**1.** Welche der folgenden Aussagen zur Komplexitätstheorie ist richtig?

---

**A.** Nach heutigem Wissen ist die Komplexitätsklasse NP unter Komplement abgeschlossen.

**B.** Es gibt keine effiziente, das heißt in polynomieller Zeit ausführbare Methode, die jeden NEA in einen DEA überführt.

**C.** Das TSP Problem ist hart für die Zeitkomplexitätsklasse NP, das heißt, dass keine Turingmaschine das Problem lösen kann.

**D.** Ein logarithmischer Umwandler ist eine deterministische TM mit drei Bändern, sodass auf dem Arbeitsband maximal $O(n)$ viel Platz verbraucht werden darf, wobei $n$ die Länge der Eingabe misst.

**E.** Das Problem MAZE ist in polynomieller Zeit auf einer deterministischen Turingmaschine lösbar.

---

**2.** Welche der folgenden Aussagen zur Entscheidbarkeit beziehungsweise Unentscheidbarkeit ist falsch?

---

**A.** Wenn $A$ und $\sim A$ rekursiv aufzählbar sind, dann ist $\sim A$ rekursiv.

**B.** Es existiert keine rekursive Menge, deren Komplement nicht rekursiv ist.

**C.** Das Zugehörigkeitsproblem ($MP$) einer Turingmaschine ist unentscheidbar

**D.** Das Halteproblem für $\epsilon$-NEA ist entscheidbar.

**E.** Jede rekursiv aufzählbare Menge ist nicht rekursiv.

---

**3.** Welches der folgenden Gesetze über reguläre Ausdrücke gilt nicht? (Hierbei bezeichnen $D, E, F$ reguläre Ausdrücke und wir schreiben vereinfachend $E$ für die von $E$ beschriebene Sprache $L(E)$.)

---

**A.** $(L + M)^* = (L^* M^*)^*$.

**B.** $E\varnothing = \varnothing$.

**C.** $(\epsilon)^* = \epsilon$.

**D.** $((E + F)D) = (ED + FD)$.

**E.** $(F(DE)) = ((FD)E)$.

**F.** $(E + F) = (F + E)$.

**G.** $(D(E + F)) = (DE + FD)$.

---

**4.** Welche der folgenden Aussagen zu regulären Sprachen ist richtig?

---

**A.** Keine der angeführten Aussagen.

**B.** Die entscheidene Eigenschaft eines $\epsilon$-NEA $A$ ist, dass $A$ zählen kann.

**C.** Eine reguläre Sprache kann entweder von einem endlichen Automaten oder von einem regulären Ausdruck beschrieben werden, nicht jedoch von beidem.

**D.** Alle Programmiersprachen sind regulär.

**E.** Zu jeder reguläre Sprache $L$ existiert ein eindeutiger und minimaler deterministischer endlicher Automat $A$, sodass $L$ die Sprache von $A$ ist.

---

**5.** Welche der folgenden Aussagen zu regulären Sprachen ist richtig?

---

**A.** Keine der Aussagen.

**B.** Jeder DEA kann in einen regulären Ausdruck verwandelt werden, nicht aber umgekehrt.

**C.** Es gibt einen regulären Ausdruck $E$, sodass $L(E)$ nur von einem deterministischen Automaten akzeptiert wird.

**D.** Die Klasse der Sprachen, die von einem deterministischen Automaten akzeptiert werden, ist eine echte Teilklasse der regulären Sprachen.

**E.** Die Klasse der Sprachen, die von einem nichtdeterministischen Automaten akzeptiert werden, ist eine Oberklasse der regulären Sprachen.

---

**6.** Was ist die erzeugende Funktion der Folge $(1, 2, 3, 4, 5, 6, \ldots)$ ?

---

**A.** keine der angeführten Funktionen

**B.** $\log(1 - x)$

**C.** $\exp(x)$

**D.** $\frac{x}{(1-x)^2}$

**E.** $\frac{1}{1-x}$

**F.** $\frac{1}{(1-x)^2}$

---

**7.** Was ist die kleinste Mächtigkeit einer unendlichen Menge ?

---

**A.** keine der angeführten Kardinalitäten

**B.** $|\mathbb{C}|$

**C.** $|\mathbb{R}|$

**D.** $|\{0,1\}^{\mathbb{N}}|$

**E.** $|\mathbb{N}|$

---

**8.** Wieviele Äquivalenzrelationen gibt es auf einer Menge mit drei Elementen ?

---

**A.** keine der angeführten Zahlen

**B.** 12

**C.** 8

**D.** 3

**E.** 7

**F.** 5

---

**9.** Sei $M$ eine Menge mit einer wohlfundierten partiellen Ordnung $\leq$ . Welche der folgenden Aussagen ist allgemein richtig ?

---

**A.** keine der angeführten Aussagen

**B.** Jedes Element von $M$ hat nur endlich viele Nachfolger.

**C.** Jedes Element von $M$ hat nur endlich viele Vorgänger.

**D.** Jede nichtleere Teilmenge von $M$ besitzt ein größtes Element.

**E.** Jede nichtleere Teilmenge von $M$ besitzt ein kleinstes Element.

**F.** Jede nichtleere Teilmenge von $M$ besitzt ein maximales Element.

**G.** Jede nichtleere Teilmenge von $M$ besitzt ein minimales Element.

---

**10.** Welche der folgenden Aussagen ist richtig ?

---

**A.** keine der angeführten Aussagen

**B.** $n! \in \Theta(2^n)$

**C.** $n \log n \in \Omega(n^2)$

**D.** $n \in \mathrm{O}(\log n)$

**E.** $\log n \in \mathrm{o}(n)$

---

**11.** Sei $M := \{a, b, c, d\}$, sei $R = \{(a, b), (a, d), (b, b), (b, c), (c, a), (c, d), (d, d)\}$ und sei $G$ der Graph der Relation $R$. Stellen Sie die Adjazenzmatrix des Graphen $G$ auf, berechnen Sie mit dem Algorithmus von Warshall die Adjazenzmatrix der transitiven Hülle $T$ von $R$ und geben Sie die Mengendifferenz $M^2 \setminus T$ an.

**12.** Berechnen Sie mit dem erweiterten euklidischen Algorithmus den größten gemeinsamen Teiler $d$ von 233 und 144, weiters ganze Zahlen $u$ und $v$ mit $233 \cdot u + 144 \cdot v = d$ sowie das kleinste gemeinsame Vielfache von 233 und 144.

---

**13.** Seien die Automaten $A$ und $B$ durch die folgenden Übergangstabellen gegeben:

| | $a$ | $b$ |
|---|---|---|
| $\rightarrow *1$ | $\{1,2\}$ | $\{2\}$ |
| $2$ | $\varnothing$ | $\{1\}$ |

| | $\epsilon$ | $a$ | $b$ |
|---|---|---|---|
| $\rightarrow 1$ | $\{2\}$ | $\{3\}$ | $\varnothing$ |
| $*2$ | $\varnothing$ | $\{1\}$ | $\varnothing$ |
| $3$ | $\varnothing$ | $\{2\}$ | $\{2,3\}$ |

Minimierung Sie $A$ und $B$ und beweisen oder widerlegen Sie: Die Automaten $A$ und $B$ sind äquivalent.

**14.** Betrachten Sie den folgenden DEA $C$:

| | $a$ | $b$ |
|---|---|---|
| $\rightarrow p$ | $q$ | $p$ |
| $*q$ | $q$ | $p$ |

Wandeln Sie $C$ in einen regulären Ausdruck um, indem Sie die Methode aus der Skriptum verwenden. (Vergessen Sie nicht den regulären Ausdruck auch zusammenzusetzen, dabei müssen Sie die Zwischenschritte nicht vereinfachen.)

---

**ANSWERKEY FOR “version4”**

```
Version 1:  E  E  G  E  E  F  E  F  G  E
```