

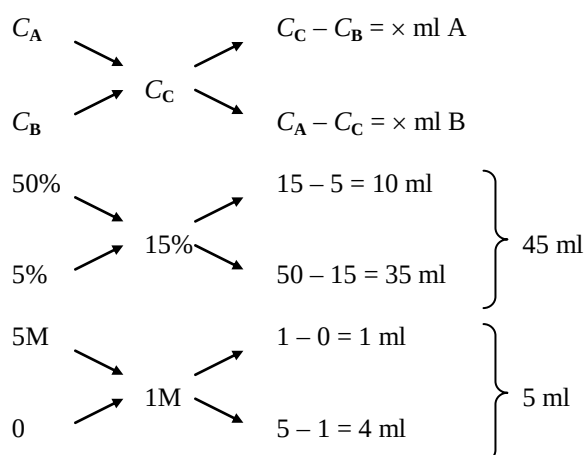
Laboratorium z biochemii

DLA STUDENTÓW BIOLOGII, BIOTECHNOLOGII I OCHRONY ŚRODOWISKA

Praca zbiorowa pod redakcją *Antoniego Polanowskiego*
 Poprawki do wydania III wprowadzone pod redakcją
Justyny Ciuraskiewicz i Elżbiety Gocek

13. UŻYTECZNE WZORY

13.1 Rozcieńczanie roztworów (stosunki objętościowe)



gdzie:

A – roztwór rozcieńczany

B – rozcieńczalnik

C – pożądany roztwór

C – stężenie

13.2 Frakcjonowanie nasyconym roztworem siarczanu (VI) amonu

$$V = \frac{100 \times (S_2 - S_1)}{(1 - S_2)}$$

gdzie:

S_2 – końcowe nasycenie (wyrażone w ułamkach dziesiętnych)

V – objętość nasyconego roztworu $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, jaką należy dodać do 100 ml wyjściowego roztworu o nasyceniu S_1 (wyrażonym w ułamku dziesiętnym), aby uzyskać nasycenie S_2

13.3 Frakcjonowanie stałym siarczanem (VI) amonu

$$g = \frac{53,3 \times V/100 \times (S_2 - S_1)}{1 - (0,3 \times S_2)}$$

gdzie:

g – ilość gramów siarczanu (VI) amonu

V – objętość początkowa wyrażona w mililitrach

S_1 – nasycenie początkowe wyrażone w ułamkach dziesiętnych

S_2 – nasycenie końcowe (pożądane) wyrażone w ułamkach dziesiętnych

13.4 Przeliczenie liczby obrotów rotora na minutę na wartość wyrażoną w g (RCF)

$$\text{RCF (g)} = 1,12 \times 10^{-6} \times r \times N^2$$

gdzie:

RCF – względna siła odśrodkowa wyrażona w wielokrotności siły grawitacyjnej

r – promień rotora wyrażony w milimetrach (mm)

N – liczba obrotów na minutę

13.5 Masa molowa oligonukleotydu

$$\text{MW [g/mol]} = [(A \times 312,2) + (G \times 328,2) + (C \times 288,2) + (T \times 303,2) - 61]$$

gdzie wartości A, G, C i T oznaczają liczbę odpowiednich nukleotydów w cząsteczce

14. DODATEK

Tab. 14.1 Ważniejsze pierwiastki

pierwiastek	symbol	liczba atomowa	masa atomowa (¹² C=12)	gęstość [g/cm ³]	temp. topnienia [°C]	temp. wrzenia [°C]
antymon	Sb	51	121,75	6,68	630	1380
arsen	As	33	74,92	5,72	615 subl.	–
azot	N	7	14,01	1,25**	–211	–196
bar	Ba	56	137,34	3,50	710	1 140
bizmut	Bi	83	208,98	9,8	271	1 560
bor	B	5	10,81	3,33	2 300	2 550
brom	Br	35	79,91	3,14	–7,3	58,8
chlor	Cl	17	35,45	1,51*	–100,5	–34,6
chrom	Cr	24	52,00	6,92	1 920	2 480
cyna	Sn	50	118,69	7,2	232	2 270
cynk	Zn	30	65,37	7,1	419	907
fluor	F	9	19,00	1,69**	–218	–188
fosfor (biały)	P	15	30,97	1,82	44,1	280
glin	Al	13	26,98	2,70	658	2 057
jod	I	53	126,90	4,93	113,6	184,4
kadm	Cd	48	112,40	8,64	321	767
kobalt	Co	27	58,93	8,9	1 492	2 900
krzem (kryst.)	Si	14	28,09	2,4	1 414	2 355
lit	Li	3	6,94	0,53	179	1 336
magnez	Mg	12	24,31	1,74	657	1 107
mangan	Mn	25	54,94	7,2	121	1 900
miedź	Cu	29	63,54	8,92	1 084	2 336
molibden	Mo	42	95,94	10,2	2 622	4 800
nikiel	Ni	28	58,71	8,9	1 453	2 900
ołów	Pb	82	204,19	11,34	327	1 620
platyna	Pt	78	195,09	21,45	1 773	4 300
potas	K	19	39,10	0,86	63,5	760
rtęć	Hg	80	200,59	13,55	–38,8	357
selen	Se	34	78,96	4,26	220	688
siarka	S	16	32,06	2,07	113	447
sód	Na	11	22,99	0,97	97,7	880
srebro	Ag	47	107,87	10,5	960	1 950
tlen	O	8	16,00	1,43**	–219	–183
tytan	Ti	22	47,90	4,4	1 800	>3 000
wanad	V	23	50,94	6,07	1 726	>3 000
wapń	Ca	20	40,08	1,55	850	1 240
węgiel (grafit)	C	6	12,01	2,25	3 652 subl.	–
wodór	H	1	1,01	0,09**	–262	–253
wolfram	W	74	183,85	19,3	3 380	5 900
złoto	Au	79	196,97	19,25	1 063	2 600
żelazo	Fe	26	55,85	7,86	1 535	3 000

*34,6 °C, ** g/dm³

Tab. 14.2 Sporządzanie roztworów zasad i kwasów

Roztwory	Stężenie molowe	Mililitry stężonego kwasu lub zasady uzupełnić wodą do 1 litra	Gęstość [g/cm³]
kwask siarkowy (VI)	5 2,5 1 0,5 0,25	277,7 138,9 55,5 27,8 13,9	1,84
kwask solny	5 2 1 0,5	500 200 100 50	1,16
kwask solny	5 2 1 0,5	415 166 83 41,5	1,19
kwask azotowy (V)	10 5 2 1	500 300 120 60	1,42
kwask octowy	10 5 2 1 0,5	600 300 120 60 30	1,055
wodorotlenek amonu	15 10 5 2 1 0,5	872 571 286 114 57 28,6	0,882
kwask chlorowy (VII) (nadchlorowy)	1 M	108,7 86,2	1,54 (60%) 1,67 (70%)

Tab. 14.3 Ważniejsze kwasy mineralne oraz stężone zasady

kwas mineralny / zasada	% wagowy	gęstość [g/cm ³]	molarność *
kwas octowy 99-100%	~99	1,06	18
bezwodnik octowy	90	1,07	–
kwas mrówkowy	99	1,22	26
kwas solny stężony 1,16	32	1,16	10
kwas solny stężony 1,18	36	1,18	12
kwas solny dymiący	38	1,19	12,5
kwas azotowy (V) stężony	65	1,40	14
kwas azotowy (V) dymiący	~99	1,51	21
kwas ortofosforowy (V) 1,71	85	1,69	15
kwas ortofosforowy (V) 1,75	89	1,75	16
kwas siarkowy (VI) stężony	~96	1,84	18
wodorotlenek amonu stężony	28	0,90	14,8
wodorotlenek potasu 50%	50	1,52	13,5
wodorotlenek sodu 50%	50	1,53	19,1

* wartość przybliżona

Tab. 14.4 Wskaźniki kwasowo-zasadowe

barwnik	zakres pH	zmiana koloru
błękit tymolowy	1,2–2,8	czerwony-żółty
purpura krezolowa	1,2–2,8	czerwony-żółty
błękit bromofenolowy	3,0–4,6	żółty-czerwonofioletowy
czerwień kongo	3,0–5,2	fiioletowy-pomarańczowy
oranż metylowy	3,1–4,4	czerwony-żółtopomarańczowy
zieleń bromokrezolowa	3,8–5,4	żółty-niebieski
czerwień metylenowa	4,4–6,2	czerwony-żółtopomarańczowy
purpura bromokrezolowa	5,2–6,8	żółty-purpurowy
czerwień bromofenolowa	5,2–6,8	żółtopomarańczowy-purpurowy
błękit bromotymolowy	6,0–7,6	żółty-niebieski
czerwień fenolowa	6,4–8,2	żółty-czerwony
czerwień obojętna	6,8–8,0	ciemnoczerwony-żółtopomarańczowy
czerwień krezolowa	7,0–8,8	żółty-purpurowy
purpura krezolowa	7,4–9,0	żółty-purpurowy
błękit tymolowy	8,0–9,6	żółty-niebieski
fenoloftaleina	8,2–9,8	bezbarwny-czerwonofioletowy
tymoloftaleina	9,3–10,5	bezbarwny-niebieski
żółcień alizarynowa GG	10,0–12,2	jasnożółty-brązowy

Tab. 14.5 Stałe dysocjacji niektórych słabych kwasów

kwas	masa cząsteczkowa	K	pK
askorbinowy	176,1	$8,00 \times 10^{-5}$ (K_1) $1,60 \times 10^{-12}$ (K_2)	4,1 11,79
azotowy (III) (azotawy)	47,0	$4,00 \times 10^{-4}$	3,4
benzoesowy	122,1	$6,30 \times 10^{-5}$	4,2
borowy	61,84	$5,80 \times 10^{-10}$ (K_1)	9,24
cyjanowodorowy	27	$7,20 \times 10^{-10}$	9,14
cytrynowy	192,1	$8,70 \times 10^{-4}$ (K_1) $1,80 \times 10^{-5}$ (K_2) $4,00 \times 10^{-6}$ (K_3)	3,06 4,74 5,40
fenol	94,1	$1,30 \times 10^{-10}$	9,89
orto-fosforowy	98	$7,50 \times 10^{-3}$ (K_1) $6,20 \times 10^{-8}$ (K_2) $4,80 \times 10^{-13}$ (K_3)	2,12 7,21 12,32
glicerofosforowy	172,1	$3,40 \times 10^{-2}$ (K_1) $6,40 \times 10^{-7}$ (K_2)	1,47 6,19
mlekowy	90,1	$1,40 \times 10^{-4}$	3,86
moczowy	168,1	$1,30 \times 10^{-4}$	3,89
mrówkowy	46,0	$1,77 \times 10^{-4}$	3,75
octowy	60	$1,75 \times 10^{-5}$	4,76
propionowy	74,1	$1,34 \times 10^{-5}$	4,87
siarkowy (IV) (siarkawy)	82,1	$1,72 \times 10^{-2}$ (K_1) $6,24 \times 10^{-8}$ (K_2)	1,76 7,20
siarkowodorowy	34,1	$5,70 \times 10^{-8}$ (K_1) $1,20 \times 10^{-15}$ (K_2)	7,24 14,92
węglowy	62,0	$4,30 \times 10^{-7}$ (K_1) $5,60 \times 10^{-11}$ (K_2)	6,37 10,25

Tab. 14.6 Ważniejsze rozpuszczalniki organiczne

rozpuszczalnik	gęstość [g/cm³]	temp. wrzenia [°C]	temp. zapłonu [°C]
aceton	0,79	56	−18
acetonitryl	0,75	82	+ 6
anilina	1,02	184	+76
benzen	0,88	80	−10
1-butanol	0,81	118	+29
2-butanol	0,81	100	+24
t-butanol	0,79	82	+11
chlorobenzen	1,11	132	+30
chloroform	1,48	61	niepalny
cykloheksan	0,78	81	−17
tetrachlorek węgla	1,59	77	niepalny
dichlorometan	1,33	40	niepalny
dimetyloformamid	0,95	153	+62
dioksan	1,03	101	+12
DMSO	1,10	189	+95
disiarczek węgla	1,26	46	−30
etanol	0,79	78	+12
eter dietylowy	0,71	35	−40
formamid	1,13	−	−
glicerol	1,26	290	+176
glikol etylenowy	1,11	197	+111
izobutanol	0,80	108	+29
ksylen	0,86	138	+27
kwas octowy lodowaty	1,05	118	+40
metanol	0,79	65	+11
n-heksan	0,66	69	−23
nitrobenzen	1,20	211	+92
n-pentan	0,63	36	−49
octan etylu	0,90	77	− 4
octan metylu	0,93	57	−10
pirydyna	0,98	115	+20
1-propanol	0,80	97	+15
2-propanol	0,78	82	+12
tetrahydrofuran	0,89	66	−18
toluen	0,87	111	+ 4

Tab. 14.7 Substancje wchodzące w skład buforów użytecznych w chromatografii na kationitach

pKa	użyteczny zakres pH	substancja	dpKa/(°C)	przeciw-jon
2,00	1,5-2,5	kwas maleinowy		Na ⁺
2,88	2,4-3,4	kwas malonowy		Na ⁺ /Li ⁺
3,13	2,6-3,6	kwas cytrynowy	-0,0024	Na ⁺
3,81	3,6-4,3	kwas mlekowy		Na ⁺
3,75	3,8-4,3	kwas mrówkowy	+0,0002	Na ⁺ /Li ⁺
4,21	4,3-4,8	kwas bursztynowy	-0,0018	Na ⁺
4,76	4,8-5,2	kwas octowy	+0,0002	Na ⁺ /Li ⁺
5,68	5,0-6,0	kwas malonowy		Na ⁺ /Li ⁺
7,20	6,7-7,6	fosforan*	-0,0028	Na ⁺
7,55	7,6-8,2	HEPES	-0,0140	Na ⁺ /Li ⁺
8,35	8,2-8,7	BICINE	-0,0180	Na ⁺

* sole fosforanowe często wymagają dodatkowego oczyszczenia (krystalizacja)

Tab. 14.8 Substancje wchodzące w skład buforów użytecznych w chromatografii na anionitach

pKa	użyteczny zakres pH	substancja	dpKa/(°C)	przeciw-jon
4,75	4,5-5,0	N-metylopiperazyna	-0,015	Cl ⁻
5,68	5,0-6,0	piperazyna	-0,015	Cl ⁻ /HCOO ⁻
5,96	5,5-6,0	L-histydyna		Cl ⁻
6,46	5,8-6,4	bis-Tris	-0,017	Cl ⁻
6,80	6,4-7,3	bis-Tris propan		Cl ⁻
7,76	7,3-7,7	trietanoloamina	-0,020	Cl ⁻ /CH ₃ COO ⁻
8,06	7,4-8,2	Tris	-0,028	Cl ⁻
8,52	8,0-8,5	N-metylodietyloamina	-0,028	Cl ⁻ /SO ₄ ²⁻ /CH ₃ COO ⁻
8,58	8,4-8,8	dietanoloamina	-0,025	Cl ⁻
8,64	8,5-9,0	1,3-diaminopropan	-0,031	Cl ⁻
9,50	9,0-9,5	etanoloamina	-0,029	Cl ⁻
9,73	9,5-9,8	piperazyna	-0,026	Cl ⁻
10,47	9,8-10,3	1,3-diaminopropan	-0,026	Cl ⁻
11,12	10,6-11,5	piperadyna	-0,031	Cl ⁻
12,33	11,8-12,0	fosforan	-0,026	Cl ⁻

Tab. 14.9 Bufory lotne stosowane w biopreparatyce

pH	substancja (system buforowy)	przeciw-jon
2,0	kwask mrówkowy	H ⁺
2,3-3,5	pirydyna/kwas mrówkowy	HCOO ⁻
3,0-5,0	trimetyloamina/kwas mrówkowy	HCOO ⁻
3,0-6,0	pirydyna/kwas octowy	CH ₃ COO ⁻
4,0-6,0	trimetyloamina/kwas octowy	CH ₃ COO ⁻
6,8-8,8	trimetyloamina/HCl	Cl ⁻
7,0-8,5	amoniak/kwas mrówkowy	HCOO ⁻
8,5-10,0	amoniak/kwas octowy	CH ₃ COO ⁻
7,0-12,0	trietyloamina/CO ₂	CO ₃ ⁻
7,0-12,0	dietyloamina/CO ₂	CO ₃ ⁻
7,9	kwaśny węglan amonu	HCO ₃ ⁻
8,0-9,5	węglan amonu/amoniak	CO ₃ ⁻
8,5-10,5	etanoloamina/HCl	Cl ⁻
8,9	węglan amonu	CO ₃ ⁻

Uwagi

Substancje wymienione w tabeli łatwo można usunąć z preparatów w procesie liofilizacji.

Tab. 14.10 Bufor octanowy (0,2 M)

pH	0,2 M octan sodu [ml]	0,2 M kwas octowy [ml]	pH	0,2 M octan sodu [ml]	0,2 M kwas octowy [ml]
3,6	0,75	9,25	4,8	5,90	4,10
3,8	1,20	8,80	5,0	7,00	3,00
4,0	1,80	8,20	5,2	7,90	2,10
4,2	2,65	7,35	5,4	8,60	1,40
4,4	3,70	6,30	5,6	9,10	0,90
4,6	4,90	5,10	5,8	9,40	0,60

Uwagi

Końcowa objętość wynosi 10 ml. Bufor octanowy możemy także sporządzić miareczkując wodorotlenkiem sodu roztwór kwasu octowego. Na przykład do sporządzenia 100 ml 1 M buforu octanowego należy do ok. 50 ml wody destylowanej odmierzyć 0,1 mola (5,8 ml) stężonego kwasu octowego, miareczkować roztworem NaOH (ok. 2 M) do pożądanego pH, a następnie uzupełnić wodą do 100 ml.

Tab. 14.11 Bufor cytrynianowy (0,1 M)

pH	0,1 M kwas cytrynowy [ml]	0,1M cytrynian sodu [ml]	pH	0,1 M kwas cytrynowy [ml]	0,1M cytrynian sodu [ml]
3,0	46,5	3,5	4,6	25,5	24,5
3,2	43,8	6,2	4,8	23,0	27,0
3,4	40,0	10,0	5,0	20,5	29,5
3,6	37,0	13,0	5,2	18,0	32,0
3,8	35,0	15,0	5,4	16,0	34,0
4,0	33,0	17,0	5,6	13,7	36,3
4,2	31,5	18,5	5,8	11,8	38,2
4,4	28,0	22,0	6,0	9,5	40,5

Uwagi

Końcowa objętość wynosi 50 ml. Bufor cytrynianowy można także sporządzić miareczkując roztwór kwasu cytrynowego wodorotlenkiem sodu. Na przykład do sporządzenia 100 ml 1 M buforu cytrynianowego należy rozpuścić 0,1 mola kwasu cytrynowego w ok. 50 ml wody i miareczkować ok. 2 M NaOH do pożądanego pH. Następnie uzupełnić wodą do 100 ml.

Tab. 14.12 Bufor cytrynianowo-fosforanowy

pH	0,1 M kwas cytrynowy [ml]	0,2 M Na ₂ HPO ₄ [ml]	pH	0,1 M kwas cytrynowy [ml]	0,2 M Na ₂ HPO ₄ [ml]
2,2	19,60	0,40	5,2	9,28	10,72
2,4	18,76	1,24	5,4	8,85	11,15
2,6	17,82	2,18	5,6	8,40	11,60
2,8	16,83	3,17	5,8	7,91	12,09
3,0	15,89	4,11	6,0	7,37	12,63
3,2	15,06	4,94	6,2	6,78	13,22
3,4	14,30	5,70	6,4	6,15	13,85
3,6	13,56	6,44	6,6	5,45	14,55
3,8	12,90	7,10	6,8	4,55	15,45
4,0	12,29	7,71	7,0	3,53	16,47
4,2	11,72	8,28	7,2	2,61	17,39
4,4	11,18	8,82	7,4	1,83	18,17
4,6	10,65	9,35	7,6	1,27	18,73
4,8	10,14	9,86	7,8	0,85	19,15
5,0	9,70	10,30	8,0	0,55	19,45

Uwagi

Końcowa objętość wynosi 20 ml. Sole sodowe można zastąpić potasowymi, będzie to bez wpływu na pH, którego wartość należy zawsze sprawdzić pH-metrem i w razie konieczności skorygować.

Tab. 14.13 Bufor węglanowy (0,2 M)

pH	0,2 M Na ₂ CO ₃ [ml]	0,2 M NaHCO ₃ [ml]	pH	0,2 M Na ₂ CO ₃ [ml]	0,2 M NaHCO ₃ [ml]
9,2	4,0	46,0	10,0	27,5	22,5
9,3	7,5	42,5	10,1	30,0	20,0
9,4	9,5	40,5	10,2	33,0	17,0
9,5	13,0	37,0	10,3	35,5	14,5
9,6	16,0	34,0	10,4	38,5	11,5
9,7	19,5	30,5	10,5	40,5	9,5
9,8	22,0	28,0	10,6	42,5	7,5
9,9	25,0	25,0	10,7	45,0	5,0

Uwagi

Końcowa objętość wynosi 50 ml.

Tab. 14.14 Bufor fosforanowy (0,2 M)

pH	0,2 M NaH ₂ PO ₄ [ml]	0,2 M Na ₂ HPO ₄ [ml]	pH	0,2 M NaH ₂ PO ₄ [ml]	0,2 M Na ₂ HPO ₄ [ml]
5,9	90,0	10,0	6,9	45,0	55,0
6,0	87,7	12,3	7,0	39,0	61,0
6,1	85,0	15,0	7,1	33,0	67,0
6,2	81,5	18,5	7,2	28,0	72,0
6,3	77,5	22,5	7,3	23,0	77,0
6,4	73,5	26,5	7,4	19,0	81,0
6,5	68,5	31,5	7,5	16,0	84,0
6,6	62,5	37,5	7,6	13,0	87,0
6,7	56,5	43,5	7,7	9,0	91,0
6,8	51,0	49,0	7,8	8,5	91,5

Uwagi

Końcowa objętości buforu wynosi 100 ml. Bufor fosforanowy możemy także sporządzić miareczkując wodorotlenkiem sodu roztwór NaH₂PO₄. Na przykład do sporządzenia 100 ml 1 M buforu fosforanowego należy w ok. 50 ml wody destylowanej rozpuścić 0,1 mola NaH₂PO₄ i miareczkować roztworem NaOH (ok. 2 M) do pożądanego pH, a następnie uzupełnić wodą do 100 ml. Podczas przechowywania w lodówce bufor fosforanowy może ulec odwracalnemu wytrąceniu.

Tab. 14.15 Bufor boranowy (0,2 M w odniesieniu do boranu)

pH	0,05 M boraks Na ₂ B ₄ O ₇ ×10H ₂ O [ml]	0,2 M kwas borowy [ml]	pH	0,05 M boraks Na ₂ B ₄ O ₇ ×10H ₂ O [ml]	0,2 M kwas borowy [ml]
7,4	1,0	9,0	8,2	3,5	6,5
7,6	1,5	8,5	8,4	4,5	5,5
7,8	2,0	8,0	8,7	6,0	4,0
8,0	3,0	7,0	9,0	8,0	2,0

Uwagi

Końcowa objętości buforu wynosi 10 ml.

Tab. 14.16 Bufor Tris-HCl (0,05M) w 23 °C

W celu uzyskania roztworu o poszukiwanym pH należy do 25 ml 0,2 M roztworu Tris (trihydroksymetyloaminometan) dodać podane w tabeli ilości 0,1 M HCl i uzupełnić do 100 ml wodą.

pH 23°C	0,1 M HCl [ml]	pH 23°C	0,1 M HCl [ml]
9,10	5,0	8,05	27,5
8,92	7,5	7,96	30,0
8,74	10,0	7,87	32,5
8,62	12,5	7,77	35,0
8,50	15,0	7,66	37,5
8,40	17,5	7,54	40,0
8,32	20,0	7,36	42,5
8,23	22,5	7,20	45,0
8,14	25,0		

Tab. 14.17 Zależność pH buforu Tris-HCl (0,05 M) od temperatury

5°C	25°C	37°C
7,76	7,20	6,91
7,89	7,30	7,02
7,97	7,40	7,12
8,07	7,50	7,22
8,18	7,60	7,30
8,26	7,70	7,40
8,37	7,80	7,52
8,48	7,90	7,62
8,58	8,00	7,71
8,68	8,10	7,80
8,78	8,20	7,91
8,88	8,30	8,01
8,98	8,40	8,10
9,09	8,50	8,22
9,18	8,60	8,31
9,28	8,70	8,42

Tab. 14.18 Bufor weronalowy (0,05M)

W celu uzyskania roztworu o poszukiwanym pH należy do 50 ml 0,2 M roztworu weronału sodu dodać podane w tabeli ilości 0,2 M HCl i uzupełnić do 200 ml wodą.

pH	0,2 M HCl [ml]	pH	0,2 M HCl [ml]
9,2	1,5	7,8	22,5
9,0	2,5	7,6	27,5
8,8	4,0	7,4	32,5
8,6	6,0	7,2	39,0
8,4	9,0	7,0	43,0
8,2	12,7	6,8	45,0
8,0	17,5		

Tab. 14.19 Przedrostki układu SI

przedrostek	miara	skrót	przedrostek	miara	skrót
yotta	10^{24}	Y	mili	10^{-3}	m
zetta	10^{21}	Z	mikro	10^{-6}	μ
exa	10^{18}	E	nano	10^{-9}	n
peta	10^{15}	P	piko	10^{-12}	p
tera	10^{12}	T	femto	10^{-15}	f
giga	10^9	G	atto	10^{-18}	a
mega	10^6	M	zepto	10^{-21}	z
kilo	10^3	k	yocto	10^{-24}	y

Tab. 14.20 Przeliczanie jednostek

jednostki długości	1 metr	=	3,281 stopy (feet)
	stopa	=	0,3048 metra
	1 cm	=	0,3937 cala (inch)
	1 cal	=	2,54 centymetra
jednostki objętości	1 litr	=	0,2642 galona (USA)
	1 galon	=	3,785 litra
	1 m ³	=	35,31 stóp sześciennych
	1 stopa ³	=	0,028 m ³
	1 galon (UK)	=	4,546 litra
jednostki ciśnienia	1 mbar	=	0,75 mmHg
	1 mbar	=	0,1 kPa
	1 mbar	=	0,0394 cala Hg
	1 mbar	=	0,75 Torr
	1 mbar	=	0,000987 atm
	1 mba	=	0,0145 psi (funta na cal kwadratowy)
jednoski masy	1 funt	=	0,453 kg
	1 kg	=	2,2046 funta (Lbs.)
	1 uncja	=	28,35 grama
	1 gram	=	0,0353 uncji (Ounces USA)

Tab. 14.21 Okres półtrwania typowych izotopów używanych w laboratorium biochemicznym

radioizotop		okres półtrwania
węgiel-14	(¹⁴ C)	5730 lat
jod-125	(¹²⁵ I)	60 dni
fosfor-32	(³² P)	14,3 dnia
fosfor-33	(³³ P)	25 dni
siarka-35	(³⁵ S)	87,4 dnia
tryt	(³ H)	2,4 lat

Tab. 14.22 Migracja barwników markerowych w denaturującym żelu poliakryloamidowym

akryloamid [%]	 błękit bromofenolowy*	ksylencyjanol FF*
5	35	130
6	26	106
8	19	76
10	12	55
20	8	28

* Liczby oznaczają wielkość DNA (wyrażoną liczbą nukleotydów), który wędruje razem z barwnikiem.

Tab. 14.23 Rekomendowany zakres wielkości DNA rozdzielanego w niedenaturującym żelu poliakryloamidowym

(wg Sambrok, Fritch i Maniatis, eds., Molecular Cloning: A Laboratory Manual, New York, 1989)

akryloamid [%]	zakres rozdziału [bp]	barwnik bromofenolowy*	ksylencyjanol FF*
3,5	1000–2000	100	460
5,0	80–500	65	260
8,0	60–400	45	160
12	40–200	20	70
15	25–150	15	60
20	6–100	12	45

* Liczby oznaczają wielkość DNA, który wędruje razem z barwnikiem (wyrażoną liczbą par nukleotydów – bp).

Tab. 14.24 Rekomendowane stężenia żelu agarozowego podczas rozdzielania DNA

Agaroza [%]	Zakres wielkości rozdzielanego DNA
0,5	1 000 – 30 000 bp
0,7	800 – 12 000 bp
1,0	500 – 10 000 bp
1,2	400 – 7 000 bp
1,5	200 – 3 000 bp
2,0	50 – 2 000 bp

Tab. 14.25 Komórka bakteryjna *Escherichia coli*

	na 1 komórkę	na 1 litr kultury (10 ⁹ komórek/ml)
DNA (genomowy)	5 fg	5 mg
RNA całkowity	100 fg	100 mg
„mokra” waga	950 fg	950 mg
„sucha waga”	280 fg	280 mg
białko całkowite	155 fg	155 mg
objętość	1,15 µm ³	–
stężenie białka w komórce	135 mg/ml	–

Tab. 14.26 Typy plazmidów i ich występowanie w komórce bakteryjnej

typ plazmidu (razem z pochodnymi)	liczba kopii na 1 komórkę	klasyfikacja
pUC	500–700	wielokopijny (high copy)
pBluescript	300–500	wielokopijny (high copy)
pGEM	300–400	wielokopijny (high copy)
pTZ	>1000	wielokopijny (high copy)
pBR322	15–20	niskokopijny/centromeryczny (low copy)
pQE	ok. 30	niskokopijny/centromeryczny (low copy)
pREP4	ok. 30	niskokopijny/centromeryczny (low copy)
pACYC	10–12	niskokopijny/centromeryczny (low copy)
pSC101	ok. 5	niskokopijny/centromeryczny (very low copy)

Tab. 14.27 Absorbancja kwasów nukleinowych

$A_{260} = 1$ (kuweta 1 cm)	stężenie w wodzie destylowanej
dwuniciowy DNA	50 µg/ml
jednoniciowy DNA	33 µg/ml
jednoniciowy RNA	40 µg/ml
oligonukleotyd (20 nt)	20–30 µg/ml

Tab. 14.28 Wielkości podjednostek rybosomalnych różnych organizmów

rodzaj RNA	liczba nukleotydów	masa cząsteczkowa [Da]
<i>Escherichia coli</i>		
tRNA	75	$2,6 \times 10^4$
5S RNA	120	$4,1 \times 10^4$
16 S RNA	1541	$5,2 \times 10^5$
23S RNA	2904	$9,9 \times 10^5$
<i>Drosophila melanogaster</i>		
18S RNA	1976	$6,7 \times 10^5$
28S RNA	3898	$1,3 \times 10^6$
mysz		
18S RNA	1869	$6,4 \times 10^5$
28S RNA	4712	$1,6 \times 10^6$
człowiek		
18S RNA	1868	$6,4 \times 10^5$
28S RNA	5025	$1,7 \times 10^6$
królik		
18S RNA	2366	$8,0 \times 10^5$
28S RNA	6333	$2,2 \times 10^6$

Tab. 14.29 Wyjściowe roztwory antybiotyków

Antybiotyk	Stężenie r-ru wyjściowego	Typowe stężenie podczas selekcji
Ampicylina	100 mg/ml (woda)	50-100 µg/ml
Kanamycyna	50 mg/ml (woda)	50 µg/ml
Chloramfenikol	34 mg/ml (etanol)	34 µg/ml
Streptomycyna	20 mg/ml (woda)	25 µg/ml
Tetracyklina	12,5 mg/ml (50% etanol)	12,5 µg/ml

Tab. 14.30 Typowa ilość poszczególnych rodzajów RNA w komórce ssaczej

rodzaj RNA	zawartość w stosunku do całości RNA
rRNA (28S, 18S, 5S) (rybosomalny)	80–85%
tRNA, snRNA i inny niskocząsteczkowy RNA	15–20%
mRNA (matrycowy)	1–5%

Tab. 14.31 Kod genetyczny

	U	C	A	G
U	UUU Phe	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys
	UUC Phe	UCC Ser	UAC Tyr	UGC Cys
	UUA Leu	UCA Ser	UAA STOP	UGA STOP
	UUG Leu	UCG Ser	UAG STOP	UGG Trp
C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg
	CUC Leu	CCC Pro	CAC His	CGC Arg
	CUA Leu	CCA Pro	CAA Gln	CGA Arg
	CUG Leu	CCG Pro	CAG Gln	CGG Arg
A	AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser
	AUC Ile	ACC Thr	AAC Asn	AGC Ser
	AUA Ile	ACA Thr	AAA Lys	AGA Arg
	AUG Met	ACG Thr	AAG Lys	AGG Arg
G	GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Gly
	GUC Val	GCC Ala	GAC Asp	GGC Gly
	GUA Val	GCA Ala	GAA Glu	GGA Gly
	GUG Val	GCG Ala	GAG Glu	GGG Gly