Rutul Mehta (A20476293)

## 1 Resolution:

a. $R_1 : P \vee Q$
$R_2 : \neg Q$
$R_3 : P$

b. $R_1 : P \vee Q \vee \neg R$
$R_2 : Q \vee R$
$R_3 : P \vee Q$

c. $R_1 : \neg P \vee Q$
$R_2 : P \vee \neg Q$

Option-1
$R_3 : Q \vee \neg Q \equiv T$

Option-2
$R_3 : \neg P \vee P \equiv T$

d. $R_1 : \neg P \vee \neg Q$
$R_2 : P \vee Q$

Option-1
$R_3 : \neg Q \vee Q \equiv T$

Option-2
$R_3 : \neg P \vee P \equiv T$

e. $R_1 : \neg P \vee Q \vee R \vee S$
$R_2 : P \vee \neg R \vee Z$
$R_3 : Q \vee S \vee Z \vee R \vee \neg R \equiv T$

## 2 Convert to CNF

a. $\neg A \Rightarrow B \iff \neg(\neg A) \vee B \iff A \vee B$

b. $A \wedge (B \vee C)$

Already in CNF Form.

c. $(A \vee B) \Rightarrow C$

$\equiv \neg(A \vee B) \vee C$

$\equiv (\neg A \wedge \neg B) \vee C$

$\equiv (\neg A \vee C) \wedge (\neg B \vee C)$

d. $(A \wedge B) \vee (C \wedge D)$

$\equiv ((A \wedge B) \vee C) \wedge ((A \wedge B) \vee D)$

$\equiv (A \vee C) \wedge (B \vee C) \wedge (A \vee D) \wedge (B \vee D)$

e. $(A \wedge B) \Leftrightarrow (C \vee D)$

$\equiv ((A \wedge B) \Rightarrow (C \vee D)) \wedge ((C \vee D) \Rightarrow (A \wedge B))$

$\equiv \alpha \wedge \beta$

$\alpha : (A \wedge B) \Rightarrow (C \vee D)$

$\equiv \neg(A \wedge B) \vee (C \vee D)$

$\equiv \neg A \vee \neg B \vee C \vee D$

$\beta : (C \vee D) \Rightarrow (A \wedge B)$

$\equiv \neg(C \vee D) \vee (A \wedge B)$

$\equiv (\neg C \wedge \neg D) \vee (A \wedge B)$

$\equiv ((\neg C \wedge \neg D) \vee A) \wedge ((\neg C \wedge \neg D) \vee B)$

$\equiv (\neg C \vee A) \wedge (\neg D \vee A) \wedge (\neg C \vee B) \wedge (\neg D \vee B)$

So,

$(A \wedge B) \Leftrightarrow (C \vee D) \equiv$

$(\neg A \vee \neg B \vee C \vee D) \wedge$
$(\neg C \vee A) \wedge (\neg D \vee A) \wedge (\neg C \vee B) \wedge (\neg D \vee B)$

3

Given knowledge base (KB).

$R_1$ : $\neg A \vee M$
$R_2$ : $\neg B \vee L$
$R_3$ : $\neg Q \vee R$
$R_4$ : $\neg R \vee P \vee Q$
$R_5$ : $R \vee S$
$R_6$ : $P \vee \neg L \vee \neg M$
$R_7$ : $\neg P \vee R$
$R_8$ : $A$
$R_9$ : $B$
$R_{10}$ : $\neg R$

To check, whether KB entails R, we need to prove $KB \wedge \neg R$

$R_{11}$ : $R \vee \neg L \vee \neg M$ ($R_6$, $R_7$)
$R_{12}$ : $R \vee \neg B \vee \neg M$ ($R_2$, $R_{11}$)
$R_{13}$ : $R \vee \neg M$ ($R_9$, $R_{12}$)
$R_{14}$ : $R \vee \neg A$ ($R_1$, $R_{13}$)
$R_{15}$ : $R$ ($R_8$, $R_{14}$)
$R_{16}$ : $\phi$ ($R_{10}$, $R_{15}$)

So. KB entails R

4

→ To check whether KB entails $(E \wedge \neg G)$ we need to prove,

$KB \wedge \neg(E \wedge \neg G)$

→ CNF Form of $\neg(E \wedge \neg G)$ is $(\neg E \vee G)$

$R_1 : \neg A \vee B$
$R_2 : \neg A \vee C$
$R_3 : \neg B \vee D \vee E$
$R_4 : \neg C \vee \neg D$
$R_5 : \neg C \vee G$
$R_6 : A$
$R_7 : \neg E \vee G$

$R_8 : \neg B \vee D \vee G$ $(R_3, R_7)$
$R_9 : \neg A \vee D \vee G$ $(R_1, R_8)$
$R_{10} : D \vee G$ $(R_6, R_9)$
$R_{11} : \neg C \vee G$ $(R_4, R_{10})$
$R_{12} : \neg A \vee G$ $(R_2, R_{11})$
$R_{13} : G$ $(R_6, R_{12})$

No further resolution posible

So, KB does not entails $(K \wedge \neg G)$

a. Occupation(Mary, Lawyer) $\iff$
$\neg$ Occupation(Mary, Actor)

b. $\exists x$ (Occupation(John, Lawyer) $\wedge$
Occupation(John, x) $\wedge$
$\neg$(Lawyer = x))

c. $\forall x$ Occupation(x, Surgeon) $\Rightarrow$
Occupation(x, doctor)

d. $\neg \exists x$ Customer(John,
Occupation(x, Lawyer))

e $\forall x \exists y$ Customer(Occupation(x, Surgeon),
Occupation(y, Lawyer))