg(S3B \wedge S4D)$
- 8-)  $\neg(S4B \wedge S3D)$
- 9-)  $S1A \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S3A \wedge \neg S4A)$
- 10-)  $S2A \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S3A \wedge \neg S4A)$
- 11-)  $S3A \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S2A \wedge \neg S4A)$
- 12-)  $S4A \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S2A \wedge \neg S3A)$
- 13-)  $S2B \vee S3B \vee S4B$

14-)  $\neg S2B$   
 15-)  $\neg S3B$   
 16-)  $\neg S4B$   
 17-)  $S1C \leftrightarrow (\neg S2C \wedge \neg S3C \wedge \neg S4C)$   
 18-)  $S2C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S3C \wedge \neg S4C)$   
 19-)  $S3C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S2C \wedge \neg S4C)$   
 20-)  $S4C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S2C \wedge \neg S3C)$   
 21-)  $S1D \leftrightarrow (\neg S2D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$   
 22-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$   
 23-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S4D)$   
 24-)  $S4D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S3D)$   
 25-)  $S1A \vee S2A \vee S3A \vee S4A$   
 26-)  $T$   
 27-)  $S1C \vee S2C \vee S3C \vee S4C$   
 28-)  $S1D \vee S2D \vee S3D \vee S4D$   
 29-)  $\neg S1A$   
 30-)  $S2A \leftrightarrow (\neg S2B \wedge \neg S2C \wedge \neg S2D)$   
 31-)  $S3A \leftrightarrow (\neg S3B \wedge \neg S3C \wedge \neg S3D)$   
 32-)  $S4A \leftrightarrow (\neg S4B \wedge \neg S4C \wedge \neg S4D)$   
 33-)  $\neg S1A \wedge \neg S1C \wedge \neg S1D$   
 34-)  $S2B \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2C \wedge \neg S2D)$   
 35-)  $S3B \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3C \wedge \neg S3D)$   
 36-)  $S4B \leftrightarrow (\neg S4A \wedge \neg S4C \wedge \neg S4D)$   
 37-)  $\neg S1C$   
 38-)  $S2C \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2D)$   
 39-)  $S3C \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3D)$   
 40-)  $S4C \leftrightarrow (\neg S4A \wedge \neg S4B \wedge \neg S4D)$   
 41-)  $\neg S1D$   
 42-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2C)$   
 43-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3C)$   
 44-)  $S4D \leftrightarrow (\neg S4A \wedge \neg S4B \wedge \neg S4C)$

14-)  $S2B \leftrightarrow (\neg S3B \wedge \neg S4B)$   
 15-)  $S3B \leftrightarrow (\neg S2B \wedge \neg S4B)$   
 16-)  $S4B \leftrightarrow (\neg S2B \wedge \neg S3B)$   
 17-)  $S1C \leftrightarrow (\neg S2C \wedge \neg S3C \wedge \neg S4C)$   
 18-)  $S2C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S3C \wedge \neg S4C)$   
 19-)  $S3C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S2C \wedge \neg S4C)$   
 20-)  $S4C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S2C \wedge \neg S3C)$   
 21-)  $S1D \leftrightarrow (\neg S2D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$   
 22-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$   
 23-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S4D)$   
 24-)  $S4D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S3D)$   
 25-)  $S1A \vee S2A \vee S3A \vee S4A$   
 26-)  $S2B \vee S3B \vee S4B$   
 27-)  $S1C \vee S2C \vee S3C \vee S4C$   
 28-)  $S1D \vee S2D \vee S3D \vee S4D$   
 29-)  $S1A \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S1D)$   
 30-)  $S2A \leftrightarrow (\neg S2B \wedge \neg S2C \wedge \neg S2D)$   
 31-)  $S3A \leftrightarrow (\neg S3B \wedge \neg S3C \wedge \neg S3D)$   
 32-)  $S4A \leftrightarrow (\neg S4B \wedge \neg S4C \wedge \neg S4D)$   
 33-)  $S1A \vee S1C \vee S1D$   
 34-)  $S2B \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2C \wedge \neg S2D)$   
 35-)  $S3B \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3C \wedge \neg S3D)$   
 36-)  $S4B \leftrightarrow (\neg S4A \wedge \neg S4C \wedge \neg S4D)$   
 37-)  $S1C \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S1D)$   
 38-)  $S2C \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2D)$   
 39-)  $S3C \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3D)$   
 40-)  $S4C \leftrightarrow (\neg S4A \wedge \neg S4B \wedge \neg S4D)$   
 41-)  $S1D \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S1C)$   
 42-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2C)$   
 43-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3C)$   
 44-)  $S4D \leftrightarrow (\neg S4A \wedge \neg S4B \wedge \neg S4C)$

**Choose S4B :**

**If S4B  $\leftarrow 1$  , result =  $\perp$**

**If S4B  $\leftarrow 0$  :**

- 1-)  $S1A \vee S4A$
- 3-)  $S2C \leftrightarrow (S1A \vee S3A)$
- 4-)  $S3C \leftrightarrow (S2A \vee S4A)$
- 5-)  $\neg S2D$
- 6-)  $\neg(S2B \wedge S1D)$
- 7-)  $\neg(S3B \wedge S4D)$
- 8-)  $T$
- 9-)  $S1A \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S3A \wedge \neg S4A)$
- 10-)  $S2A \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S3A \wedge \neg S4A)$
- 11-)  $S3A \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S2A \wedge \neg S4A)$
- 12-)  $S4A \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S2A \wedge \neg S3A)$
- 13-)  $\neg S2B \wedge \neg S3B$
- 14-)  $\neg S2B$
- 15-)  $\neg S3B$
- 16-)  $T$
- 17-)  $S1C \leftrightarrow (\neg S2C \wedge \neg S3C \wedge \neg S4C)$
- 18-)  $S2C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S3C \wedge \neg S4C)$
- 19-)  $S3C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S2C \wedge \neg S4C)$
- 20-)  $S4C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S2C \wedge \neg S3C)$
- 21-)  $S1D \leftrightarrow (\neg S2D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$
- 22-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$
- 23-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S4D)$
- 24-)  $S4D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S3D)$
- 25-)  $S1A \vee S2A \vee S3A \vee S4A$
- 27-)  $S1C \vee S2C \vee S3C \vee S4C$
- 28-)  $S1D \vee S2D \vee S3D \vee S4D$
- 29-)  $\neg S1A$
- 30-)  $S2A \leftrightarrow (\neg S2B \wedge \neg S2C \wedge \neg S2D)$
- 31-)  $S3A \leftrightarrow (\neg S3B \wedge \neg S3C \wedge \neg S3D)$

**If S4B  $\leftarrow 0$  , result =  $\perp$**

**If S4B  $\leftarrow 1$  :**

- 1-)  $S1A \vee S4A$
- 2-)  $T$
- 3-)  $S2C \leftrightarrow (S1A \vee S3A)$
- 4-)  $S3C \leftrightarrow (S2A \vee S4A)$
- 6-)  $\neg(S2B \wedge S1D)$
- 7-)  $\neg(S3B \wedge S4D)$
- 8-)  $\neg S3D$
- 9-)  $S1A \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S3A \wedge \neg S4A)$
- 10-)  $S2A \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S3A \wedge \neg S4A)$
- 11-)  $S3A \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S2A \wedge \neg S4A)$
- 12-)  $S4A \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S2A \wedge \neg S3A)$
- 13-)  $T$
- 14-)  $\neg S2B$
- 15-)  $\neg S3B$
- 16-)  $\neg S2B \wedge \neg S3B$
- 17-)  $S1C \leftrightarrow (\neg S2C \wedge \neg S3C \wedge \neg S4C)$
- 18-)  $S2C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S3C \wedge \neg S4C)$
- 19-)  $S3C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S2C \wedge \neg S4C)$
- 20-)  $S4C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S2C \wedge \neg S3C)$
- 21-)  $S1D \leftrightarrow (\neg S2D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$
- 22-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$
- 23-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S4D)$
- 24-)  $S4D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S3D)$
- 25-)  $S1A \vee S2A \vee S3A \vee S4A$
- 26-)  $T$
- 27-)  $S1C \vee S2C \vee S3C \vee S4C$
- 28-)  $S1D \vee S2D \vee S3D \vee S4D$
- 29-)  $S1A \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S1D)$
- 30-)  $S2A \leftrightarrow (\neg S2B \wedge \neg S2C \wedge \neg S2D)$
- 31-)  $S3A \leftrightarrow (\neg S3B \wedge \neg S3C \wedge \neg S3D)$

- 32-)  $S4A \leftrightarrow (\neg S4C \wedge \neg S4D)$
- 33-)  $\neg S1A \wedge \neg S1C \wedge \neg S1D$
- 34-)  $S2B \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2C \wedge \neg S2D)$
- 35-)  $S3B \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3C \wedge \neg S3D)$
- 36-)  $S4A \vee S4C \vee S4D$
- 37-)  $\neg S1C$
- 38-)  $S2C \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2D)$
- 39-)  $S3C \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3D)$
- 40-)  $S4C \leftrightarrow (\neg S4A \wedge \neg S4D)$
- 41-)  $\neg S1D$
- 42-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2C)$
- 43-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3C)$
- 44-)  $S4D \leftrightarrow (\neg S4A \wedge \neg S4C)$

**Choose S1A:**

**If S1A  $\leftarrow 1$  , result =  $\perp$**

**If S1A  $\leftarrow 0$  :**

- 1-) S4A
- 3-)  $S2C \leftrightarrow S3A$
- 4-)  $S3C \leftrightarrow (S2A \vee S4A)$
- 5-)  $\neg S2D$
- 6-)  $\neg(S2B \wedge S1D)$
- 7-)  $\neg(S3B \wedge S4D)$
- 9-)  $S2A \vee S3A \vee S4A$
- 10-)  $S2A \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S4A)$
- 11-)  $S3A \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S4A)$
- 12-)  $S4A \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S3A)$
- 13-)  $\neg S2B \wedge \neg S3B$
- 14-)  $\neg S2B$
- 15-)  $\neg S3B$
- 17-)  $S1C \leftrightarrow (\neg S2C \wedge \neg S3C \wedge \neg S4C)$

- 32-)  $\neg S4A$
- 33-)  $S1A \vee S1C \vee S1D$
- 34-)  $S2B \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2C \wedge \neg S2D)$
- 35-)  $S3B \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3C \wedge \neg S3D)$
- 36-)  $\neg S4A \wedge \neg S4C \wedge \neg S4D$
- 37-)  $S1C \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S1D)$
- 38-)  $S2C \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2D)$
- 39-)  $S3C \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3D)$
- 40-)  $\neg S4C$
- 41-)  $S1D \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S1C)$
- 42-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2C)$
- 43-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3C)$
- 44-)  $\neg S4D$

**Choose S4A:**

**If S4A  $\leftarrow 1$  , result =  $\perp$**

**If S4A  $\leftarrow 0$  :**

- 1-) S1A
- 2-) T
- 3-)  $S2C \leftrightarrow (S1A \vee S3A)$
- 4-)  $S3C \leftrightarrow S2A$
- 6-)  $\neg(S2B \wedge S1D)$
- 7-)  $\neg(S3B \wedge S4D)$
- 8-)  $\neg S3D$
- 9-)  $S1A \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S3A)$
- 10-)  $S2A \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S3A)$
- 11-)  $S3A \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S2A)$
- 12-)  $S1A \vee S2A \vee S3A$
- 14-)  $\neg S2B$
- 15-)  $\neg S3B$
- 16-)  $\neg S2B \wedge \neg S3B$

18-)  $S2C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S3C \wedge \neg S4C)$   
 19-)  $S3C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S2C \wedge \neg S4C)$   
 20-)  $S4C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S2C \wedge \neg S3C)$   
 21-)  $S1D \leftrightarrow (\neg S2D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$   
 22-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$   
 23-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S4D)$   
 24-)  $S4D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S3D)$   
 25-)  $S2A \vee S3A \vee S4A$   
 27-)  $S1C \vee S2C \vee S3C \vee S4C$   
 28-)  $S1D \vee S2D \vee S3D \vee S4D$   
 29-) T  
 30-)  $S2A \leftrightarrow (\neg S2B \wedge \neg S2C \wedge \neg S2D)$   
 31-)  $S3A \leftrightarrow (\neg S3B \wedge \neg S3C \wedge \neg S3D)$   
 32-)  $S4A \leftrightarrow (\neg S4C \wedge \neg S4D)$   
 33-)  $\neg S1C \wedge \neg S1D$   
 34-)  $S2B \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2C \wedge \neg S2D)$   
 35-)  $S3B \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3C \wedge \neg S3D)$   
 36-)  $S4A \vee S4C \vee S4D$   
 37-)  $\neg S1C$   
 38-)  $S2C \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2D)$   
 39-)  $S3C \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3D)$   
 40-)  $S4C \leftrightarrow (\neg S4A \wedge \neg S4D)$   
 41-)  $\neg S1D$   
 42-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2C)$   
 43-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3C)$   
 44-)  $S4D \leftrightarrow (\neg S4A \wedge \neg S4C)$

**Choose S4A:**

**If S4A  $\leftarrow$  0 , result =  $\perp$**

**If S4A  $\leftarrow$  1 :**

1-) T  
 3-)  $S2C \leftrightarrow S3A$   
 4-) S3C

17-)  $S1C \leftrightarrow (\neg S2C \wedge \neg S3C \wedge \neg S4C)$   
 18-)  $S2C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S3C \wedge \neg S4C)$   
 19-)  $S3C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S2C \wedge \neg S4C)$   
 20-)  $S4C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S2C \wedge \neg S3C)$   
 21-)  $S1D \leftrightarrow (\neg S2D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$   
 22-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$   
 23-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S4D)$   
 24-)  $S4D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S3D)$   
 25-)  $S1A \vee S2A \vee S3A$   
 27-)  $S1C \vee S2C \vee S3C \vee S4C$   
 28-)  $S1D \vee S2D \vee S3D \vee S4D$   
 29-)  $S1A \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S1D)$   
 30-)  $S2A \leftrightarrow (\neg S2B \wedge \neg S2C \wedge \neg S2D)$   
 31-)  $S3A \leftrightarrow (\neg S3B \wedge \neg S3C \wedge \neg S3D)$   
 32-) T  
 33-)  $S1A \vee S1C \vee S1D$   
 34-)  $S2B \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2C \wedge \neg S2D)$   
 35-)  $S3B \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3C \wedge \neg S3D)$   
 36-)  $\neg S4C \wedge \neg S4D$   
 37-)  $S1C \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S1D)$   
 38-)  $S2C \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2D)$   
 39-)  $S3C \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3D)$   
 40-)  $\neg S4C$   
 41-)  $S1D \leftrightarrow (\neg S1A \wedge \neg S1C)$   
 42-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2C)$   
 43-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3C)$   
 44-)  $\neg S4D$

**Choose S1A:**

**If S1A  $\leftarrow$  0 , result =  $\perp$**

**If S1A  $\leftarrow$  1 :**

1-) T  
 3-) S2C

5-)  $\neg S2D$   
 6-)  $\neg(S2B \wedge S1D)$   
 7-)  $\neg(S3B \wedge S4D)$   
 9-) T  
 10-)  $\neg S2A$   
 11-)  $\neg S3A$   
 12-)  $\neg S2A \wedge \neg S3A$   
 13-)  $\neg S2B \wedge \neg S3B$   
 14-)  $\neg S2B$   
 15-)  $\neg S3B$   
 17-)  $S1C \leftrightarrow (\neg S2C \wedge \neg S3C \wedge \neg S4C)$   
 18-)  $S2C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S3C \wedge \neg S4C)$   
 19-)  $S3C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S2C \wedge \neg S4C)$   
 20-)  $S4C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S2C \wedge \neg S3C)$   
 21-)  $S1D \leftrightarrow (\neg S2D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$   
 22-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$   
 23-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S4D)$   
 24-)  $S4D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S3D)$   
 25-) T  
 27-)  $S1C \vee S2C \vee S3C \vee S4C$   
 28-)  $S1D \vee S2D \vee S3D \vee S4D$   
 30-)  $S2A \leftrightarrow (\neg S2B \wedge \neg S2C \wedge \neg S2D)$   
 31-)  $S3A \leftrightarrow (\neg S3B \wedge \neg S3C \wedge \neg S3D)$   
 32-)  $\neg S4C \wedge \neg S4D$   
 33-)  $\neg S1C \wedge \neg S1D$   
 34-)  $S2B \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2C \wedge \neg S2D)$   
 35-)  $S3B \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3C \wedge \neg S3D)$   
 36-) T  
 37-)  $\neg S1C$   
 38-)  $S2C \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2D)$   
 39-)  $S3C \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3D)$   
 40-)  $\neg S4C$

4-)  $S3C \leftrightarrow S2A$   
 6-)  $\neg(S2B \wedge S1D)$   
 7-)  $\neg(S3B \wedge S4D)$   
 8-)  $\neg S3D$   
 9-)  $\neg S2A \wedge \neg S3A$   
 10-)  $\neg S2A$   
 11-)  $\neg S3A$   
 12-) T  
 14-)  $\neg S2B$   
 15-)  $\neg S3B$   
 16-)  $\neg S2B \wedge \neg S3B$   
 17-)  $S1C \leftrightarrow (\neg S2C \wedge \neg S3C \wedge \neg S4C)$   
 18-)  $S2C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S3C \wedge \neg S4C)$   
 19-)  $S3C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S2C \wedge \neg S4C)$   
 20-)  $S4C \leftrightarrow (\neg S1C \wedge \neg S2C \wedge \neg S3C)$   
 21-)  $S1D \leftrightarrow (\neg S2D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$   
 22-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$   
 23-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S4D)$   
 24-)  $S4D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S3D)$   
 25-) T  
 27-)  $S1C \vee S2C \vee S3C \vee S4C$   
 28-)  $S1D \vee S2D \vee S3D \vee S4D$   
 29-)  $\neg S1C \wedge \neg S1D$   
 30-)  $S2A \leftrightarrow (\neg S2B \wedge \neg S2C \wedge \neg S2D)$   
 31-)  $S3A \leftrightarrow (\neg S3B \wedge \neg S3C \wedge \neg S3D)$   
 33-) T  
 34-)  $S2B \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2C \wedge \neg S2D)$   
 35-)  $S3B \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3C \wedge \neg S3D)$   
 36-)  $\neg S4C \wedge \neg S4D$   
 37-)  $\neg S1C$   
 38-)  $S2C \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2D)$

- 41-)  $\neg S1D$
- 42-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2C)$
- 43-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3C)$
- 44-)  $\neg S4D$

**Choose S3C:**

**If S3C  $\leftarrow$  0 , result =  $\perp$**

**If S3C  $\leftarrow$  1 :**

- 3-)  $S2C \leftrightarrow S3A$
- 4-) T
- 5-)  $\neg S2D$
- 6-)  $\neg(S2B \wedge S1D)$
- 7-)  $\neg(S3B \wedge S4D)$
- 10-)  $\neg S2A$
- 11-)  $\neg S3A$
- 12-)  $\neg S2A \wedge \neg S3A$
- 13-)  $\neg S2B \wedge \neg S3B$
- 14-)  $\neg S2B$
- 15-)  $\neg S3B$
- 17-)  $\neg S1C$
- 18-)  $\neg S2C$
- 19-)  $\neg S1C \wedge \neg S2C \wedge \neg S4C$
- 20-)  $\neg S4C$
- 21-)  $S1D \leftrightarrow (\neg S2D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$
- 22-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$
- 23-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S4D)$
- 24-)  $S4D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S3D)$
- 27-) T
- 28-)  $S1D \vee S2D \vee S3D \vee S4D$
- 30-)  $S2A \leftrightarrow (\neg S2B \wedge \neg S2C \wedge \neg S2D)$
- 31-)  $\neg S3A$
- 32-)  $\neg S4C \wedge \neg S4D$
- 33-)  $\neg S1C \wedge \neg S1D$

- 39-)  $S3C \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3D)$

- 40-)  $\neg S4C$

- 41-)  $\neg S1D$

- 42-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2C)$

- 43-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3C)$

- 44-)  $\neg S4D$

**Choose S2C:**

**If S2C  $\leftarrow$  0 , result =  $\perp$**

**If S2C  $\leftarrow$  1 :**

- 3-) T
- 4-)  $S3C \leftrightarrow S2A$
- 6-)  $\neg(S2B \wedge S1D)$
- 7-)  $\neg(S3B \wedge S4D)$
- 8-)  $\neg S3D$
- 9-)  $\neg S2A \wedge \neg S3A$
- 10-)  $\neg S2A$
- 11-)  $\neg S3A$
- 14-)  $\neg S2B$
- 15-)  $\neg S3B$
- 16-)  $\neg S2B \wedge \neg S3B$
- 17-)  $\neg S1C$
- 18-)  $\neg S1C \wedge \neg S3C \wedge \neg S4C$
- 19-)  $\neg S3C$
- 20-)  $\neg S4C$
- 21-)  $S1D \leftrightarrow (\neg S2D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$
- 22-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$
- 23-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S4D)$
- 24-)  $S4D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S3D)$
- 27-) T
- 28-)  $S1D \vee S2D \vee S3D \vee S4D$
- 29-)  $\neg S1C \wedge \neg S1D$
- 30-)  $\neg S2A$



34-)  $S2B \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2C \wedge \neg S2D)$   
 35-)  $\neg S3B$   
 37-)  $\neg S1C$   
 38-)  $S2C \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2D)$   
 39-)  $\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3D$   
 40-)  $\neg S4C$   
 41-)  $\neg S1D$   
 42-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2C)$   
 43-)  $\neg S3D$   
 44-)  $\neg S4D$

**Choose S2A:**

**If  $S2A \leftarrow 1$  , result =  $\perp$**

**If  $S2A \leftarrow 0$  :**

3-)  $S2C \leftrightarrow S3A$   
 5-)  $\neg S2D$   
 6-)  $\neg(S2B \wedge S1D)$   
 7-)  $\neg(S3B \wedge S4D)$   
 10-) T  
 11-)  $\neg S3A$   
 13-)  $\neg S2B \wedge \neg S3B$   
 14-)  $\neg S2B$   
 15-)  $\neg S3B$   
 17-)  $\neg S1C$   
 18-)  $\neg S2C$   
 19-)  $\neg S1C \wedge \neg S2C \wedge \neg S4C$   
 20-)  $\neg S4C$   
 21-)  $S1D \leftrightarrow (\neg S2D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$   
 22-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$   
 23-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S4D)$   
 24-)  $S4D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S3D)$   
 28-)  $S1D \vee S2D \vee S3D \vee S4D$   
 30-)  $S2B \vee S2C \vee S2D$

31-)  $S3A \leftrightarrow (\neg S3B \wedge \neg S3C \wedge \neg S3D)$   
 34-)  $\neg S2B$   
 35-)  $S3B \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3C \wedge \neg S3D)$   
 36-)  $\neg S4C \wedge \neg S4D$   
 37-)  $\neg S1C$   
 38-)  $\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2D$   
 39-)  $S3C \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3D)$   
 40-)  $\neg S4C$   
 41-)  $\neg S1D$   
 42-)  $\neg S2D$   
 43-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3C)$   
 44-)  $\neg S4D$

**Choose S3A:**

**If  $S3A \leftarrow 1$  , result =  $\perp$**

**If  $S3A \leftarrow 0$  :**

4-)  $S3C \leftrightarrow S2A$   
 6-)  $\neg(S2B \wedge S1D)$   
 7-)  $\neg(S3B \wedge S4D)$   
 8-)  $\neg S3D$   
 9-)  $\neg S2A \wedge \neg S3A$   
 10-)  $\neg S2A$   
 11-) T  
 14-)  $\neg S2B$   
 15-)  $\neg S3B$   
 16-)  $\neg S2B \wedge \neg S3B$   
 17-)  $\neg S1C$   
 18-)  $\neg S1C \wedge \neg S3C \wedge \neg S4C$   
 19-)  $\neg S3C$   
 20-)  $\neg S4C$   
 21-)  $S1D \leftrightarrow (\neg S2D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$   
 22-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$   
 23-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S4D)$

31-)  $\neg S3A$   
 32-)  $\neg S4C \wedge \neg S4D$   
 33-)  $\neg S1C \wedge \neg S1D$   
 34-)  $S2B \leftrightarrow (\neg S2C \wedge \neg S2D)$   
 35-)  $\neg S3B$   
 37-)  $\neg S1C$   
 38-)  $S2C \leftrightarrow (\neg S2B \wedge \neg S2D)$   
 39-)  $\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3D$   
 40-)  $\neg S4C$   
 41-)  $\neg S1D$   
 42-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S2B \wedge \neg S2C)$   
 43-)  $\neg S3D$   
 44-)  $\neg S4D$

**Choose S2B:**

**If S2B  $\leftarrow 1$  , result =  $\perp$**

**If S2B  $\leftarrow 0$  :**

3-)  $S2C \leftrightarrow S3A$   
 5-)  $\neg S2D$   
 6-)  $\neg S1D$   
 7-)  $\neg(S3B \wedge S4D)$   
 11-)  $\neg S3A$   
 14-) T  
 15-)  $\neg S3B$   
 17-)  $\neg S1C$   
 18-)  $\neg S2C$   
 19-)  $\neg S1C \wedge \neg S2C \wedge \neg S4C$   
 20-)  $\neg S4C$   
 21-)  $S1D \leftrightarrow (\neg S2D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$   
 22-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$   
 23-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S4D)$   
 24-)  $S4D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S3D)$   
 28-)  $S1D \vee S2D \vee S3D \vee S4D$

24-)  $S4D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S3D)$   
 28-)  $S1D \vee S2D \vee S3D \vee S4D$   
 29-)  $\neg S1C \wedge \neg S1D$   
 30-)  $\neg S2A$   
 31-)  $S3B \vee S3C \vee S3D$   
 34-)  $\neg S2B$   
 35-)  $S3B \leftrightarrow (\neg S3C \wedge \neg S3D)$   
 36-)  $\neg S4C \wedge \neg S4D$   
 37-)  $\neg S1C$   
 38-)  $\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2D$   
 39-)  $S3C \leftrightarrow (\neg S3B \wedge \neg S3D)$   
 40-)  $\neg S4C$   
 41-)  $\neg S1D$   
 42-)  $\neg S2D$   
 43-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S3B \wedge \neg S3C)$   
 44-)  $\neg S4D$

**Choose S3B:**

**If S3B  $\leftarrow 1$  , result =  $\perp$**

**If S3B  $\leftarrow 0$  :**

4-)  $S3C \leftrightarrow S2A$   
 6-)  $\neg(S2B \wedge S1D)$   
 7-) T  
 8-)  $\neg S3D$   
 9-)  $\neg S2A \wedge \neg S3A$   
 10-)  $\neg S2A$   
 14-)  $\neg S2B$   
 15-) T  
 16-)  $\neg S2B$   
 17-)  $\neg S1C$   
 18-)  $\neg S1C \wedge \neg S3C \wedge \neg S4C$   
 19-)  $\neg S3C$   
 20-)  $\neg S4C$

30-)  $S2C \vee S2D$

31-)  $\neg S3A$

32-)  $\neg S4C \wedge \neg S4D$

33-)  $\neg S1C \wedge \neg S1D$

34-)  $S2C \vee S2D$

35-)  $\neg S3B$

37-)  $\neg S1C$

38-)  $S2C \leftrightarrow \neg S2D$

39-)  $\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3D$

40-)  $\neg S4C$

41-)  $\neg S1D$

42-)  $S2D \leftrightarrow \neg S2C$

43-)  $\neg S3D$

44-)  $\neg S4D$

**Choose S2C:**

**If  $S2C \leftarrow 1$  , result =  $\perp$**

**If  $S2C \leftarrow 0$  :**

3-)  $\neg S3A$

5-)  $\neg S2D$

6-)  $\neg S1D$

7-)  $\neg(S3B \wedge S4D)$

11-)  $\neg S3A$

15-)  $\neg S3B$

17-)  $\neg S1C$

18-) T

19-)  $\neg S1C \wedge \neg S4C$

20-)  $\neg S4C$

21-)  $S1D \leftrightarrow (\neg S2D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$

22-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$

23-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S4D)$

24-)  $S4D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S3D)$

28-)  $S1D \vee S2D \vee S3D \vee S4D$

21-)  $S1D \leftrightarrow (\neg S2D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$

22-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$

23-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S4D)$

24-)  $S4D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S3D)$

28-)  $S1D \vee S2D \vee S3D \vee S4D$

29-)  $\neg S1C \wedge \neg S1D$

30-)  $\neg S2A$

31-)  $S3C \vee S3D$

34-)  $\neg S2B$

35-)  $S3C \vee S3D$

36-)  $\neg S4C \wedge \neg S4D$

37-)  $\neg S1C$

38-)  $\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2D$

39-)  $S3C \leftrightarrow \neg S3D$

40-)  $\neg S4C$

41-)  $\neg S1D$

42-)  $\neg S2D$

43-)  $S3D \leftrightarrow \neg S3C$

44-)  $\neg S4D$

**Choose S3C:**

**If  $S3C \leftarrow 1$  , result =  $\perp$**

**If  $S3C \leftarrow 0$  :**

4-)  $\neg S2A$

6-)  $\neg(S2B \wedge S1D)$

8-)  $\neg S3D$

9-)  $\neg S2A \wedge \neg S3A$

10-)  $\neg S2A$

14-)  $\neg S2B$

16-)  $\neg S2B$

17-)  $\neg S1C$

18-)  $\neg S1C \wedge \neg S4C$

19-) T

30-)  $S2D$

31-)  $\neg S3A$

32-)  $\neg S4C \wedge \neg S4D$

33-)  $\neg S1C \wedge \neg S1D$

34-)  $S2D$

35-)  $\neg S3B$

37-)  $\neg S1C$

38-)  $S2D$

39-)  $\neg S3A \wedge \neg S3B \wedge \neg S3D$

40-)  $\neg S4C$

41-)  $\neg S1D$

42-)  $S2D$

43-)  $\neg S3D$

**Finally, choose  $S2D$ :**

**If  $S2D \leftarrow 1$ , result =  $\perp$  (from 5th constraint)**

**If  $S2D \leftarrow 0$ , result =  $\perp$  (from 30th constraint)**

20-)  $\neg S4C$

21-)  $S1D \leftrightarrow (\neg S2D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$

22-)  $S2D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S3D \wedge \neg S4D)$

23-)  $S3D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S4D)$

24-)  $S4D \leftrightarrow (\neg S1D \wedge \neg S2D \wedge \neg S3D)$

28-)  $S1D \vee S2D \vee S3D \vee S4D$

29-)  $\neg S1C \wedge \neg S1D$

30-)  $\neg S2A$

31-)  $S3D$

34-)  $\neg S2B$

35-)  $S3D$

36-)  $\neg S4C \wedge \neg S4D$

37-)  $\neg S1C$

38-)  $\neg S2A \wedge \neg S2B \wedge \neg S2D$

39-)  $S3D$

40-)  $\neg S4C$

41-)  $\neg S1D$

42-)  $\neg S2D$

43-)  $S3D$

44-)  $\neg S4D$

**Finally, Choose  $S3D$ :**

**If  $S3D \leftarrow 1$ , result =  $\perp$  (from 8th constraint)**

**If  $S3D \leftarrow 0$ , result =  $\perp$  (from 31th constraint)**

Since, we end up with  $\perp$  from both branches, these set of propositions are **UNSATISFIABLE**.

Therefore, they can not seat with these constraints.

## Answer 2 -)

$$\begin{aligned} & (p \rightarrow r) \vee (q \leftrightarrow r) \vee \neg(w \rightarrow p) \\ \equiv & (\neg p \vee r) \vee ((q \rightarrow r) \wedge (r \rightarrow q)) \vee \neg(\neg w \vee p) && \text{(Implication and double implication rules)} \\ \equiv & (\neg p \vee r) \vee ((\neg q \vee r) \wedge (\neg r \vee q)) \vee (w \wedge \neg p) && \text{(Implication and negation rules)} \\ \equiv & (\neg p \vee r) \vee ((\neg q \wedge (\neg r \vee q)) \vee (r \wedge (\neg r \vee q))) \vee (w \wedge \neg p) && \text{(Distributivity Law)} \\ \equiv & (\neg p \vee r) \vee (((\neg q \wedge \neg r) \vee (\neg q \wedge q)) \vee ((r \wedge \neg r) \vee (r \wedge q))) \vee (w \wedge \neg p) && \text{(Distributivity Law)} \\ \equiv & (\neg p \vee r) \vee (((\neg q \wedge \neg r) \vee 0) \vee (0 \vee (r \wedge q))) \vee (w \wedge \neg p) && \text{(Contradiction)} \\ \equiv & (\neg p \vee r) \vee ((\neg q \wedge \neg r) \vee (r \wedge q)) \vee (w \wedge \neg p) && \text{(Rearrange)} \\ \equiv & \neg p \vee r \vee (\neg q \wedge \neg r) \vee (r \wedge q) \vee (w \wedge \neg p) && \text{(Associativity of OR)} \\ \equiv & \neg p \vee ((r \vee \neg q) \wedge (r \vee \neg r)) \vee (r \wedge q) \vee (w \wedge \neg p) && \text{(Distribution of OR)} \\ \equiv & \neg p \vee ((r \vee \neg q) \wedge 1) \vee (r \wedge q) \vee (w \wedge \neg p) && \text{(Tautology)} \\ \equiv & \neg p \vee (r \vee \neg q) \vee (r \wedge q) \vee (w \wedge \neg p) && \text{(Rearrange)} \\ \equiv & \neg p \vee r \vee \neg q \vee (r \wedge q) \vee (w \wedge \neg p) && \text{(Associativity of OR)} \\ \equiv & \neg p \vee r \vee ((\neg q \vee r) \wedge (\neg q \vee q)) \vee (w \wedge \neg p) && \text{(Distribution of OR)} \\ \equiv & \neg p \vee r \vee ((\neg q \vee r) \wedge 1) \vee (w \wedge \neg p) && \text{(Tautology)} \\ \equiv & \neg p \vee r \vee (\neg q \vee r) \vee (w \wedge \neg p) && \text{(Rearrange)} \\ \equiv & \neg p \vee r \vee \neg q \vee r \vee (w \wedge \neg p) && \text{(Associativity of OR)} \\ \equiv & \neg p \vee \neg q \vee r \vee r \vee (w \wedge \neg p) && \text{(Commutativity of OR)} \\ \equiv & \neg p \vee \neg q \vee r \vee (w \wedge \neg p) && \text{(Idempotence Law)} \\ \equiv & (\neg p \vee \neg q \vee r \vee w) \wedge (\neg p \vee \neg q \vee r \vee \neg p) && \text{(Distribution)} \\ \equiv & (\neg p \vee \neg q \vee r \vee w) \wedge (\neg p \vee \neg p \vee \neg q \vee r) && \text{(Commutativity)} \\ \equiv & (\neg p \vee \neg q \vee r \vee w) \wedge (\neg p \vee \neg q \vee r) && \text{(Idempotence Law)} \end{aligned}$$

**RESULT :**  $(\neg p \vee \neg q \vee r \vee w) \wedge (\neg p \vee \neg q \vee r)$