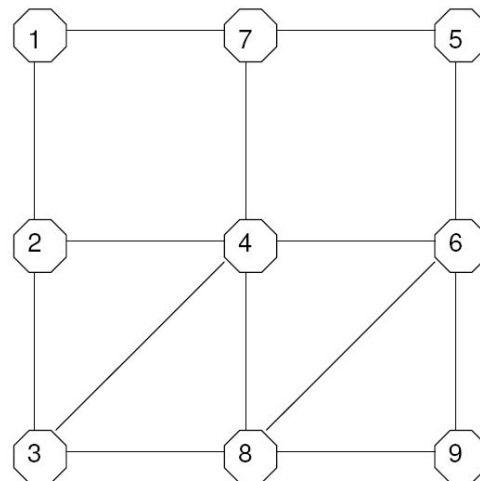




1. (5 Punkte) Entwerfen Sie eine Datenstruktur für die Darstellung von gerichteten Graphen. Diese soll einerseits erlauben, für jeden gegebenen Knoten u die Menge der von u ausgehenden Kanten aufzuzählen, und zwar in Zeit proportional zu deren Anzahl (also $O(\text{outdeg}(u))$). Andererseits soll es auch möglich sein, für jedes gegebene Knotenpaar u, v in konstanter erwarteter Zeit zu testen, ob $[u, v]$ eine Kante des Graphen bildet. Der Platzverbrauch der Datenstruktur soll insgesamt aber nur proportional zu Anzahl der Knoten plus Anzahl der Kanten sein.
2. (15 Punkte) Betrachten wir den unten abgebildeten ungerichteten Graphen.
 - (a) Zeichnen Sie den entsprechenden augmentierten gerichteten Graphen mit einer validen Kantenbeschriftung.
 - (b) Zeichnen Sie den lexikographisch kleinsten Wegebau bzgl. Ihrer validen Kantenbeschriftung und beschriften Sie jeden Knoten mit seinem Rang in der lex-kleinsten-Wege-Ordnung und seinem d und f Wert. ~~sowie dem π Wert.~~



3. (10 Punkte) Es sei G ein augmentierter gerichteter Graph mit einer validen Kantenbeschriftung. Zeigen Sie, dass G genau dann einen gerichteten Zyklus besitzt, wenn es eine Kante im Graphen gibt, die von einem Knoten zu einem seiner Ahnen im lex-kleinsten-Wege-Baum T_\diamond führt.