

Kirjoitathan jokaiseen palauttamaasi paperin ylälaitaan selvästi 'T-106.5221, 08.04.2016', koko nimesi, opiskelijanumerosi, koulutusohjelmasi sekä montako paperia palautit yhteensä. Laskin on sallittu mutta sitä ei tarvita. Jokaisen kysymyksen (1-5) maksimipistemäärä on kuusi.

Please write on top of every answer sheet clearly 'T-106.5221, 08.04.2016', your full name, your student Id, your study program, and the total number of sheets that you returned. Calculators are allowed but are not needed. Each of the five questions is worth six points.

1. Määritä lyhyesti mutta selkeästi seuraavat käsitteet a-e. *Explain briefly but clearly the following terms a-e.*

- (a) *Transaction* (b) *Wait-for-graph*  
 (c) *Latch* (d) *'Wait-Die' policy*  
 (e) *Physiological log record and its use in recovery*

2. (a) Ajoitusta  $S_1$  (alla) varten käytetään avainvälilukitusta. Mitä lukkoja (tyyppi, kesto) ajoituksen  $S_1$  transaktiot varaavat ja milloin lukot vapautetaan avainvälilukituskäytännössä? Esitä vastauksesi taulukkomuodossa ja mainitse mikäli on jokin lukko, jota ei voida myöntää.

$S_1 : B_1R_1[x_1, > 1]B_2D_2[4]R_1[x_2, > 1]R_1[x_3, > 4]C_1C_2$

Initial database  $D = \{(3, 0), (4, 1), (5, 2)\}$

*Schedule  $S_1$  above is run under the key-range locking protocol. What locks (type, duration) are acquired by the transactions in schedule  $S_1$  and when are those locks released? Show your results in a table and mention if there is a lock that cannot be granted.*

- (b) Esiintyykö ajoituksessa  $S_1$  jokin seuraavista anomaliaista: likainen luku, toistokelvoton luku, päivityksen menetys, haamuilmiö, ja jos esiintyy niin missä kohtaa ja miksi?  
*Does schedule  $S_1$  contain any of the following anomalies (dirty read, un-repeatable read, lost update, phantom phenomenon) and if so, where and why?*

- (c) Onko ajoitus  $S_1$  konflikti-sarjallistuva? Miksi tai miksi ei?  
*Is schedule  $S_1$  conflict serializable? Why or why not?*

- (d) Voidaanko seuraavassa ajoituksessa  $S_2$  kaikki lukot myöntää vai esiintyykö siinä eristyvyysanomalioita tai haamuilmiöitä? Perustele lyhyesti.

*Can all locks be granted in the following schedule  $S_2$  or does it contain isolation anomalies or a phantom phenomenon? Justify briefly.*

Initial Database  $D = \{(3, 0), (5, 2)\}$

$S_2: B_1B_2R_2[x_1, > 3]I_1[4]R_2[x_2, > 3]R_1[x_3, > 3]C_1C_2$

3. (a) Kun käytetään monirakeista lukituskäytäntöä ja transaktio  $T_1$  asettaa relaatioon  $r$  SIX-lukon, mikä lukko  $T_1$ :n tulisi asettaa relaation  $r$ :n tietokantaan  $d$ ? Entä mikä lukko  $T_1$ :n tulisi asettaa relaation  $r$ :n monikkoihin, joita päivitetään? Voisiko toinen transaktio  $T_2$  asettaa samanaikaisesti IX-lukon i) samaan relaatioon  $r$ ? ii) samaan tietokantaan  $d$ ? Perustele lyhyesti.

*With multiple-granularity locking, if transaction  $T_1$  sets a SIX-lock on relation  $r$ , what lock would  $T_1$  then place on  $r$ 's database  $d$ ? What lock would  $T_1$  place on the tuples of relation  $r$  that are updated? Could another transaction  $T_2$  place simultaneously an IX-lock on i) the same relation  $r$  ii) on the same database  $d$ ? Justify briefly.*

- (b) Kun monirakeisessa lukituskäytännössä pitkäkestoinen transaktio  $T_1$  haluaa lukea relaatiota  $r$  ja lyhytkestoinen transaktio  $T_2$  haluaa päivittää yhtä relaatio  $r$ :n monikkoa, mitä hyötyä aikomuslukoista on tässä tilanteessa ja mikä olisi haittana ilman aikomuslukoja?

*When using multiple granularity locking a long-duration transaction  $T_1$  needs to read relation  $r$  and a short-duration transaction  $T_2$  needs to update a single tuple in relation  $r$ , what benefits do intention locks provide here and what would be the disadvantage without intention locks?*

- (c) Miten anomalia 'lost update' eroaa 'likainen kirjoitus' anomaliasta? Selvennä vastauksesi ajoituksella, jossa esiintyy kaksi transaktiota  $T_1$  ja  $T_2$ .

How does the 'lost update' anomaly differ from the 'dirty write' anomaly? Clarify your answer with a schedule with two transactions  $T_1$  and  $T_2$ .

- (d) Seuraavassa listassa  $L$  on kolme eristyvyystasoa. Mainitse jokaisen kohdalla mikäli sillä havaitaan anomalia 'lost update' ja jos niin, niin minkä perusteella?

$L = \{ \text{Read Committed, Cursor Stability, Repeatable-Read} \}$

For each of the three above isolation levels in list  $L$ , mention whether it can detect the lost-update anomaly, and if so, based on what?

4. Täydennä jokainen aukko kohta \*yhdeällä\* seuraavassa listassa  $L$  olevasta seitsemästä käsitteestä: (Samaa käsitettä voidaan käyttää useampaan eri kohtaan).

$L = \{ \text{WAL, Steal \& No-Force policy, Steal \& Force policy, No-Steal \& Force policy, No-Steal \& No-Force policy, REDO, UNDO} \}$ .

Fill in each blank with \*one\* of the seven terms in the list  $L$  above. (Each term may be used more than once.)

- (a) As the buffer manager operating under \_\_\_\_\_ cannot evict an unpinned dirty page but still needs to write modified pages to the database disk in order to commit, such a policy presents a contradiction.
- (b) When using the \_\_\_\_\_, a data item on the database disk will not be overwritten by a dirty data item, but there is a heavier burden on the \_\_\_\_\_ Pass at recovery with ARIES.
- (c) The \_\_\_\_\_ does not actually help much when recovering with ARIES since there might not be less work in the \_\_\_\_\_ Pass, as updates for non-committed transactions cannot be ignored during the \_\_\_\_\_ Pass.
- (d) The information in the after image is essential for the \_\_\_\_\_ Pass in ARIES and so \_\_\_\_\_ requires this information be taken to the log disk when committing.

5. Lokin sisältö häiriön sattua on kuten alla. Levyversion PageLSN sivulle  $p$  on 106.

The contents of the log saved on disk in a system crash are as shown below. The PageLSN value of the disk version for page  $p$  is 106.

	105:	$\langle T_2, B \rangle$	
	106:	$\langle T_2, I, p, x_1, 6, 105 \rangle$	
	107:	$\langle T_3, B \rangle$	
101:	$\langle \text{begin-checkpoint} \rangle$	108:	$\langle T_3, I, p, x_2, 8, 107 \rangle$
102:	$\langle \text{transaction-table, } \{ \} \rangle$	109:	$\langle T_1, B \rangle$
103:	$\langle \text{page-table, } \{ \} \rangle$	110:	$\langle T_1, I, p, x_3, 10, 109 \rangle$
104:	$\langle \text{end-checkpoint} \rangle$	111:	$\langle T_1, I, p, x_4, 24, 110 \rangle$
		112:	$\langle T_1, A \rangle$
		113:	$\langle T_1, I^{-1}, p, x_4, 110 \rangle$
		114:	$\langle T_2, C \rangle$

- (a) Mitä saadaan analyysivaiheen tuloksena? What do we get as a result of the analysis phase?
- (b) Suorita ARIESin TOISTO-vaihe, esitäthän vastauksesi taulukkomuodossa. Perform the ARIES REDO- phase, please show your answer in table-form.
- (c) Suorita ARIESin PERUUTA-vaihe, esitäthän vastauksesi taulukkomuodossa. Perform the ARIES UNDO- phase, please show your answer in table-form.