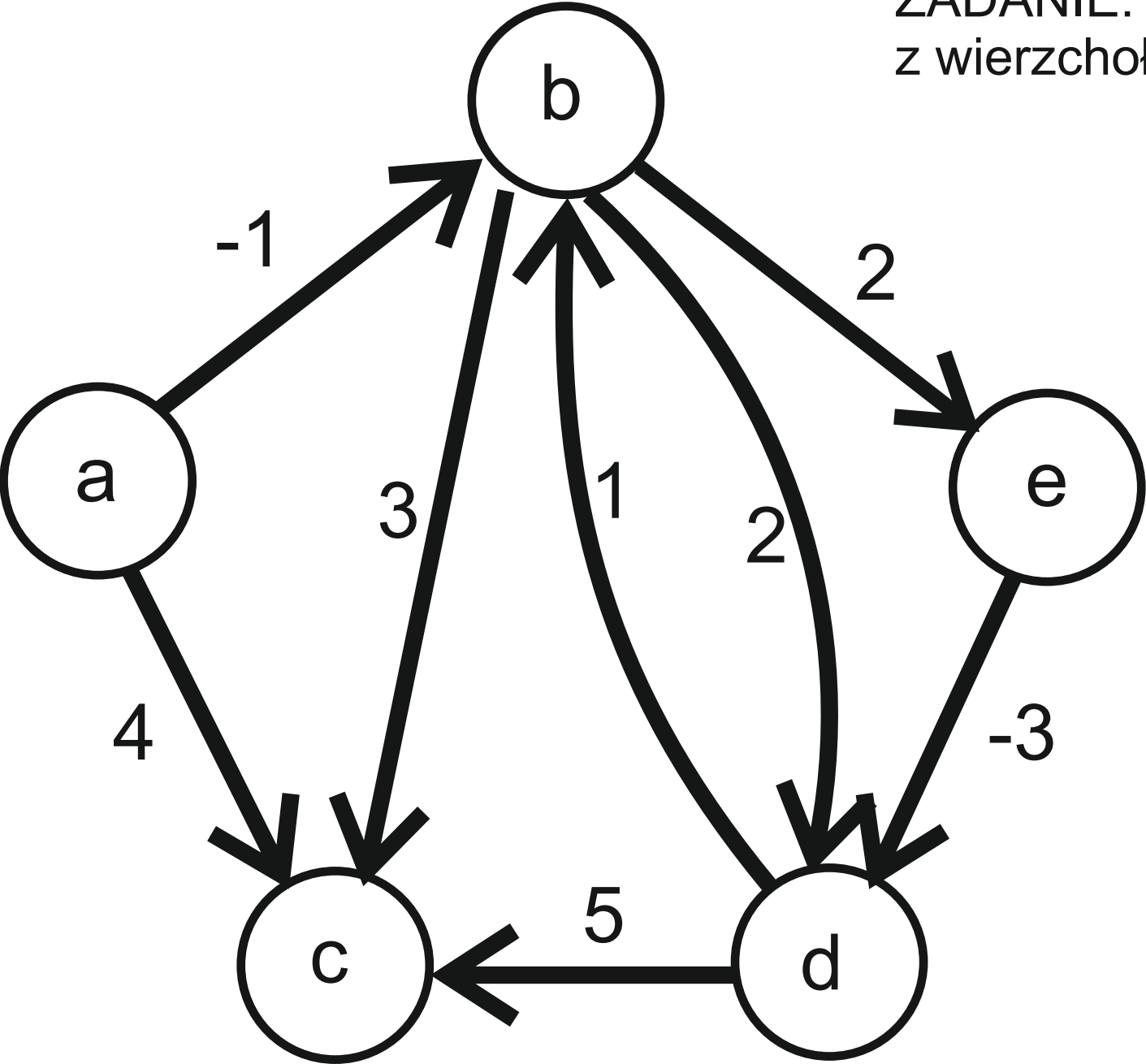
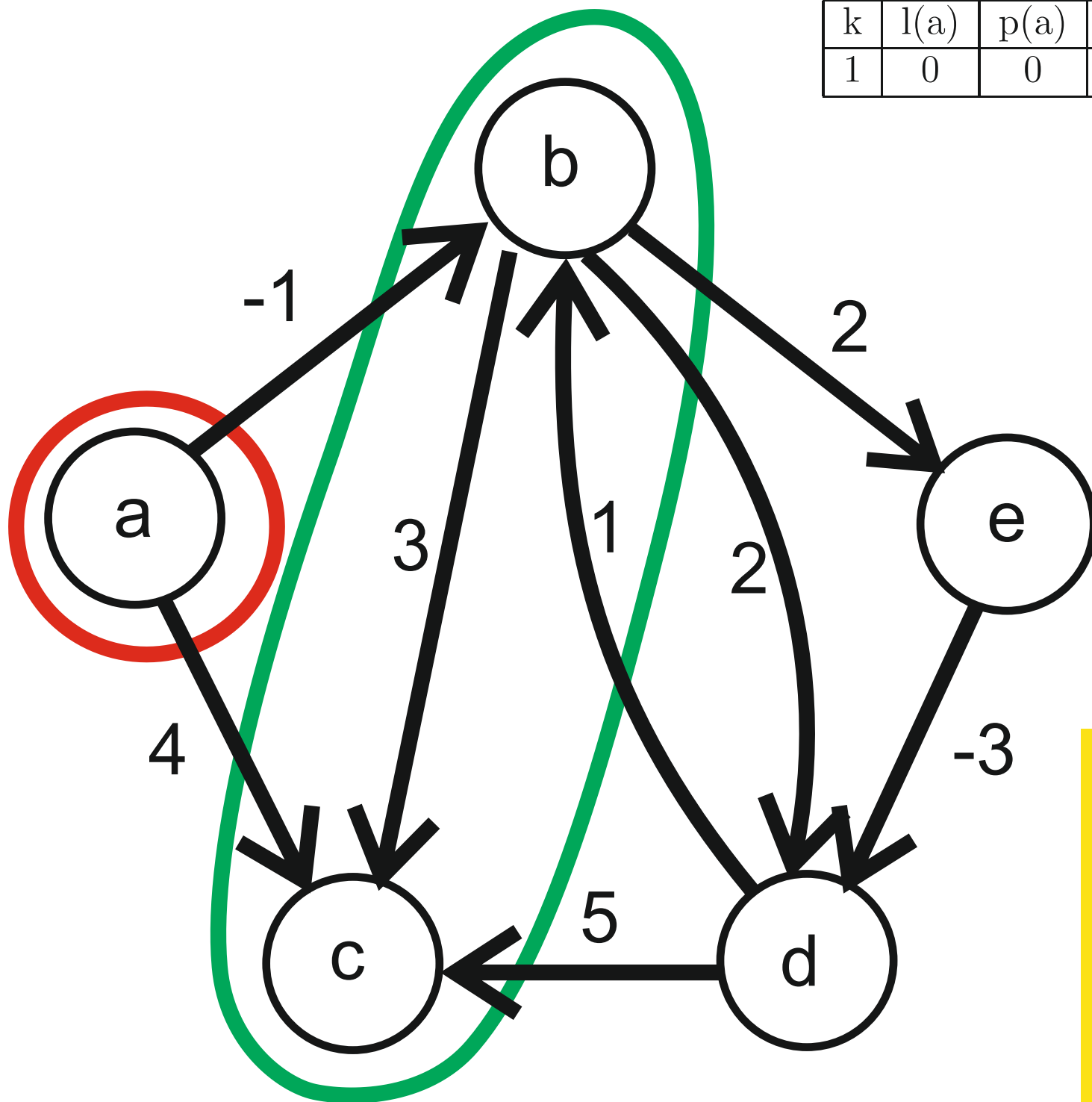


ZADANIE: Znajdź wszystkie najkrótsze ścieżki z wierzchołka a w zadanym grafie z wagami.



k	$l(a)$	$p(a)$	$l(b)$	$p(b)$	$l(c)$	$p(c)$	$l(d)$	$p(d)$	$l(e)$	$p(e)$
1	0	0	-1	a	4	a	∞	∞	∞	∞



$l^k(v)$ – etykieta wierzchołka v w k -tej iteracji

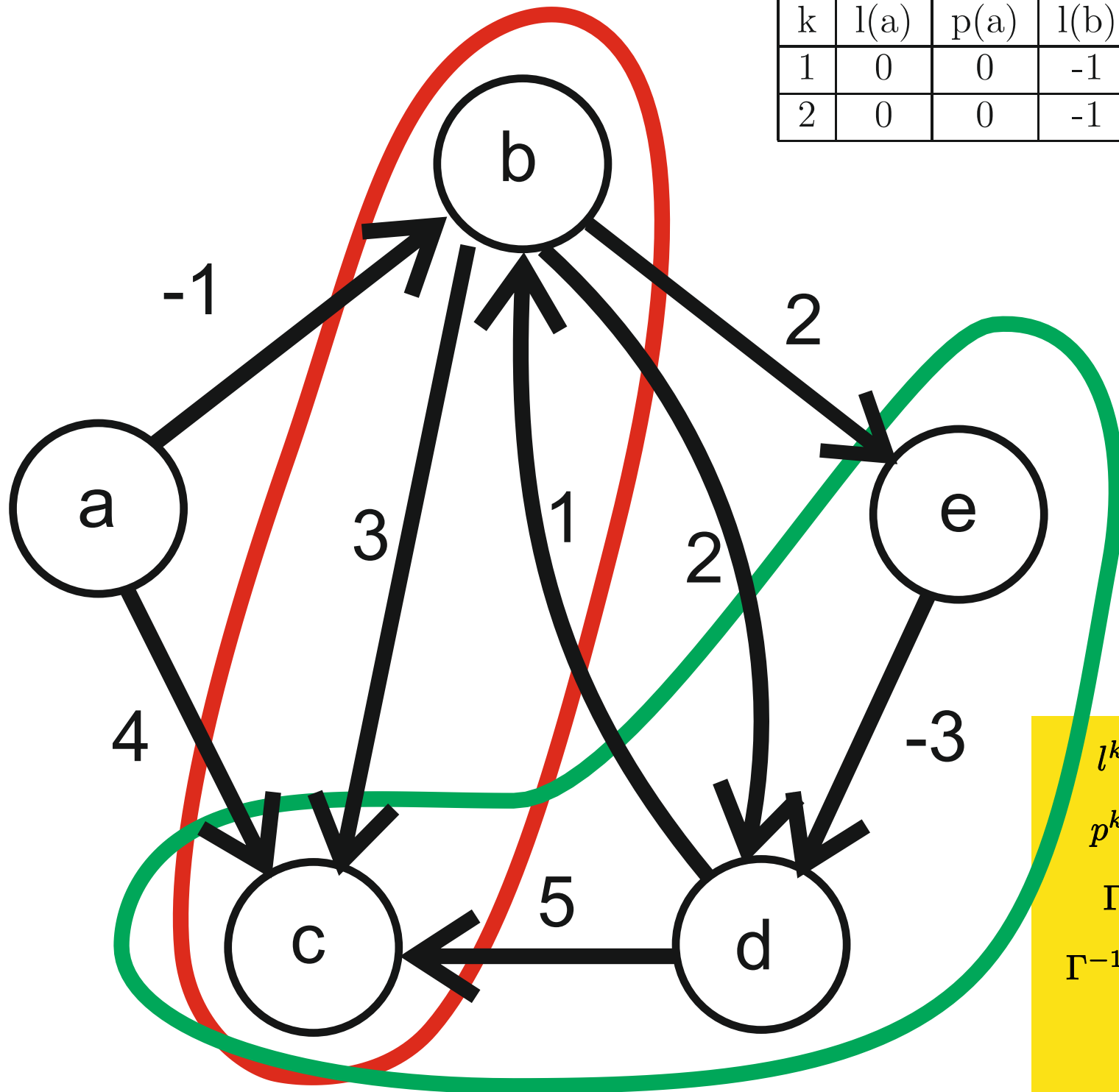
$p^k(v)$ – poprzednik wierzchołka v w k -tej iteracji

$\Gamma(v)$ – zbiór następników wierzchołka v

$\Gamma^{-1}(v)$ – zbiór poprzedników wierzchołka v

$$T_v = \Gamma^{-1}(v) \cap S$$

k	l(a)	p(a)	l(b)	p(b)	l(c)	p(c)	l(d)	p(d)	l(e)	p(e)
1	0	0	-1	a	4	a	∞	∞	∞	∞
2	0	0	-1	a	2	b	1	b	1	b



$$S := \Gamma(a) = \{b, c\}$$

$$\Gamma(S) = \{c, d, e\}$$

$$T_c = \Gamma^{-1}(c) \cap S = \{b\}$$

$$l^2(c) = \min\{4, -1 + 3\} = 2$$

$$T_d = \Gamma^{-1}(d) \cap S = \{b\}$$

$$l^2(d) = \min\{\infty, -1 + 2\} = 1$$

$$T_e = \Gamma^{-1}(e) \cap S = \{b\}$$

$$l^2(e) = \min\{\infty, -1 + 2\} = 1$$

$l^k(v)$ – etykieta wierzchołka v w k -tej iteracji

$p^k(v)$ – poprzednik wierzchołka v w k -tej iteracji

$\Gamma(v)$ – zbiór następników wierzchołka v

$\Gamma^{-1}(v)$ – zbiór poprzedników wierzchołka v

$$T_v = \Gamma^{-1}(v) \cap S$$

k	l(a)	p(a)	l(b)	p(b)	l(c)	p(c)	l(d)	p(d)	l(e)	p(e)
1	0	0	-1	a	4	a	∞	∞	∞	∞
2	0	0	-1	a	2	b	1	b	1	b

$$S := \Gamma(a) = \{b, c\}$$

$$\Gamma(S) = \{c, d, e\}$$

$$T_c = \Gamma^{-1}(c) \cap S = \{b\}$$

$$l^2(c) = \min\{4, -1 + 3\} = 2$$

$$T_d = \Gamma^{-1}(d) \cap S = \{b\}$$

$$l^2(d) = \min\{\infty, -1 + 2\} = 1$$

$$T_e = \Gamma^{-1}(e) \cap S = \{b\}$$

$$l^2(e) = \min\{\infty, -1 + 2\} = 1$$

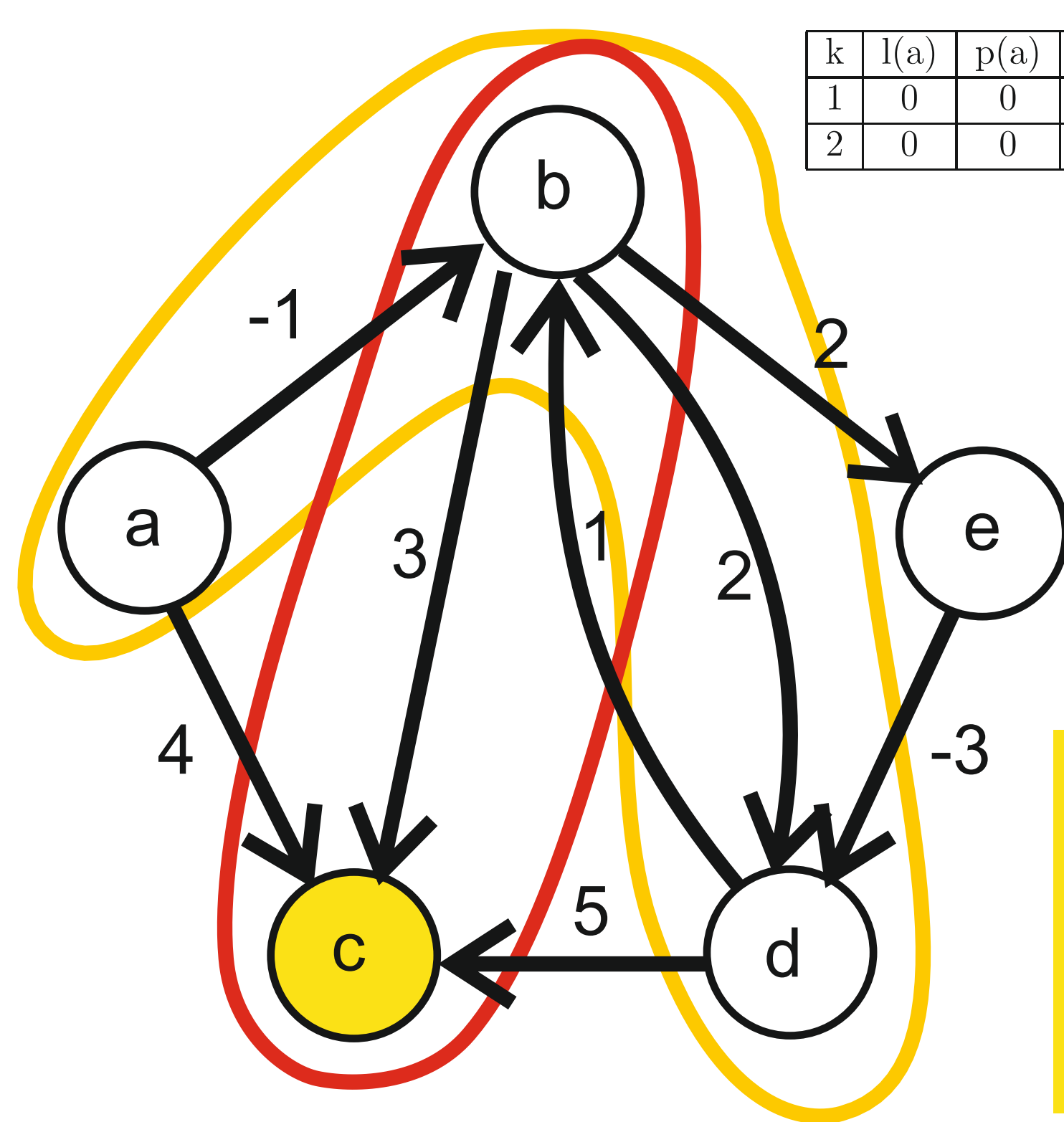
$l^k(v)$ – etykieta wierzchołka v w k -tej iteracji

$p^k(v)$ – poprzednik wierzchołka v w k -tej iteracji

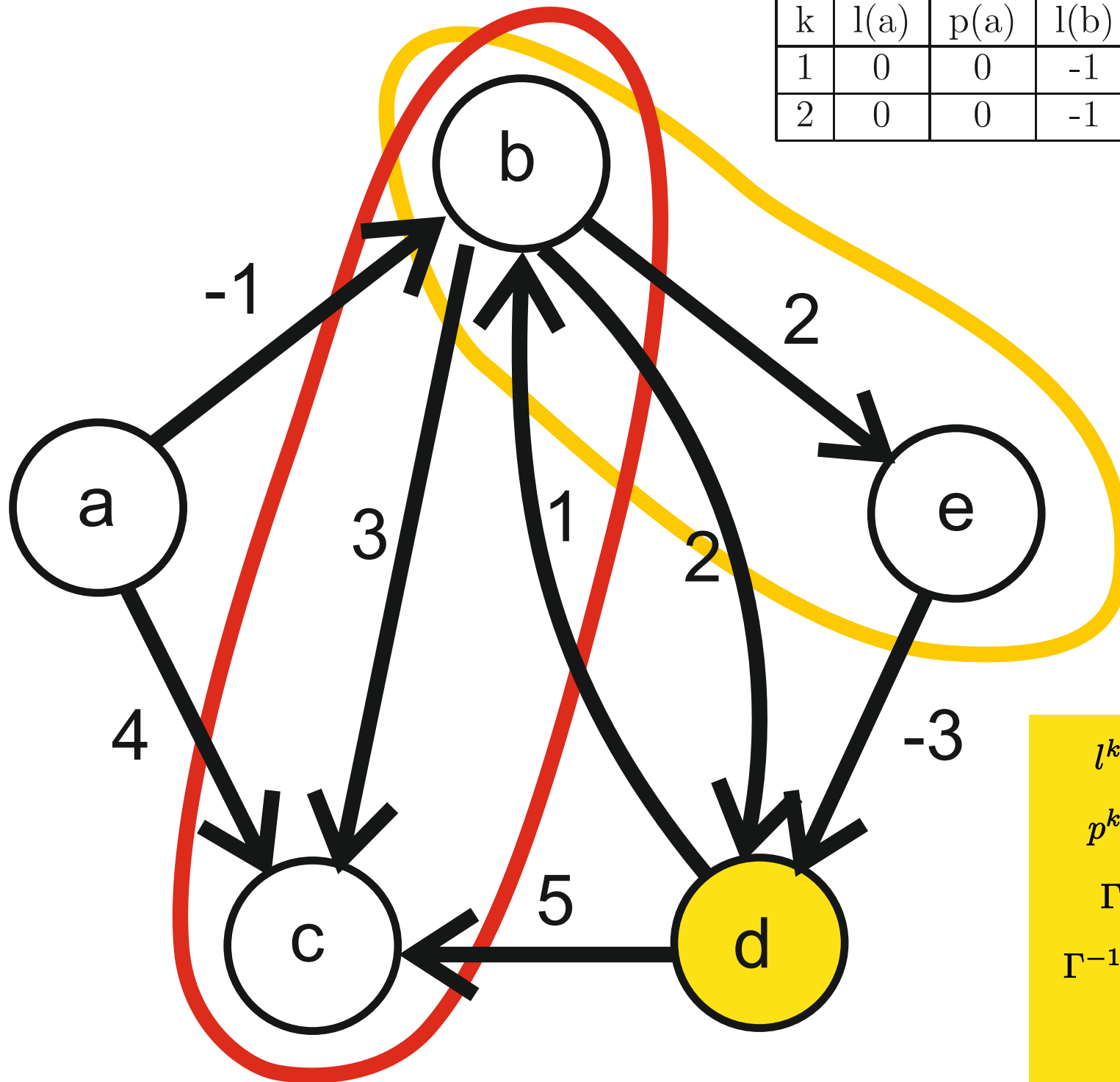
$\Gamma(v)$ – zbiór następników wierzchołka v

$\Gamma^{-1}(v)$ – zbiór poprzedników wierzchołka v

$$T_v = \Gamma^{-1}(v) \cap S$$



k	l(a)	p(a)	l(b)	p(b)	l(c)	p(c)	l(d)	p(d)	l(e)	p(e)
1	0	0	-1	a	4	a	∞	∞	∞	∞
2	0	0	-1	a	2	b	1	b	1	b



$$S := \Gamma(a) = \{b, c\}$$

$$\Gamma(S) = \{c, d, e\}$$

$$T_c = \Gamma^{-1}(c) \cap S = \{b\}$$

$$l^2(c) = \min\{4, -1 + 3\} = 2$$

$$T_d = \Gamma^{-1}(d) \cap S = \{b\}$$

$$l^2(d) = \min\{\infty, -1 + 2\} = 1$$

$$T_e = \Gamma^{-1}(e) \cap S = \{b\}$$

$$l^2(e) = \min\{\infty, -1 + 2\} = 1$$

$l^k(v)$ – etykieta wierzchołka v w k -tej iteracji

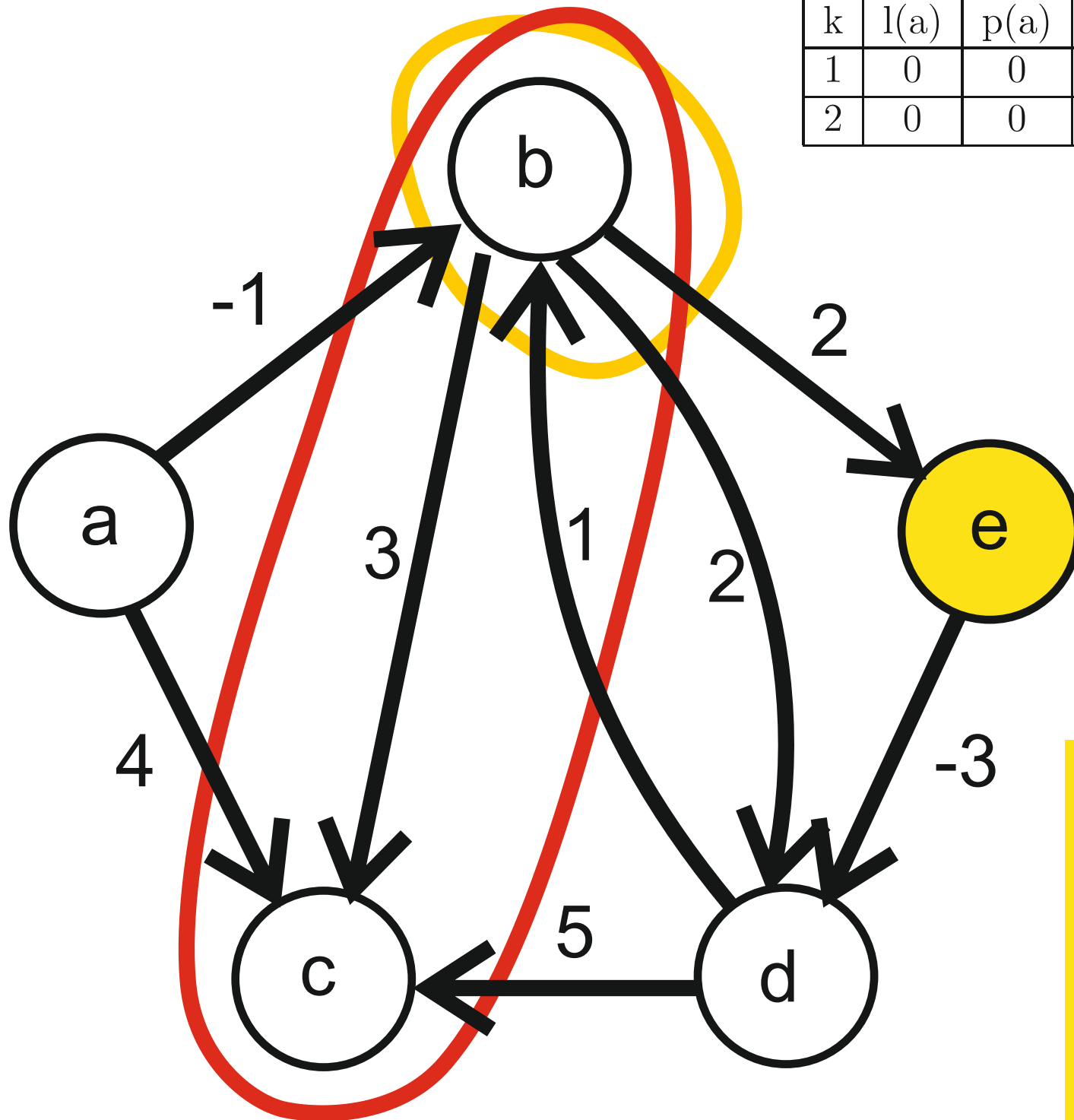
$p^k(v)$ – poprzednik wierzchołka v w k -tej iteracji

$\Gamma(v)$ – zbiór następników wierzchołka v

$\Gamma^{-1}(v)$ – zbiór poprzedników wierzchołka v

$$T_v = \Gamma^{-1}(v) \cap S$$

k	l(a)	p(a)	l(b)	p(b)	l(c)	p(c)	l(d)	p(d)	l(e)	p(e)
1	0	0	-1	a	4	a	∞	∞	∞	∞
2	0	0	-1	a	2	b	1	b	1	b



$$S := \Gamma(a) = \{b, c\}$$

$$\Gamma(S) = \{c, d, e\}$$

$$T_c = \Gamma^{-1}(c) \cap S = \{b\}$$

$$l^2(c) = \min\{4, -1 + 3\} = 2$$

$$T_d = \Gamma^{-1}(d) \cap S = \{b\}$$

$$l^2(d) = \min\{\infty, -1 + 2\} = 1$$

$$T_e = \Gamma^{-1}(e) \cap S = \{b\}$$

$$l^2(e) = \min\{\infty, -1 + 2\} = 1$$

$l^k(v)$ – etykieta wierzchołka v w k -tej iteracji

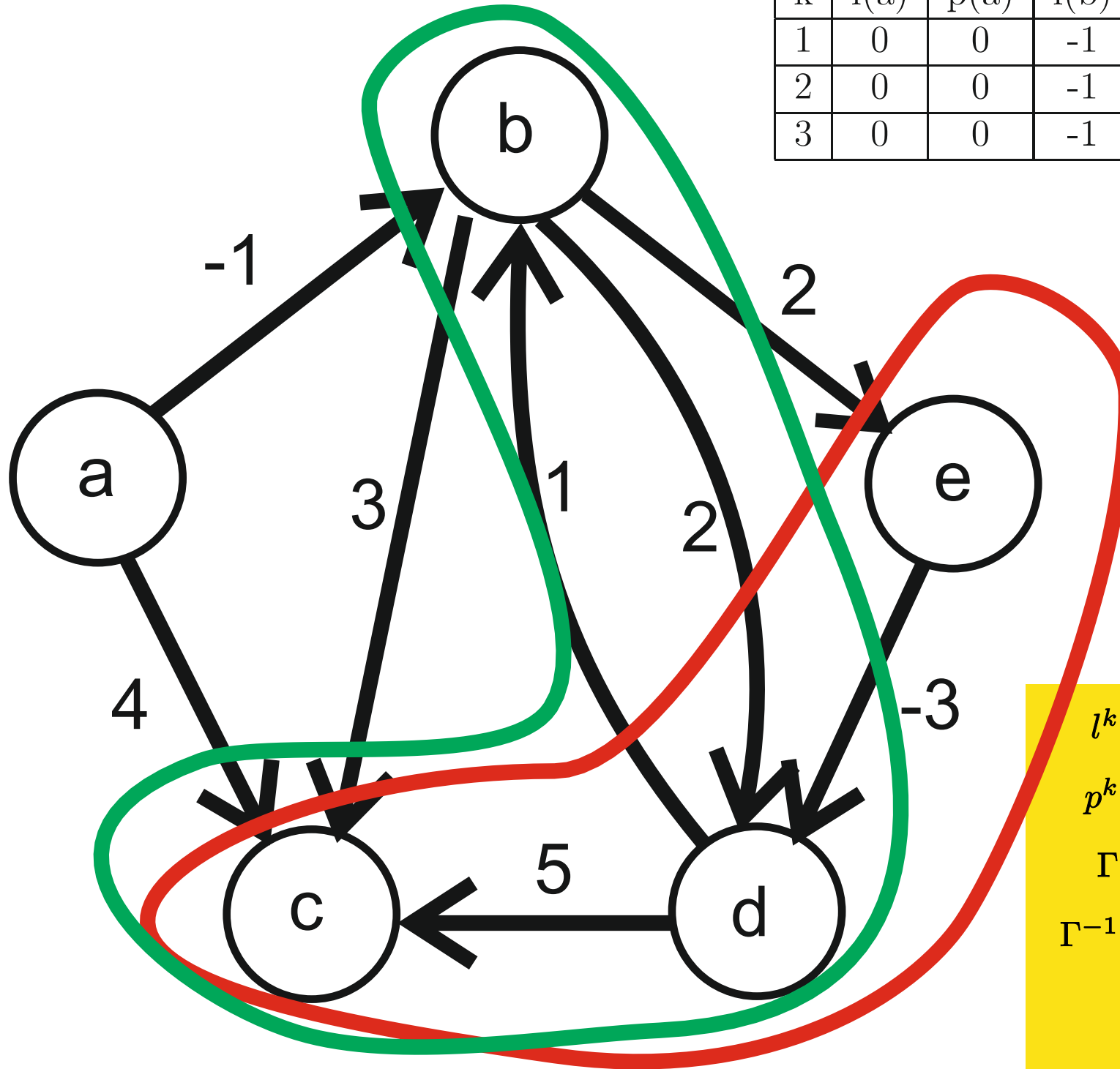
$p^k(v)$ – poprzednik wierzchołka v w k -tej iteracji

$\Gamma(v)$ – zbiór następników wierzchołka v

$\Gamma^{-1}(v)$ – zbiór poprzedników wierzchołka v

$$T_v = \Gamma^{-1}(v) \cap S$$

k	l(a)	p(a)	l(b)	p(b)	l(c)	p(c)	l(d)	p(d)	l(e)	p(e)
1	0	0	-1	a	4	a	∞	∞	∞	∞
2	0	0	-1	a	2	b	1	b	1	b
3	0	0	-1	a	2	b	-2	e	1	b



$$S := \{v : l^2(v) \neq l^1(v)\} = \{c, d, e\}$$

$$\Gamma(S) = \{b, c, d\}$$

$$T_b = \Gamma^{-1}(b) \cap S = \{d\}$$

$$l^3(b) = \min\{-1, 1 - 1\} = -1$$

$$T_c = \Gamma^{-1}(c) \cap S = \{d\}$$

$$l^3(c) = \min\{2, 1 + 5\} = 2$$

$$T_d = \Gamma^{-1}(d) \cap S = \{e\}$$

$$l^3(d) = \min\{1, 1 - 3\} = -2$$

$l^k(v)$ – etykieta wierzchołka v w k -tej iteracji

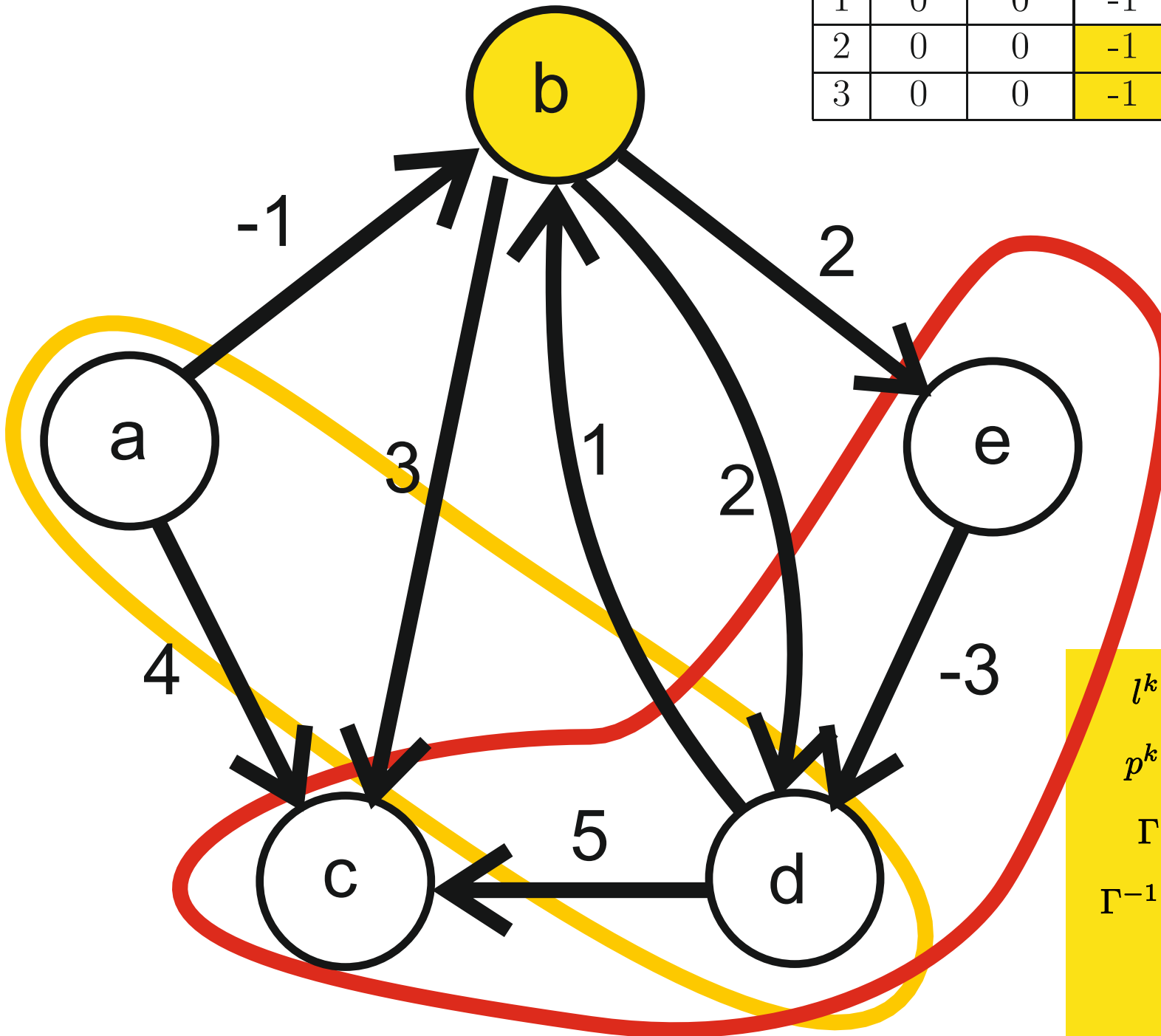
$p^k(v)$ – poprzednik wierzchołka v w k -tej iteracji

$\Gamma(v)$ – zbiór następników wierzchołka v

$\Gamma^{-1}(v)$ – zbiór poprzedników wierzchołka v

$$T_v = \Gamma^{-1}(v) \cap S$$

k	l(a)	p(a)	l(b)	p(b)	l(c)	p(c)	l(d)	p(d)	l(e)	p(e)
1	0	0	-1	a	4	a	∞	∞	∞	∞
2	0	0	-1	a	2	b	1	b	1	b
3	0	0	-1	a	2	b	-2	e	1	b



$$S := \{v : l^2(v) \neq l^1(v)\} = \{c, d, e\}$$

$$\Gamma(S) = \{b, c, d\}$$

$$T_b = \Gamma^{-1}(b) \cap S = \{d\}$$

$$l^3(b) = \min\{-1, 1 - 1\} = -1$$

$$T_c = \Gamma^{-1}(c) \cap S = \{d\}$$

$$l^3(c) = \min\{2, 1 + 5\} = 2$$

$$T_d = \Gamma^{-1}(d) \cap S = \{e\}$$

$$l^3(d) = \min\{1, 1 - 3\} = -2$$

$l^k(v)$ – etykieta wierzchołka v w k -tej iteracji

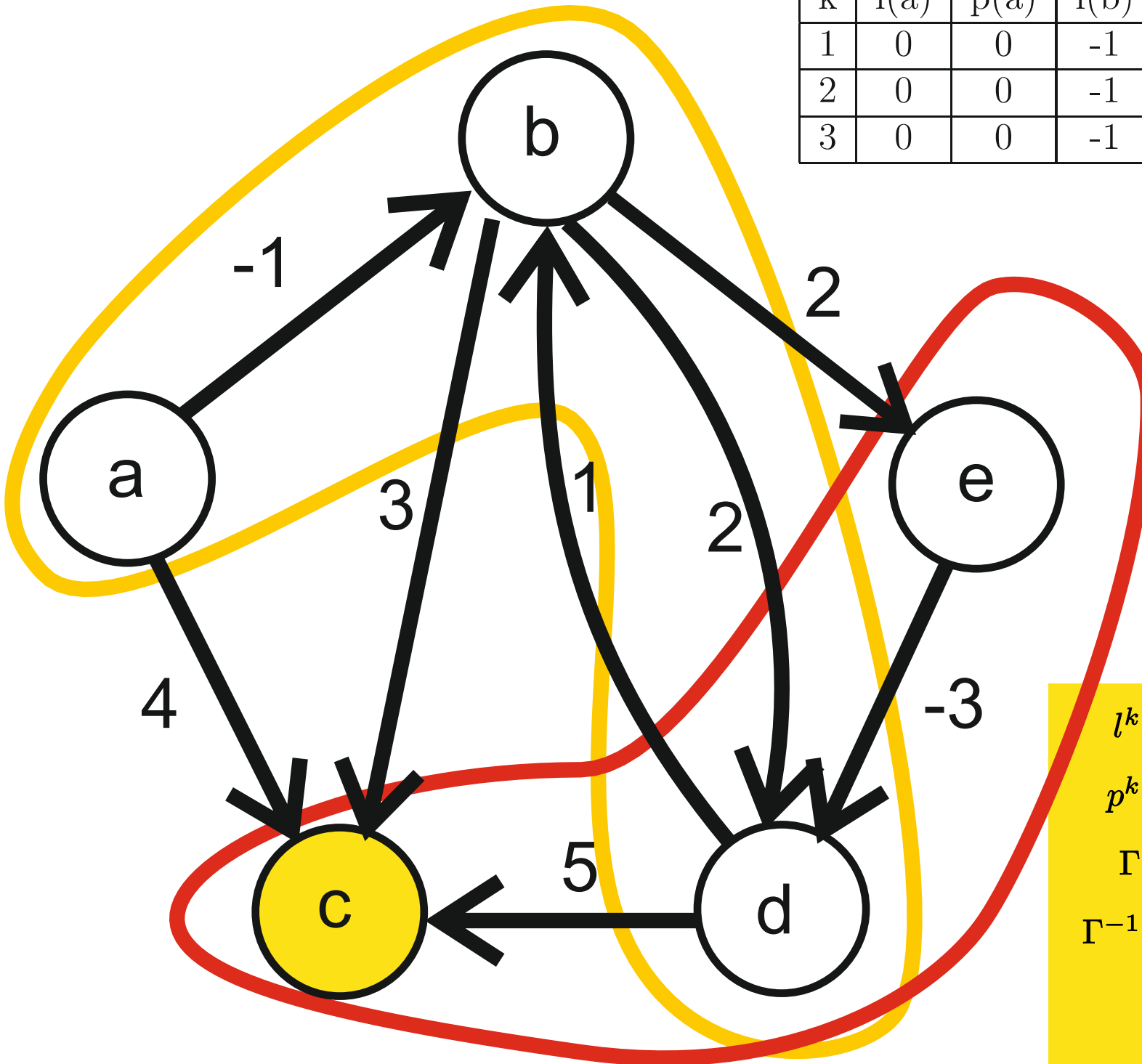
$p^k(v)$ – poprzednik wierzchołka v w k -tej iteracji

$\Gamma(v)$ – zbiór następników wierzchołka v

$\Gamma^{-1}(v)$ – zbiór poprzedników wierzchołka v

$$T_v = \Gamma^{-1}(v) \cap S$$

k	l(a)	p(a)	l(b)	p(b)	l(c)	p(c)	l(d)	p(d)	l(e)	p(e)
1	0	0	-1	a	4	a	∞	∞	∞	∞
2	0	0	-1	a	2	b	1	b	1	b
3	0	0	-1	a	2	b	-2	e	1	b



$$S := \{v : l^2(v) \neq l^1(v)\} = \{c, d, e\}$$

$$\Gamma(S) = \{b, c, d\}$$

$$T_b = \Gamma^{-1}(b) \cap S = \{d\}$$

$$l^3(b) = \min\{-1, 1 - 1\} = -1$$

$$T_c = \Gamma^{-1}(c) \cap S = \{d\}$$

$$l^3(c) = \min\{2, 1 + 5\} = 2$$

$$T_d = \Gamma^{-1}(d) \cap S = \{e\}$$

$$l^3(d) = \min\{1, 1 - 3\} = -2$$

$l^k(v)$ – etykieta wierzchołka v w k -tej iteracji

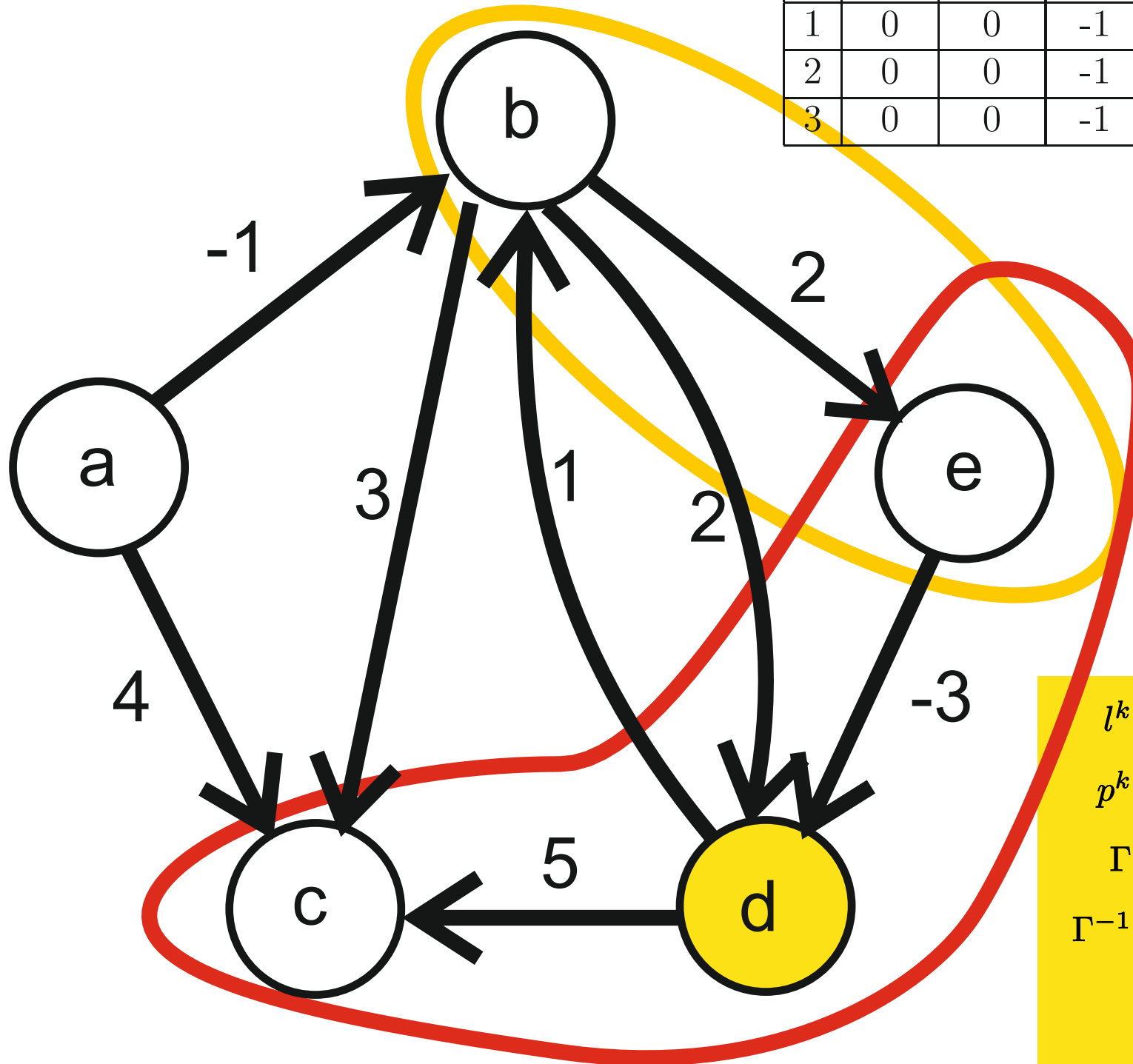
$p^k(v)$ – poprzednik wierzchołka v w k -tej iteracji

$\Gamma(v)$ – zbiór następników wierzchołka v

$\Gamma^{-1}(v)$ – zbiór poprzedników wierzchołka v

$$T_v = \Gamma^{-1}(v) \cap S$$

k	l(a)	p(a)	l(b)	p(b)	l(c)	p(c)	l(d)	p(d)	l(e)	p(e)
1	0	0	-1	a	4	a	∞	∞	∞	∞
2	0	0	-1	a	2	b	1	b	1	b
3	0	0	-1	a	2	b	-2	e	1	b



$$S := \{v : l^2(v) \neq l^1(v)\} = \{c, d, e\}$$

$$\Gamma(S) = \{b, c, d\}$$

$$T_b = \Gamma^{-1}(b) \cap S = \{d\}$$

$$l^3(b) = \min\{-1, 1 - 1\} = -1$$

$$T_c = \Gamma^{-1}(c) \cap S = \{d\}$$

$$l^3(c) = \min\{2, 1 + 5\} = 2$$

$$T_d = \Gamma^{-1}(d) \cap S = \{e\}$$

$$l^3(d) = \min\{1, 1 - 3\} = -2$$

$l^k(v)$ – etykieta wierzchołka v w k -tej iteracji

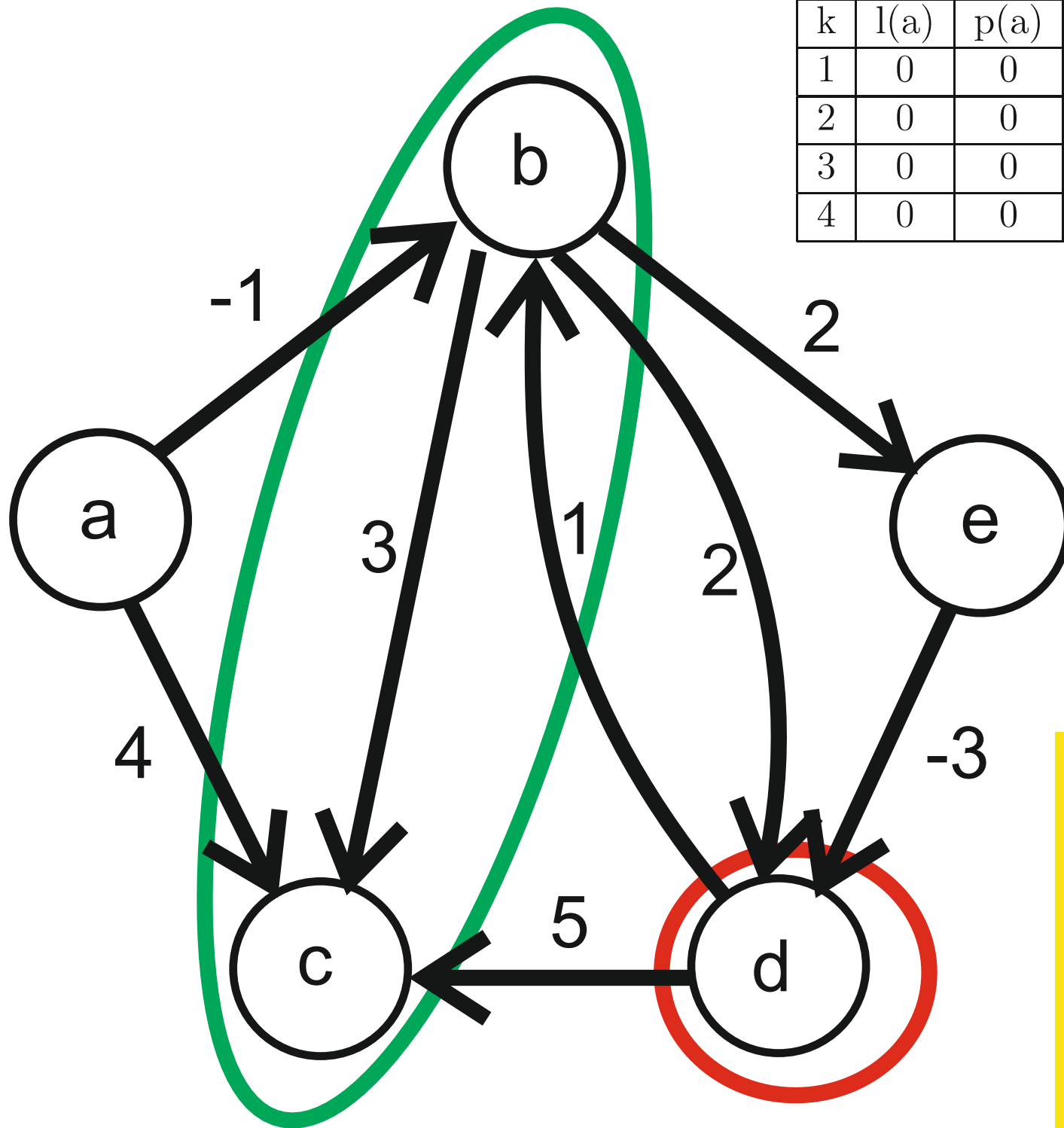
$p^k(v)$ – poprzednik wierzchołka v w k -tej iteracji

$\Gamma(v)$ – zbiór następników wierzchołka v

$\Gamma^{-1}(v)$ – zbiór poprzedników wierzchołka v

$$T_v = \Gamma^{-1}(v) \cap S$$

k	l(a)	p(a)	l(b)	p(b)	l(c)	p(c)	l(d)	p(d)	l(e)	p(e)
1	0	0	-1	a	4	a	∞	∞	∞	∞
2	0	0	-1	a	2	b	1	b	1	b
3	0	0	-1	a	2	b	-2	e	1	b
4	0	0	-1	a	2	b	-2	e	1	b



$$S := \{v : l^3(v) \neq l^2(v)\} = \{d\}$$

$$\Gamma(S) = \{b, c\}$$

$$T_b = \Gamma^{-1}(b) \cap S = \{d\}$$

$$l^3(b) = \min\{-1, -2 + 1\} = -1$$

$$T_c = \Gamma^{-1}(c) \cap S = \{d\}$$

$$l^3(c) = \min\{2, -2 + 5\} = 2$$

$l^k(v)$ – etykieta wierzchołka v w k -tej iteracji

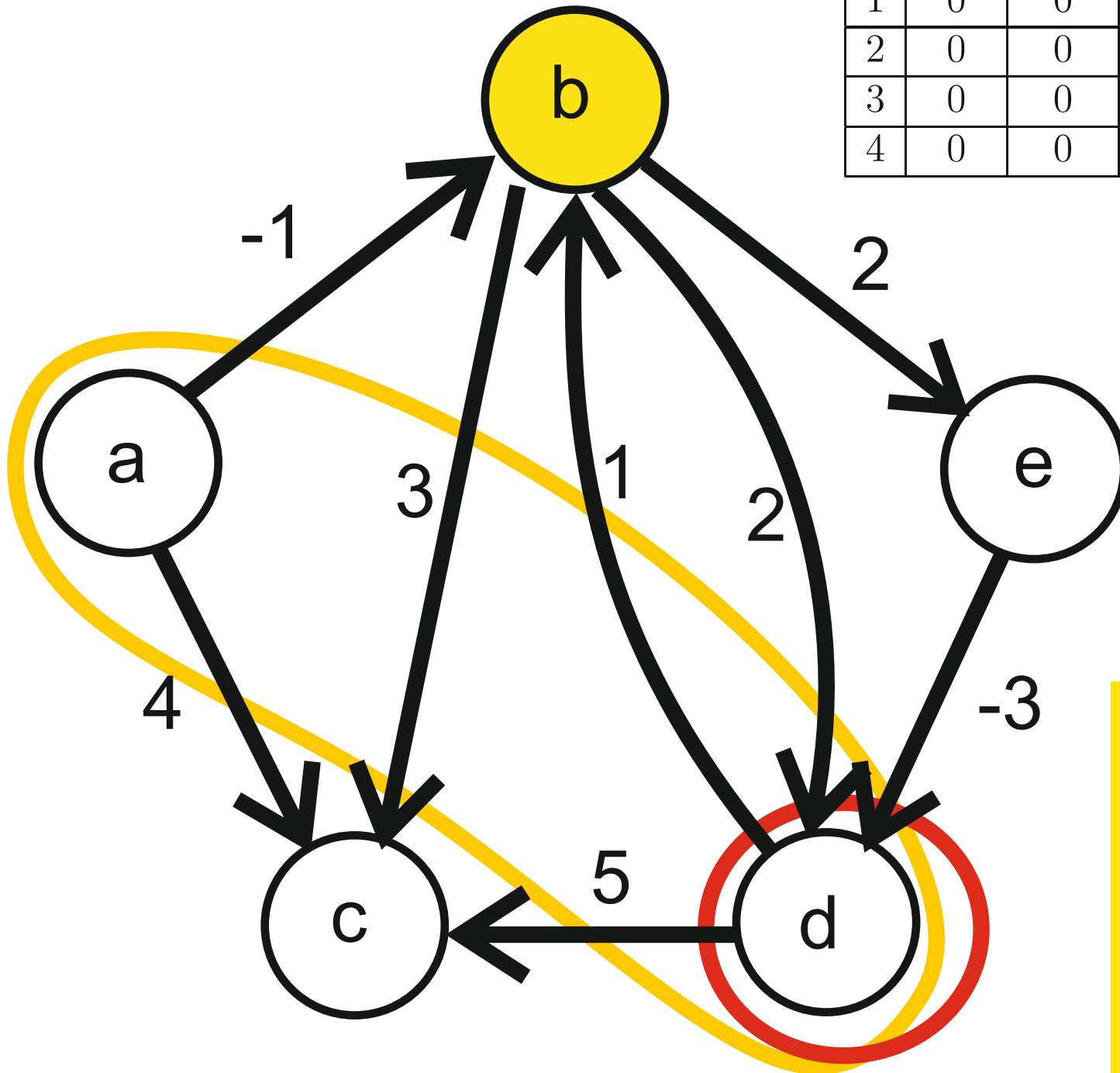
$p^k(v)$ – poprzednik wierzchołka v w k -tej iteracji

$\Gamma(v)$ – zbiór następników wierzchołka v

$\Gamma^{-1}(v)$ – zbiór poprzedników wierzchołka v

$$T_v = \Gamma^{-1}(v) \cap S$$

k	l(a)	p(a)	l(b)	p(b)	l(c)	p(c)	l(d)	p(d)	l(e)	p(e)
1	0	0	-1	a	4	a	∞	∞	∞	∞
2	0	0	-1	a	2	b	1	b	1	b
3	0	0	-1	a	2	b	-2	e	1	b
4	0	0	-1	a	2	b	-2	e	1	b



$$S := \{v : l^3(v) \neq l^2(v)\} = \{d\}$$

$$\Gamma(S) = \{b, c\}$$

$$T_b = \Gamma^{-1}(b) \cap S = \{d\}$$

$$l^3(b) = \min\{-1, -2 + 1\} = -1$$

$$T_c = \Gamma^{-1}(c) \cap S = \{d\}$$

$$l^3(c) = \min\{2, -2 + 5\} = 2$$

$l^k(v)$ – etykieta wierzchołka v w k -tej iteracji

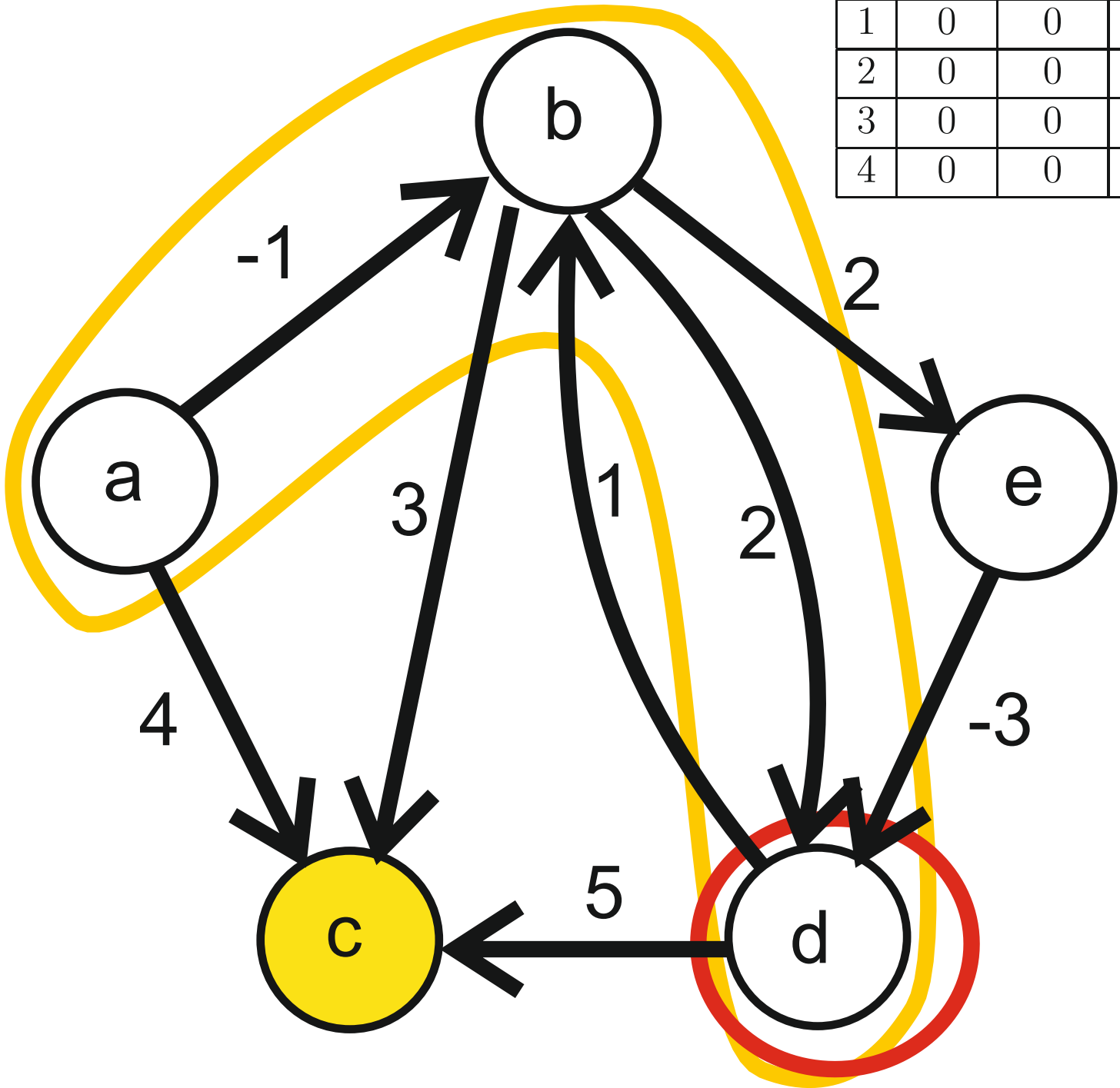
$p^k(v)$ – poprzednik wierzchołka v w k -tej iteracji

$\Gamma(v)$ – zbiór następników wierzchołka v

$\Gamma^{-1}(v)$ – zbiór poprzedników wierzchołka v

$$T_v = \Gamma^{-1}(v) \cap S$$

k	l(a)	p(a)	l(b)	p(b)	l(c)	p(c)	l(d)	p(d)	l(e)	p(e)
1	0	0	-1	a	4	a	∞	∞	∞	∞
2	0	0	-1	a	2	b	1	b	1	b
3	0	0	-1	a	2	b	-2	e	1	b
4	0	0	-1	a	2	b	-2	e	1	b



$$S := \{v : l^3(v) \neq l^2(v)\} = \{d\}$$

$$\Gamma(S) = \{b, c\}$$

$$T_b = \Gamma^{-1}(b) \cap S = \{d\}$$

$$l^3(b) = \min\{-1, -2 + 1\} = -1$$

$$T_c = \Gamma^{-1}(c) \cap S = \{d\}$$

$$l^3(c) = \min\{2, -2 + 5\} = 2$$