

HW6

8.24

8.24 用一个相容的词汇表（需要你自己定义）在一阶逻辑中表示下列语句：

- a. 某些学生在2001年春季学期上法语课。
- b. 上法语课的每个学生都通过了考试。
- c. 只有一个学生在2001年春季学期上希腊语课。
- d. 希腊语课的最好成绩总是比法语课的最好成绩高。
- e. 每个买保险的人都是聪明的。
- f. 没有人会买昂贵的保险。
- g. 有一个代理，他只卖保险给那些没有投保的人。
- h. 镇上有一个理发师，他给所有不自己刮胡子的人刮胡子。
- i. 在英国出生的人，如果其双亲都是英国公民或永久居住者，那么此人生来就是一个英国公民。
- j. 在英国以外的地方出生的人，如果其双亲生来就是英国公民，那么此人血统上是一个英国公民。
- k. 政治家可以一直愚弄某些人，也可以在某个时候愚弄所有人，但是他们无法一直愚弄所有的人。

词汇表：

$\text{Student}(x)$, $\text{Person}(x)$, $\text{Smart}(x)$, $\text{Policy}(x)$, $\text{Expensive}(x)$, $\text{Agent}(x)$, $\text{Insured}(x)$, $\text{Barber}(x)$, $\text{Politician}(x)$ 分别表示 x 是学生/正常人/聪明的……/理发师/政治家

$\text{Select}(x, c, s)$ 表示学生 x 在 s 学期上 c 的课

$\text{Pass}(x, c, s)$ 表示学生 x 在 s 学期的 c 课通过了考试

$\text{Grade}(x, c, s)$ 表示学生 x 在 s 学期的 c 课上的成绩

$\text{Buy}(x, y, g)$ 表示 x 向 y 购买了 g

$\text{Sell}(x, y, g)$ 表示 x 把 g 卖给了 y

$\text{Shave}(x, y)$ 表示 x 给 y 刮胡子

$\text{Born}(x, c)$ 表示 x 在国家 c 出生

$\text{Parent}(x, y)$ 表示 x 是 y 的父母

$\text{Citizen}(x, c, b)$ 表示 x 基于 b 是国家 c 的公民

$\text{Resident}(x, c)$ 表示 x 是国家 c 的永久居民

$\text{Fool}(x, y, t)$ 表示 x 在 t 时刻愚弄了 y

语句表述：

H5 a

$$\exists x \quad \text{Student}(x) \wedge \text{Select}(x, \text{French}, 2001\text{Spring})$$

H5 b

$$\forall x, s \quad \text{Student}(x) \wedge \text{Select}(x, \text{French}, s) \Rightarrow \text{Pass}(x, \text{French}, s)$$

H5 c

$$\forall x \quad \text{Student}(x) \wedge \text{Select}(x, \text{Greek}, s) \wedge (\forall y \quad y \neq x \Rightarrow \neg \text{Select}(y, \text{Greek}, 2001\text{Spring}))$$

H5 d

$$\forall s \exists x \forall y \quad \text{Grade}(x, \text{Greek}, s) > \text{Grade}(y, \text{French}, s)$$

H5 e

$$\forall x, p, a \quad \text{Person}(x) \wedge \text{Policy}(p) \wedge \text{Agent}(a) \wedge \text{Buy}(x, a, p) \Rightarrow \text{Smart}(x)$$

H5 f

$$\forall x, p, a \quad \text{Person}(x) \wedge \text{Policy}(p) \wedge \text{Expensive}(p) \Rightarrow \neg \text{Buy}(x, a, p)$$

H5 g

$$\exists a \quad \text{Agent}(a) \wedge (\forall x, p \quad (\text{Policy}(p) \wedge \text{Sell}(a, x, p)) \Rightarrow (\text{Person}(x) \wedge \neg \text{Insured}(x)))$$

H5 h

$$\exists x \quad \text{Barber}(x) \wedge (\forall y \quad \text{Person}(y) \wedge \neg \text{Shave}(y, y) \Rightarrow \text{Shave}(x, y))$$

H5 i

$$\forall x \quad \text{Person}(x) \wedge \text{Born}(x, \text{UK}) \wedge (\forall y \text{ Parent}(y, x) \wedge ((\exists b \text{ Citizen}(y, \text{UK}, b)) \vee \text{Resident}(y, \text{UK}))) \Rightarrow \text{Citizen}(x, \text{UK}, \text{'Birth'})$$

H5 j

$$\forall x \text{ Person}(x) \wedge \neg \text{Born}(x, \text{UK}) \wedge (\forall y \text{ Parent}(y, x) \wedge (\exists b \text{ Citizen}(y, \text{UK}, b))) \Rightarrow \text{Citizen}(x, \text{UK}, \text{'Descent'})$$

H5 k

$$\forall x \quad \text{Politician}(x) \Rightarrow (\exists y \forall t \text{ Person}(y) \wedge \text{Fool}(x, y, t)) \wedge (\exists t \forall y \text{ Person}(y) \wedge (x, y, t)) \wedge \neg (\forall t \forall y \text{ Person}(y) \wedge \text{Fool}(x, y, t))$$

8.17

8.17 解释下面给出的 Wumpus 世界中相邻方格的定义存在什么问题:

$$\forall x, y \quad \text{Adjacent}([x, y], [x + 1, y]) \wedge \text{Adjacent}([x, y], [x, y + 1]).$$

- 仅仅考虑了上相邻方格和右相邻方格，应该还要包括左和下相邻方格
- 忽略了边界情况，例如最上方一行的就没有上相邻方格

9.3

9.3 假定知识库中只包括一条语句: $\exists x \text{ AsHighAs}(x, \text{Everest})$ 。下列那个语句是应用存在量词实例化以后的合法结果?

- $\text{AsHighAs}(\text{Everest}, \text{Everest})$.
- $\text{AsHighAs}(\text{Kilimanjaro}, \text{Everest})$.
- $\text{AsHighAs}(\text{Kilimanjaro}, \text{Everest}) \wedge \text{AsHighAs}(\text{BenNevis}, \text{Everest})$ (在两次应用之后).

语句 b 和 c 都是合法的结果

a 不合法是因为替换变元是Everest，但其已经作为一个对象，所以不能再属于另一个对象

9.4

9.4 对于下列每对原子语句，如果存在，请给出最一般合一置换:

- $P(A, B, B), P(x, y, z)$.
- $Q(y, G(A, B)), Q(G(x, x), y)$.
- $\text{Older}(\text{Father}(y), y), \text{Older}(\text{Father}(x), \text{John})$.
- $\text{Knows}(\text{Father}(y), y), \text{Knows}(x, x)$.

| a

$\{A/x, B/y, B/z\}$

| b

不存在, x 不能同时取得A和B

| c

$\{y/John, x/John\}$

| d

不存在

需要 x 既是 y 又是 $\text{father}(y)$, 矛盾

9.6

9.6 写出下列语句的逻辑表示, 使得它们适用一般化假言推理规则:

- a. 马、奶牛和猪都是哺乳动物。
- b. 一匹马的后代是马。
- c. Bluebeard是一匹马。
- d. Bluebeard是 Charlie 的家长。
- e. 后代和家长是逆关系。
- f. 每个哺乳动物都有一个家长。

$\text{Horse}(x), \text{Cow}(x), \text{Pig}(x), \text{Mammal}(x)$ 分别表示 x 是马/奶牛/猪/哺乳动物

$\text{Desc}(x,y)$ 表示 x 是 y 的后代

$\text{Parent}(x,y)$ 表示 x 是 y 的家长

所以:

| a

$$\begin{aligned} \text{Horse}(x) &\Rightarrow \text{Mammal}(x) \\ \text{Cow}(x) &\Rightarrow \text{Mammal}(x) \\ \text{Pig}(x) &\Rightarrow \text{Mammal}(x) \end{aligned}$$

| b

$\text{Desc}(x, y) \wedge \text{Horse}(y) \Rightarrow \text{Horse}(x)$

| c

$\text{Horse}(\text{Bluebeard})$

| d

$\text{Parent}(\text{Bluebeard}, \text{Charlie})$

| e

$\text{Desc}(x, y) \Rightarrow \text{Parent}(y, x)$

$\text{Parent}(x, y) \Rightarrow \text{Desc}(y, x)$

| f

$\text{Mammal}(x) \Rightarrow \text{Parent}(\text{Gen}(x), x)$

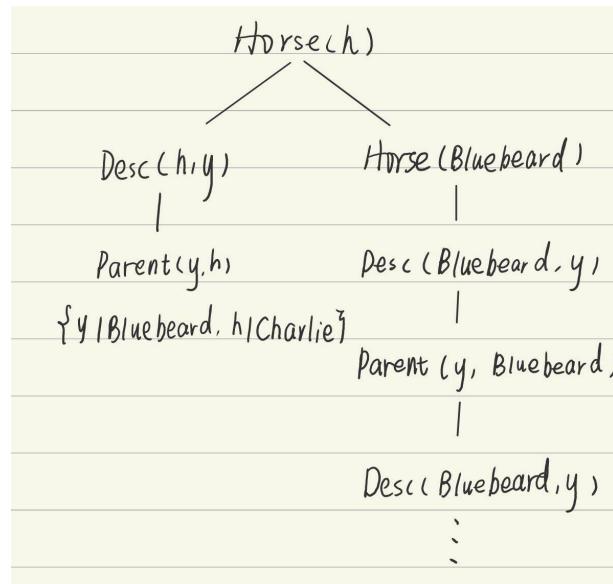
其中 $\text{Gen}(x)$ 是一个 Skolem 范式

9.13

9.13 本题中需要用到你在习题9.6中写出的语句，运用反向链接算法来回答问题。

- a. 画出用穷举反向链接算法为查询 $\exists h \text{ Horse}(h)$ 生成的证明树，其中子句按照给定的顺序进行匹配。
- b. 对于本领域，你注意到了什么？
- c. 实际上从你的语句中得出了多少个 h 的解？

a



b

由于规则: $Desc(x, y) \wedge Horse(y) \Rightarrow Horse(x)$

产生无限循环

c

两个解, BlueBeard和Charlie都是马