שאלה 1

סעיף א'

התלויות שהשתמשתי בהן הן (בהתאמה):

A -> BDG  
B -> AGE, BD -> C

A הוא מפתח קביל, ולכן כל תבנית המכילה את A היא מפתח קביל.

B -> AGE  
A -> BDG  
BD -> C

B הוא מפתח קביל, ולכן כל תבנית המכילה אותו היא מפתח קביל.

אין תלות מ-C. הסגור כולל רק את C, ולכן C אינו מפתח קביל.  
לא קיימים עוד צירופים של תכונות שלא מכילות את A או B באגף שמאל בתלויות של F – אין עוד תכונות לבדוק. A ו-B הם המפתחות הקבילים היחידים.

סעיף ב'

החלק הראשון מיידי מהשוואה לאגפים בצד שמאל. ומשום שחישבנו את הסגור של A ו-B בסעיף א', אנחנו יודעים ש-C נמצאת בשניהם, לכן גם התלויות A->C, B->C קיימות.

כנ"ל, התלות הראשונה מיידת מהשוואה לאגף שמאל. משום שהסגור של A הוא R, אז הוספנו גם את E לאגף ימין.

סעיף ג'

על פי ע"מ 231 במדריך, הפירוק משמר מידע, אם הוא מקיים לפחות אחד מהתנאים הבאים:

A הוא מפתח של F, לכן בוודאי הוא מפתח של R1 ושל R2. לכן, הפירוק משמר מידע.

סעיף ד'

על פי ע"מ 232 במדריך, הפירוק משמר תלויות, אם הוא מקיים:

מיידי כי האיחוד של R1 ושל R2 הוא F.

שאלה 2

סעיף א'

עבור התלות BC->DE – C תכונה עודפת, משום שהסגור של B הוא R, לכן וודאי מכיל את DE:

נאחד את התלויות עם B באגף שמאל:

אם נסיר את D מהתלות B->ADE, נוכל להיעזר בתלות AE->CD כדי לקבל את D:

אם נסיר את A מהתלות B->AE, אז הסגור של B יהיה {BE}. אם נסיר את E מהתלות B->AE, אז הסגור של B יהיה {AB}, לכ נשאיר אותו ללא שינוי.  
הסגור של A הוא {A}, והסגור של E הוא {E}, לכן לא נוכל להסיר אותם מהתלות AE->CD.  
אם נסיר את C או D מהתלות הנ"ל, לא נוכל להגיע אליהן מ-AE.  
הקבוצה האחרונה היא הכיסוי הקנוני של F.

סעיף ב'

נחשב את הסגורים של כל תכונה בנפרד בכיסוי הקנוני:

;

על פי הסגורים, B ו-D הם מפתחות קבילים. נשאר לבדוק צירופים של תכונות שאינן מפתחות:

לכן, גם AE היא מפתח קביל.

סעיף ג'

R נמצא בצורה נורמלית מסוג BCNF, משום שלכל התבניות יש מפתחות (כי הם צירוף של מפתחות קבילים שחישבנו סעיף ב') באגף שמאל.

שאלה 3

סעיף א'

סעיף ב'

עבור התלות B->CE – נבדוק את הסגור של B כאשר C מוסרת מהתלות:

נבדוק את הסגור של B כאשר E מוסרת מהתלות:

בשני המקרים, CE לא כלולה בסגור, לכן נשאיר את התלות ללא שינוי.  
עבור התלות CD->A – אין תכונה עודפת מצד שמאל, משום שאי אפשר להגיע ל-A מ-C או D בלבד:

;

עבור התלות BD->ACE – תכונה D היא תכונה עודפת, משום שאפשר להגיע מ-B ל-ACE (לפי הסגור של B שחישבנו):

נאחד את התלויות שבהן יש B באגף שמאל:

נבדוק את הסגור של B כאשר A מוסרת מהתלות B->ACE:

שמכיל את ACE, לכן נעדכן:

נבדוק את הסגור של B כאשר C מוסרת מהתלות:

נבדוק את הסגור של B כאשר E מוסרת מהתלות:

נשאיר את התלות B->CE ללא שינוי.  
באופן דומה, כאשר B מוסרת מהתלות E->AB, הסגור של E הוא {AE}. כאשר A מוסרת מהתלות E->AB, אז הסגור של E הוא:

אין שינוי לעשות. הקבוצה האחרונה Fc היא הכיסוי הקנוני.

סעיף ג'

נחשב את הכיסוי של כל תכונה בנפרד בעזרת הכיסוי הקנוני:

אין תכונה אחת בודדת שהיא מפתח קביל. המפתחות הקבילים האפשריים חייבים להכיל את D משום שאין תלות שבה D מופיע באגף ימין. שני צירופים אפשריים מיידיים הם DE ו-BD. הצירוף AD לא מגדיל את הסגור. הצירוף CD מוביל ל-A, והסגור הוא {ACD}, ולכן דרושה לפחות תכונה אחת נוספת, שכל אחת מהן או לא מכסה את R, או שהיא כבר מפתח בעצמה, ולכן זה לא יהיה מפתח קביל.  
מסקנה: המפתחות הקבילים היחידים הם DE ו-BD.

שאלה 4

סעיף א'

עבור התלות B->DG – אם נסיר את D מהתלות, הסגור של B יהיה:

אם נסיר את G מהתלות, הסגור של B יהיה R:

נחשב את הסגורים של A ושל B:

לכן אפשר להסיר את A מהתלות AB->CE:

נאחד את התלויות עם B באגף שמאל:

נבדוק את הסגור של B אם נסיר את C מהתלות הנ"ל:

נעדכן:

נבדוק את הסגור של B אם נסיר את D מהתלות הנ"ל:

נבדוק את הסגור של B אם נסיר את E מהתלות הנ"ל:

לכן, נשאיר את התלות ללא שינוי.  
נבדוק את הסגור של D אם נסיר את A מהתלות D->ACG:

נבדוק את הסגור של D אם נסיר את C מהתלות D->ACG:

נבדוק את הסגור של D אם נסיר את G מהתלות D->ACG:

נשאיר את התלות ללא שינוי.  
הסגור של G הוא {G}. הסגור של E הוא {E}. לכן לא נסיר תכונות מאגף שמאל של GE->AB.  
נבדוק את הסגור של GE אם נסיר את A מהתלות:

נבדוק את הסגור של GE אם נסיר את B מהתלות:

נשאיר את התלות ללא שינוי.  
לכן, הקבוצה האחרונה היא הכיסוי הקנוני של F.

סעיף ב'

נעזר בכיסוי הקנוני ונחשב את הסגור של כל תכונה בנפרד:

המפתח הקביל שהוא תכונה יחידה הוא B. נבדוק את הצירופים של תכונות שאינן B ונמצאות באגף שמאל בתלות כלשהי:

הצירוף הבא שנותר לבדוק הוא D עם תכונות/תכונה נוספת, לסגור של D חסר B ו-E. את B לא נוסיף מפורשות כי הוא מפתח קביל. אם נוסיף את E – נוכל להגיע ל-AB עם התלות האחרונה. לכן, DE היא מפתח קביל.  
לכן, המפתחות הקבילים היחידים הם B, GE ו-DE.

סעיף ג'

R הוא לא מצורה BCNF כי יש בו תלויות שלא כוללות מפתחות (למשל D שאת הסגור שלו חישבנו בסעיף ב').

שאלה 5

סעיף א'

נחשב את הסגור של התכונות:

B הוא מפתח קביל. נבדוק צירופים של תכונות שלא מכילות את B שנמצאות באגף שמאל של תלות כלשהי:

אין עוד מפתחות קבילים.

סעיף ב'

R לא נמצא בצורה BCNF כי התלות D->AC לא טריוויאלית ולא מכילה מפתח באגף שמאל.