

**Navodila:** Uporaba zapiskov, literature in elektronskih naprav ni dovoljena.

**Čas:** 75 minut.

**Ustni izpit:** četrtek 28. junij, začetek ob 10h. Natančnejši raspored bo objavljen, ko bodo znani rezultati pisnega izpita.

---

### 1. [20%]

Z množico dejstev `link(Parent, Child)` je podano drevo, glej primer spodaj.

(a) Definiraj predikat `root(Node)`, tako da velja, če je `Node` koren drevesa. Npr. za spodnje drevo:

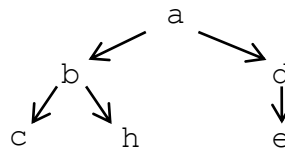
```
?- root(a).
yes
?- root(d).
no
?- root(X).
X = a      % Dela tudi, če je argument spremenljivka!
```

(b) Napišite proceduro `makeTree(Root, Tree)`, ki zgradi drevo `Tree` kot strukturo oblike `Tree = t(Root, SubTree1, SubTree2, ...)`. Tu so `SubTree1`, `SubTree2` itd. poddrevesa za vsakega otroka vozlišča `Root`. Vozlišča imajo lahko poljubno število otrok. (To strukturo smo spoznali na vajah.)

```
?- makeTree(a, T).
T = t(a, t(b, t(c), t(h)), t(d, t(e)))
?- makeTree(b, Tb).
Tb = t(b, t(c), t(h))
```

**Primer:**

```
link(a,b).
link(a,d).
link(b,c).
link(b,h).
link(d,e).
```



### 2. [20%]

Podan je naslednji program.

```
lcm(X, Y, LCM):- % X in Y sta naravni stevili
  Fx in 1..Y,
  Fy in 1..X,
  LCM #= X * Fx,
  LCM #= Y * Fy,
  indomain(Fx), !.
```

(a) Kaj odgovori prolog na spodnja vprašanja? Naštejte vse odgovore v pravilnem vrstnem redu!

- (1) `?- lcm(3, 4, LCM).`
- (2) `?- lcm(36, 24, LCM).`
- (3) `?- lcm(24, 36, 144).`

(b) Kaj je namen predikata `lcm/3`?

(c) Je rez (!) v definiciji predikata `lcm/3` potreben? Če je, kakšen je njegov konkreten namen?

### 3. [20%]

Izrazi pomen spodnjih stavkov v logiki (uporabi zapis v logiki ali pa ekvivalentni zapis v sintaksi prologa z izrazi oblike `exists(X, ...)` ali `all(X, ...)`):

- (a) Nick won a downhill race.
- (b) John and Mary know a skier who won every race at Wengen.
- (c) A clever lady sold all the horses she owned to a tourist from Japan.

Približni slovenski prevoditeh stavkov:

- (a) Nick je dobil vsesmukaške tekme.
- (b) John in Mary poznata smučarja, ki je dobil vse tekme v Wengenu.
- (c) Neka prebrisana gospa je prodala vse svoje konje nekemu turistu iz Japonske.

#### 4. [20%]

Spodnja DCG gramatika definira denotacijsko semantiko preprostega programskega jezika za računalnik z enim samim registrom R:

```
program( (R0 --> R) ) -->
  [begin], instructs(( R0 --> R )), [end].
```

```
instructs( ( R0 --> R ) ) -->
  instr(( R0 --> R )).
```

```
instructs( ( R0 --> R ) ) -->
  instr(( R0 --> R1 )),
  instructs(( R1 --> R )).
```

```
instr( ( R0 --> R ) ) -->
  [dte], { R is 2*R0}.
```

```
instr( ( R0 --> R ) ) -->
  [dto], { R is 2*R0 + 1}.
```

```
instr( ( R0 --> R ) ) -->
  [halve], { R is R0 // 2}.
```

- (a) Kaj je semantična domena te denotacijske semantike?
- (b) Kaj odgovori prolog na vprašanja? Naštejte vse odgovore v pravilnem vrstnem redu!
  - (1) ?- program((0 --> R), [begin, dte, dto, dte, end], []).
  - (2) ?- program((0 --> R), [begin, dte, dto, print, end], []).
  - (3) ?- program((0 --> 1), [begin, Instr, end], []).
- (c) Dodaj semantiki izhodni trak v obliki seznama in ukaz `print`, ki izpiše naj trenutno vrednost registra `R0` (tako, da vrednost doda na konec seznama). Pomen pravila za `program` naj bo tako oblike  $(R0 \rightarrow \text{OutTape})$ , notranje stanje programa pa par  $(R, \text{Tape})$ . Na začetku programa naj bo izhodni trak (seznam) prazen.

#### 5. [20%]

- (a) Definiraj najšibkejši predpogoj  $p(x,y)$  za to, da bo po izvedbi stavka

$$x := x + y + 1$$

veljal pogoj  $x + y > 2$ .

- (b) Definiraj najšibkejši predpogoj  $q(x,y)$  za to, da bo po izvedbi stavka

$$\text{if } y \geq 0 \text{ then } x := x + y \text{ else } x := x - y$$

veljal pogoj  $x > 0$ . Ta najšibkejši predpogoj čim bolj poenostavi.

- (c) Dan je program P:

```
begin  x := x*x;  if y ≥ 0 then x := x + y else x := x - y  end
```

Dokaži, da je program P pravilen glede na vhodni predikat  $F_i$  in izhodni predikat  $P_s$ :

$F_i(x,y)$ :  $x$  in  $y$  sta poljubni realni števili

$P_s(x,y)$ :  $x > 0$