Fragen: Jede richtige Antwort zählt positiv, jede falsche (kein Bleistift)!
negativ! (Punkteabzug)

1: 4,5

sierte Wissensrepräsentation: (25 Punkte)

1. Geben Sie einen Satz der Prädikatenlogik an, der besagt, dass ein Ball der Kategorie *Football* einen Durchmesser von 22 cm hat. Verwenden Sie dazu die folgenden Prädikate: $IsA(x, y)$ bedeutet, dass ein Objekt x der Kategorie y angehört. $Size(x, y)$ bedeutet, dass das Objekt x einen Durchmesser von y cm hat.

   (Specify a first-order sentence, which states that a ball in the category *Football* has a diameter of 22 cm. Use the following predicates: $IsA(x, y)$ means that an object x belongs to category y. $Size(x, y)$ means that the object x has a diameter of y cm.)

   (2 Punkte)

2. Geben sie einen Satz der Form $\forall x_1 \ldots \forall x_n \phi(x_1, \ldots, x_n)$ an, der besagt, dass zwei Objekte der selben Kategorie den selben Durchmesser haben. Dabei ist $\phi(x_1, \ldots x_n)$ eine definite Horn-Klausel mit freien Variablen $x_1, \ldots, x_n$. (Eine Horn Klausel ist eine Disjunktion von Literalen - Atomformeln und negierten Atomformeln - von denen exakt eines eine *nicht* negierte Atomformel ist.)

   (Specify a sentence of the form $\forall x_1 \ldots \forall x_n \phi(x_1, \ldots, x_n)$, which states that two objects in the same category have the same diameter. Here $\phi(x_1, \ldots x_n)$ denotes a definite Horn clause with free variables $x_1, \ldots, x_n$. (A horn clause is a disjunction of literals - atoms and negated atoms - from which exactly one is *not* a negated atom.))

   (2 Punkte)

3. Betrachten Sie die Wissensbasis bestehend aus dem Satz aus 2. sowie den Sätzen $IsA(Ball_2, Football)$, $IsA(Ball_1, Football)$, $Size(Ball_1, 22)$. Zeigen Sie mittels TC1, dass daraus auch $Size(Ball_2, 22)$ folgt.

   (Consider the knowledge base consisting of the sentence from 2., along with the sentences $IsA(Ball_2, Football)$, $IsA(Ball_1, Football)$, $Size(Ball_1, 22)$. Using TC1, show that this knowledge base implies $Size(Ball_2, 22)$.) **(8 Punkte)**

$\forall$ IsA(Ball, Football) $\wedge$ Size(Ball, 22)

$\forall x_1 \ldots \forall x_n$ Size($x_1, \ldots x_n, y_1 \ldots y_n$)

$\forall$

b) Kreuzen Sie die zutreffende Antwort an:

1. Seien α, β und γ aussagenlogische Sätze. Falls $\alpha \models \gamma$ oder $\beta \models \gamma$ gilt, so gilt auch $\alpha \wedge \beta \models \gamma$.
(For any propositional sentences α, β, γ, if at least one of $\alpha \models \gamma$ and $\beta \models \gamma$ holds then $\alpha \wedge \beta \models \gamma$.)
richtig ☒ falsch ☐

2. Seien α, β und γ aussagenlogische Sätze. Falls $\alpha \wedge \beta \models \gamma$ gilt, so gilt $\alpha \models \gamma$ oder $\beta \models \gamma$ odes es gelten beide.
(For any propositional sentences α, β, γ, if $\alpha \wedge \beta \models \gamma$ holds, then at least one of $\alpha \models \gamma$ or $\beta \models \gamma$ holds.)
richtig ☒ falsch ☐

3. Aus $\neg A \vee \neg B \vee C$ folgt $\neg A \vee \neg B$.
(The clause $\neg A \vee \neg B \vee C$ entails the clause $\neg A \vee \neg B$.)
richtig ☐ falsch ☒

4. Eine aussagenlogische Klausel ist genau dann gültig, wenn sie die Literale A und $\neg A$ für eine aussagenlogische Variable A enthält.
(For a propositional clause to be valid, it must contain literals A and $\neg A$ for some propositional variable A.)
richtig ☐ falsch ☒

(6 Punkte)

c) Ist die folgende Aussage korrekt? Wenn ja, begründen Sie Ihre Antwort; wenn nein, geben Sie ein Gegenbeispiel an.

Seien α und β beliebige aussagenlogische Sätze in *konjunktiver Normalform*, die dieselben n aussagenlogischen Variablen enthalten. Dann gilt entweder $\alpha \models \beta$ oder $\alpha \models \neg\beta$.
(4 Punkte)

Was verändert sich, wenn alle Klausen von α einzelne Literale sind (A oder $\neg A$)?
(3 Punkte)

(Is the following statement correct? If yes, give reasons for your answer; if no, specify a counter-example.

Let α and β be any propositional *conjunctive normal form* sentences, each containing the same n proposition symbols. Then either $\alpha \models \beta$ or $\alpha \models \neg\beta$.

Is the result different if α has only clauses which are literals (A or $\neg A$?).)

(7 Punkte)

$Mod(\alpha) \subseteq Mod(\beta)$ oder $Mod(\alpha) \subseteq Mod(\beta)$

$a \wedge b \wedge c \ldots \neg a \wedge \neg b \wedge c$

~~Beispiel~~ Es gilt nicht

$(a \wedge b \wedge c) \models (\neg a \wedge b \wedge c)$

$I(a) = f \quad I(b) = t \quad I(c) = t$

$Mod(\alpha) \not\subseteq Mod(\beta)$

$Mod(\beta) \not\subseteq Mod(\alpha)$

Diese Aussage ist falsch

Es verändert sich nichts Diese Aussage ist nicht falsch

16

Beispiel 2: **(25 Punkte)**

Nichtmonotones Schließen:

a) Gegeben ist folgende Wissensbasis T über einer Sprache mit den einzigen Konstantensymbolen a, b und c, dem Variablensymbol x und den einzigen Prädikatensymbolen P und Q:

(Consider the following knowledge base over a language containing only the object constants a, b, and c, the variable x, and the predicate symbols P and Q:)

$$T = \{\exists x Q(x), P(a), \neg Q(b), \forall x(P(x) \rightarrow Q(x))\}.$$

1. Geben Sie die Elemente der *Closed-World Assumption* CWA(T) von T an, indem Sie folgende Gleichungen ergänzen:
(Give the elements of the *closed-world assumption* CWA(T) of T, by completing the following equations:)

0

$$T_{asm} = \{\cancel{P(a), \neg Q(b), Q(a) \vee Q(b), P(a) \rightarrow Q(a), P(b) \rightarrow Q(b)}, \}.$$

$$\mathrm{CWA}(T) = \{\psi \mid \cancel{\psi \models T_{asm}} \cup \{\neg P(b), \neg Q(b)\}\}.$$

(4 Punkte)

2. Welche der folgenden Eigenschaften treffen für obige Theorie T zu?
(Which of the following properties hold for the above theory T?)
   - T_{asm} ist *vollständig*. (T_{asm} is *complete*.) richtig ☐ falsch ☐
   - CWA(T) ist *konsistent*. (CWA(T) is *consistent*.) richtig ☐ falsch ☐
   - T ist *deduktiv abgeschlossen*. (T is *deductively closed*.) richtig ☐ falsch ☐

0

(3 Punkte)

b) Was versteht man unter Nichtmonotonie? Ist die *Default-Logik* eine nichtmonotone Inferenzrelation? Belegen Sie Ihre Antwort mit einem Beispiel.

(What is a nonmonotonic inference relation? Does *default logic* satisfy this condition? Justify your answer with a corresponding example.) **(3 Punkte)**

onie; für eine Formel $\psi \models \alpha$ dann $\psi \cup \beta \models \alpha$
nonotonie; wenn es nicht gilt
es ist eine nicht monotone Inferenzrelation

2T

c) Geben Sie die Definition des *klassischen Redukts* Δ_E einer Menge Δ von geschlossenen Defaults bezüglich einer Menge E von geschlossenen Formeln an.

(Give the definition of the *classical reduct* Δ_E of a set Δ of closed defaults relative to a set E of closed formulas.) **(3 Punkte)**

$\Delta_E = \{ \varphi / \gamma \mid \varphi : \psi_1, \psi_2, \ldots, \psi_n / \gamma \in \Delta \wedge E \cap \{\neg\psi_1, \ldots \neg\psi_n\} =$

2T

d) Gegeben seien folgende Mengen (p, q, r und s sind aussagenlogische Konstanten):
(The following sets are given (p, q, r and s are propositional constants):)

$$\Delta = \left\{ \frac{r : \neg s}{\neg p}, \quad \frac{s, q : \neg r}{r}, \quad \frac{\neg r : q, s}{s}, \quad \frac{: \neg s}{p} \right\}$$

$W_1 = \{r\}$, $\quad W_2 = \{r, \neg p\}$, $\quad W_3 = \{s, q\}$.
$E_1 = Cn(W_1 \cup \{\neg q, p\})$, $\quad E_2 = Cn(W_2)$, $\quad E_3 = Cn(W_3 \cup \{\neg r, p\})$.

– Geben Sie die *klassischen Redukte* Δ_{E_i} von Δ bezüglich den Mengen E_i an, für $i = 1, 2, 3$.
(Specify the *classical reducts* Δ_{E_i} of Δ w. r. t. the sets E_i with $i = 1, 2, 3$.)

$\Delta_{E_1} = \{r/\neg p, \ /p \}$
$\Delta_{E_2} = \{r/\neg p, \ \neg r/s, \ /p \}$
$\Delta_{E_3} = \{s/q/r, \ \neg r/s \}$

6

(6 Punkte)

– Markieren Sie die korrekten Aussagen:
(Check the correct propositions:)

1. E_1 ist eine Extension der Default Theorie $T_1 = (W_1, \Delta)$.
   (E_1 is an extension of the default theory $T_1 = (W_1, \Delta)$.) ☐ richtig ☒ falsch
2. E_2 ist eine Extension der Default Theorie $T_2 = (W_2, \Delta)$.
   (E_2 is an extension of the default theory $T_2 = (W_2, \Delta)$.) ☐ richtig ☒ falsch
3. E_3 ist eine Extension der Default Theorie $T_3 = (W_3, \Delta)$.
   (E_3 is an extension of the default theory $T_3 = (W_3, \Delta)$.) ☐ richtig ☒ falsch

6

(6 Punkte)

$E_0 = \{\neg p, p\} \cup W$

E_1 $\quad E_0 = \{\neg p, p\} \cup W$

$E = \{r, s\} \cup W$

(25 Punkte) 8

Beispiel 3:
Answer Set Programming (ASP):

a) Sei M eine Interpretation und P ein grundiertes Programm.
(Let M be an interpretation and P a ground program.)

1. Definieren Sie den Begriff des *Reduktes* P^M.
(Define the *reduct* P^M.)

$P^M = \{a_1, \dots, a_m :- b_1, \dots, b_k \mid a_1, \dots, a_m :- b_1, \dots, b_k, not\ b_{k+1}, \dots, not\ b_n \in M, \{b_{k+1}, \dots b_n\} \cap M = \emptyset\}$

2. Wann ist M ein *Answer Set* von P?
(When is M an *answer set* of P?)

Wenn M ein minimales Modell von P^M ist

8

(8 Punkte)

b) In welcher Weise kann ein grundiertes, normales Program P als Default Theorie T übersetzt werden, sodass die Answer Sets von P zu den Extensionen von T korrespondieren?
(In which way can a ground, normal program P be translated into a default theory T such that the answer sets of P correspond to the extensions of T?) **(6 Punkte)**

0

c) Betrachten Sie folgendes Programm (a, b, c sind Grundatome):
(Consider the following program (a, b, c are ground atoms):)

$$P = \{\neg c \vee \neg d \leftarrow ,$$
$$a \vee b \leftarrow not\ c.\}$$

Geben Sie eine Menge Q von Constraints an, sodass $P \cup Q$ zwei Answer Sets, $\{\neg c, a\}$ und $\{\neg c, b\}$ besitzt.
(Determine a set Q of constraints such that $P \cup Q$ has only $\{\neg c, a\}$ and $\{\neg c, b\}$ as its answer sets.)

(6 Punkte)

-0

$\{\neg c, \neg d\}$ $\{a, b\}$

~~$P \cup \{$~~

$Q = \{d\}$

d) Welche der folgenden Aussagen treffen zu:
(Which of the following propositions hold?)

(i) Es gibt ein disjunktives logisches Programm P sodass P Answer Sets X_1, X_2 besitzt welche die Bedingung $X_1 \subset X_2$ erfüllen, d.h. sodass X_1 eine *echte* Teilmenge von X_2 ist.
(There is a disjunctive logic logic program P having answer sets X_1, X_2 such that $X_1 \subset X_2$, i.e., such that X_1 is a *strict* subset of X_2.)

☒ richtig ☐ falsch

(ii) Es gibt ein normales logisches Programm welches ein inkonsistentes Answer Set besitzt.
(There is a normal logic logic program having an inconsistent answer set.)

☐ richtig ☒ falsch

(5 Punkte)

(1)

(25 Punkte)

Beispiel 4:
Probabilistisches Schließen: (Uncertainty:)

a) In der allgemeinen Bevölkerung haben 5 von 100.000 Leuten *MLC*. Ein Test ergibt bei erkrankten Leuten in 999 von 1000 Fällen *true*. Bei gesunden Menschen meldet er fälschlicherweise auch bei 1 von 1000 Fällen *true*.

Berechne $P(MLC|test = true)$.

(5 out of 100.000 people have *MLC*. A test detects the disease in 999 out of 1000 runs. Unfortunately it turns out *true* in 1 out of 1000 runs on healthy people as well.

Calculate $P(MLC|test = true)$.)

(5 Punkte) 0

$\cancel{P(MLC \mid test = true) = \frac{P(MLC) \cdot P(\neg MLC)}{P(test = true \mid MLC)}}$

$\cancel{\frac{5}{100000} \quad \frac{99.995}{100000}}$

$\frac{999}{1000} = \cancel{0,999\%}$ 99,9%

b) Entscheiden Sie, welche der folgenden Relationen für beliebige Boole'sche Zufallsvariablen A und B gelten:

(Decide, which of the following relations hold for each Boolean random variable A and B:)

1. $P(a, b) + P(a, \neg b) = P(b)$ — richtig ☐ falsch ☒
2. $P(a \mid b) + P(a \mid \neg b) = 1$ — richtig ☒ falsch ☐
3. $P(a \mid b) + P(\neg a \mid b) = 1$ — richtig ☒ falsch ☐

(6 Punkte)

c) Was ist ein *Bayes'sches Netz* (Grundidee, Komponenten, Berechnung der Wahrscheinlichkeiten)? Welche Unabhängigkeitsannahmen gelten in einem Bayes'schen Netz?

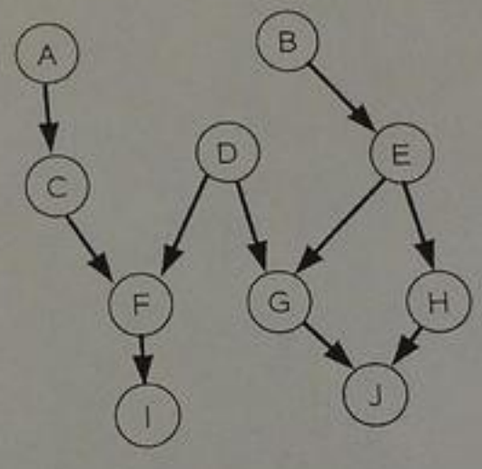
(What is a *Bayesian network* (basic idea, components, computation of probabilities)? What independency relations underly the construction of a Bayesian network?)

(6 Punkte) 1

Bayesian Network gives Information about the independence of object over JBC.

d) Gegeben ist folgender Graph eines *Bayes'schen Netzes*:

(Consider the following graph of a *Bayesian network*:)



Welche der folgenden Eigenschaften treffen zu:

(Which of the following properties hold:)

1. F ist bedingt unabhängig von G bei Evidenz D. (*F* is conditionally independent of *G* by given evidence *D*.) richtig ☒ falsch ☐
2. D ist bedingt unabhängig von E bei Evidenz F, G und H. (*D* is conditionally independent of *E* by given evidence *F*, *G*, and *H*.) richtig ☐ falsch ☒
3. I ist bedingt unabhängig von B bei Evidenz J. (*I* is conditionally independent of *B* by given evidence *J*.) richtig ☐ falsch ☒
4. C ist bedingt unabhängig von D bei Evidenz A. (*C* is conditionally independent of *D* by given evidence *A*.) richtig ☒ falsch ☐

(8 Punkte)

1) F D G D

2) D G E F G H

D G J H E

3) I F D G E B

I F D G J H E

) C F D A