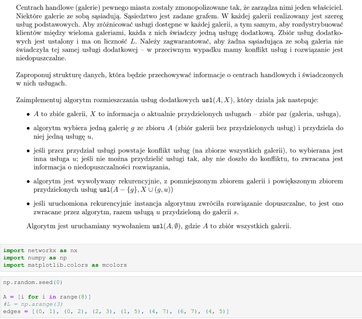
In [2]:
```
from IPython.display import Image
Image('pictures/1_4.png', width=800)
```

Out[2]:



1.4 Kolorowanie

Centrach handlowe (galerie) pewnego miasta zostały zmonopolizowane tak, że zarządza nimi jeden właściciel. Niektóre galerie ze sobą sąsiadują. Sąsiedztwo jest zadane grafem. W każdej galerii realizowany jest szereg usług podstawowych. Aby zróżnicować usługi dostępne w każdej galerii, a tym samym, aby rozbystrzyć klientów między wieloma galeriami, każda z nich świadczy jedną usługę dodatkową. Zbiór usług dodatkowych jest ustalony i ma on liczność L. Należy zagwarantować, aby żadna sąsiadująca ze sobą galeria nie świadczyła tej samej usługi dodatkowej – w przeciwnym wypadku mamy konflikt usług i rozwiązanie jest niedopuszczalne.

Zaproponuj strukturę danych, która będzie przechowywać informacje o centrach handlowych i świadczonych w nich usługach.

Zaimplementuj algorytm rozmieszczania usług dodatkowych `usl(A,X)`, który działa jak następuje:

- A to zbiór galerii, X to informacja o aktualnie przydzielonych usługach – zbiór par (galeria, usługa),
- algorytm wybiera jedną galerię g ze zbioru A (zbiór galerii bez przydzielonych usług) i przydziela do niej jedną usługę u,
- jeśli przez przydział usługi powstaje konflikt usług (na zbiorze wszystkich galerii), to wybieramy jest inna usługa u; jeśli nie można przydzielić usługi tak, aby nie doszło do konfliktu, to zwracana jest informacja o niedopuszczalności rozwiązania,
- algorytm jest wywoływany rekurencyjnie, z pomniejszonym zbiorem galerii i powiększonym zbiorem przydzielonych usług $usl(A - \{g\}, X \cup \{g, u\})$
- jeśli uruchomiona rekurencyjnie instancja algorytmu zwróciła rozwiązanie dopuszczalne, to jest ono zwracane przez algorytm, razem usługą u przydzieloną do galerii s.

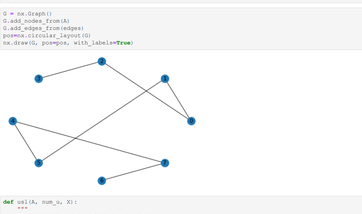
Algorytm jest uruchamiany wywołaniem `usl(A,0)`, gdzie A to zbiór wszystkich galerii.

In [167...
```
import networkx as nx
import numpy as np
import matplotlib.colors as mcolors
```

In [257...
```
np.random.seed(2)

A = [i for i in range(8)]
#L = np.arange(3)
edges = [(0, 1), (0, 2), (2, 3), (1, 5), (4, 7), (6, 7), (4, 5)]
```

In [258...
```
G = nx.Graph()
G.add_nodes_from(A)
G.add_edges_from(edges)
pos=nx.circular_layout(G)
nx.draw(G, pos=pos, with_labels=True)
```



In [259...
```
def usl(A, num_u, X):
    """
    Funkcja przydziela usługę każdej galerii
    :param list A: lista wierzchołków
    :param int u: liczba usług które mogą być przypisane do galerii
    :param list X: lista dopasowania
    :return list X: lista dopasowanie (wierzchołek, usługa)
    """
    L = np.arange(num_u)

    if A:  # Jeśli lista A nie jest pusta, wybieramy losowo jedną z galerii i szukamy jej sąsiadów za pomocą fi
        g = np.random.choice(A)
        neighbours = find_neighbours(g)
        for u in L:  # iterujemy po usługach, próbujemy przypisać odpowiednią usługę do sprawdzanej galerii
            if no_conflict(u, neighbours, X):  # sprawdzamy czy nie ma konfliktu
                X.append((g, u))
                new_A = [i for i in A if i != g]  # tworzymy nowy graf bez wierzchołka g
                X = usl(new_A, num_u, X)  # rekurencja
                return X
        return "Nie można spełnić" # jeśli nie możemy dopasować rozwiązania zwracamy informacje o braku rozwią
    else:
        return X


def find_neighbours(node):
    neighbours = []
    for edge in edges:
        if node in edge:
            if edge[0] == node:
                neighbours.append(edge[1])
            else edge[1] == node:
                neighbours.append(edge[0])
    return neighbours


def no_conflict(u, N, X):  # fun no conflict przechodzi po wszystkich sąsiadach i sprawdza czy, któryś z nich w
    for n in N:
        if (n, u) in X:  # X(para usługa)
            return False
    return True  # jeśli żaden z sąsiadów nie wykonuje usługi to zwracamy true
```

In [260...
```
def create_color_map(usl_result):
    """
    Funkcja przyporządkowuje kolor do cechy galerii
    :param list usl_result: list of tuples node - galery
    :return map: list of colors for every node(galery)
    """
    colors = list(mcolors.TABLEAU_COLORS)
    usl_result = sorted(usl_result, key=lambda x: x[0])
    map = []
    for n in usl_result:
        map.append(colors[n[1]])

    return map
```

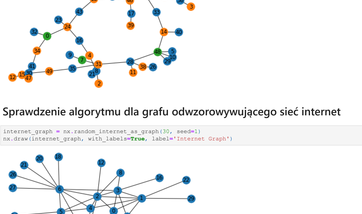
In [261...
```
first_set = usl(A, 3, X=[])
first_set
```

Out[261]:
```
[(4, 0), (6, 0), (0, 0), (5, 1), (7, 1), (2, 1), (3, 0), (1, 2)]
```

In [262...
```
c_map = create_color_map(first_set)
c_map
```

Out[262]:
```
['tab:blue',
 'tab:green',
 'tab:orange',
 'tab:blue',
 'tab:blue',
 'tab:orange',
 'tab:blue',
 'tab:orange']
```

In [263...
```
nx.draw(G, pos=pos, with_labels=True, node_color=c_map)
```

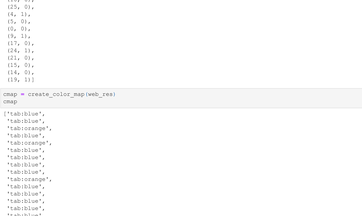


Sprawdzenie algorytmu dla losowego drzewa

In [264...
```
gr = nx.random_tree(50, seed=1)

nx.draw(gr, with_labels=True)

edges = []
for e in gr.edges:
    edges.append(e)
```

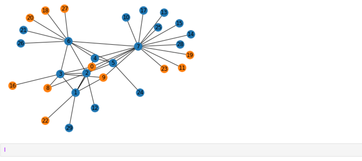


In [265...
```
second_res = usl(A=list(gr.nodes), num_u=4, X=[])
print(second_res)
```

```
[(19, 0), (32, 0), (8, 0), (28, 0), (2, 1), (4, 1), (17, 0), (39, 1), (6, 1), (5, 0), (16, 0), (31, 1), (21,
0), (18, 0), (26, 0), (38, 1), (45, 0), (35, 0), (24, 1), (43, 0), (29, 0), (49, 1), (46, 1), (41, 0), (40, 0),
(36, 0), (1, 2), (14, 1), (0, 2), (11, 1), (15, 1, (34, 1), (22, 0), (47, 1), (27, 0), (9, 0), (30, 0), (23,
0), (48, 2), (25, 1), (44, 1), (7, 2), (42, 0), (37, 2), (20, 0), (3, 1), (12, 1), (10, 0), (33, 0), (13, 1)]
```

In [266...
```
cmap = create_color_map(second_res)
```

In [267...
```
nx.draw(gr, with_labels=True, node_color=cmap)
```



Sprawdzenie algorytmu dla grafu odwzorowywującego sieć internet

In [268...
```
internet_graph = nx.random_internet_as_graph(30, seed=1)
nx.draw(internet_graph, with_labels=True, label="Internet Graph")
```


In [269...
```
A = list(internet_graph.nodes)
web_res = usl(A, num_u=1, X=[])
web_res
```

Out[269]:
```
((15, 0),
 (8, 0),
 (29, 0),
 (12, 0),
 (23, 0),
 (6, 0),
 (11, 0),
 (20, 1),
 (3, 0),
 (27, 1),
 (18, 1),
 (28, 1),
 (26, 0),
 (16, 0),
 (2, 1),
 (1, 0),
 (22, 1),
 (7, 0),
 (10, 0),
 (25, 0),
 (4, 1),
 (5, 0),
 (0, 0),
 (9, 1),
 (17, 0),
 (24, 1),
 (21, 0),
 (13, 0),
 (14, 0),
 (19, 1))
```

In [270...
```
cmap = create_color_map(web_res)
cmap
```

Out[270]:
```
['tab:blue',
 'tab:blue',
 'tab:orange',
 'tab:blue',
 'tab:orange',
 'tab:blue',
 'tab:blue',
 'tab:blue',
 'tab:orange',
 'tab:blue',
 'tab:blue',
 'tab:blue',
 'tab:blue',
 'tab:blue',
 'tab:blue',
 'tab:blue',
 'tab:orange',
 'tab:orange',
 'tab:orange',
 'tab:blue',
 'tab:orange',
 'tab:blue',
 'tab:orange',
 'tab:blue',
 'tab:blue',
 'tab:orange',
 'tab:orange',
 'tab:blue']
```

In [271...
```
nx.draw(internet_graph, with_labels=True, node_color=cmap)
```


In [ ]:
```
#
```