

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**ЭКСТРАКЦИЯ ИТТЕРБИЯ РАСТВОРАМИ МОНО(2-ЭТИЛГЕКСИЛОВОГО)
ЭФИРА 2-ЭТИЛГЕКСИЛФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ В ГЕКСАНЕ
ИЗ РАСТВОРОВ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ**

© 2024 К. С. Бобровская^a, Р. А. Кузнецов^{a,*}

^a Научно-исследовательский технологический институт им. С.П. Капицы

Ульяновского государственного университета, ул. Льва Толстого, д. 42г, 432017, Ульяновск, Российская Федерация

*e-mail: rostislavkuznetsov@yandex.ru

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КИСЛОТНОСТИ
РАСТВОРОВ**

Для измерения кислотности раствора применяли следующую методику. В стеклянный стакан вместимостью 250 мл, содержащий 100 мл дистilledированной воды, вносили 5 мл водного раствора, содержащего CaCl_2 в концентрации 0.1 моль/л, и Трилон Б в концентрации 0.05 моль/л с $\text{pH}=7$. Кислотность этого раствора доводили до значения $\text{pH}_{\text{фикс}} = 4.5$ с помощью раствора HNO_3 с концентрацией 0.1 моль/л, контролируя pH с помощью стандартного стеклянного электрода. К приготовленному раствору добавляли аликвоту

азотнокислого раствора иттербия. Кислотность образующегося раствора снижается за счет протонов, содержащихся в исследуемой аликвоте, т.е. за счет свободной кислотности. Полученную смесь титровали стандартизованным раствором NaOH до достижения значения pH , равного величине $\text{pH}_{\text{фикс}}$, фиксируя при этом израсходованный объем титранта. Концентрацию протонов (C_H^+) в азотнокислом растворе иттербия рассчитывали по закону эквивалентов. Для каждого значения кислотности проводили по три параллельных измерения. Экспериментально показано, что погрешность определения кислотности раствора, содержащего до 10 г/л иттербия, не превышает 3%.

Таблица Д1. Значения коэффициентов a и b аппроксимирующих уравнений зависимости коэффициента распределения иттербия от концентрации азотной кислоты при различных концентрациях металла и экстрагента

[Yb], г/л	[HEH[EHP]], моль/л	a	b
0.1	0.5	-2.90	0.52
	1	-2.91	1.3
	1.5	-2.78	1.69
	2	-2.49	2.01
0.5	0.5	-3.02	0.50
	1	-2.83	1.26
	1.5	-2.69	1.67
	2	-2.50	1.98
1	0.5	-2.30	0.5
	1	-2.42	1.16
	1.5	-2.67	1.61
	2	-2.45	1.98
2.5	0.5	-2.03	0.25
	1	-1,82	0,97
	1.5	-2.47	1.44
	2	-2.51	1.87

Таблица Д1. Продолжение

5	0.5	-1.26	0.18
	1	-1.63	0.78
	1.5	-2.15	1.25
	2	-2.51	1.69

Таблица Д2. Значения коэффициентов *a* и *b* аппроксимирующих уравнений зависимости коэффициента распределения иттербия от концентрации экстрагента при различных концентрациях металла и азотной кислоты

[Yb], г/л	[HNO ₃], моль/л	<i>a</i>	<i>b</i>
0.1	0.5	1.94	2.10
	1	2.60	1.26
	1.5	2.55	0.79
	2	2.61	0.38
0.5	0.5	2.01	2.09
	1	2.42	1.29
	1.5	2.49	0.80
	2	2.60	0.31
1	0.5	2.41	1.93
	1	2.47	1.24
	1.5	2.45	0.80
	2	2.40	0.42
2.5	0.5	2.83	1.57
	1	2.50	1.05
	1.5	2.45	0.60
	2	2.55	0.28
5	0.5	3.09	1.3
	1	2.45	0.84
	1.5	2.47	0.50
	2	2.41	0.21

РАСЧЁТНЫЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ИТТЕРБИЯ ПРИ ЭКСТРАКЦИИ РАСТВОРАМИ НЕН[ЕНР] В ГЕКСАНЕ

Таблица Д3. Расчётные и экспериментальные значения коэффициентов распределения иттербия при экстракции 0.5 М раствором НЕН[ЕНР] в гексане

[HNO ₃], моль/л	D	Концентрация иттербия, г/л				
		0.1	0.5	1	2.5	5
0.5	Dрасч	23.3	18.9	13.2	6.5	3.0
	Dэксп	30.0	23.0	15.0	5.9	3.1
0.65	Dрасч	9.1	7.8	6.6	4.3	2.2
	Dэксп	11.6	10.8	9.5	4.4	2.4
0.8	Dрасч	6.1	5.3	4.2	2.6	1.4
	Dэксп	5.0	4.8	4.3	2.6	1.8
1.0	Dрасч	3.1	2.8	2.5	1.8	1.0
	Dэксп	3.7	3.5	3.1	1.9	1.4
1.25	Dрасч	1.8	1.7	1.5	1.1	0.6
	Dэксп	2.3	2.1	1.9	1.5	1.1
1.5	Dрасч	1.2	1.1	1.0	0.75	0.4
	Dэксп	1.2	1.15	1.1	0.95	0.75
2	Dрасч	0.56	0.53	0.49	0.39	0.21
	Dэксп	0.5	0.45	0.42	0.38	0.35

Таблица Д4. Расчётные и экспериментальные значения коэффициентов распределения иттербия при экстракции 1 М раствором НЕН[ЕНР] в гексане

[HNO ₃], моль/л	D	Концентрация иттербия, г/л				
		0.1	0.5	1	2.5	5
0.5	Dрасч	131.4	110.8	72.3	33.1	13.1
	Dэксп	126.9	100.0	69.9	28.4	15.0
0.65	Dрасч	61.2	52.8	38.8	21.5	9.4
	Dэксп	70.7	57.2	40.0	19.0	11.0
0.8	Dрасч	33.8	29.6	24.1	14.5	6.6
	Dэксп	48.7	38.3	28.0	13.4	8.5
1.0	Dрасч	17.7	15.9	13.9	9.4	4.7
	Dэксп	23.7	21.0	17.0	10.0	6.4
1.25	Dрасч	9.3	8.6	8.4	6.3	3.3
	Dэксп	11.8	10.7	9.8	7	4.6
1.5	Dрасч	6.5	5.9	5.5	4.5	2.5
	Dэксп	7.0	6.5	5.8	4.3	3
2	Dрасч	3.2	2.9	2.7	2.0	1.1
	Dэксп	2.6	2.5	2.4	2.1	1.8

Таблица Д5. Расчётные и экспериментальные значения коэффициентов распределения иттербия при экстракции 1.5 М раствором НEH[ЕНР] в гексане

[HNO ₃], моль/л	D	Концентрация иттербия, г/л				
		0.1	0.5	1	2.5	5
0.5	Dрасч	289.4	258.8	247.9	170.5	70.6
	Dэксп	335.6	233.1	180.0	123.5	87.8
0.65	Dрасч	163.8	142.9	126.9	80.5	37.1
	Dэксп	161.7	152.8	128.0	80.0	27.7
0.8	Dрасч	91.6	81.7	72.7	48.5	22.4
	Dэксп	99.2	85.0	65.5	45.0	26.8
1.0	Dрасч	49.1	44.9	39.9	27.8	13.5
	Dэксп	48.2	45.0	40.5	27.2	16.7
1.25	Dрасч	28.1	25.8	23.1	16.4	8.2
	Dэксп	26.6	25.0	22.2	16.0	11.1
1.5	Dрасч	17.8	16.4	14.7	10.7	5.6
	Dэксп	16.8	16.0	14.5	10.6	7.3
2	Dрасч	8.7	8.1	7.4	5.5	2.9
	Dэксп	6.7	6.7	6.2	5.2	4.2

Таблица Д6. Расчётные и экспериментальные значения коэффициентов распределения иттербия при экстракции 2 М раствором НEH[ЕНР] в гексане

[HNO ₃], моль/л	D	Концентрация иттербия, г/л				
		0.1	0.5	1	2.5	5
0.5	Dрасч	431.6	429.7	415.1	400.8	162.2
	Dэксп	440.0	424.5	415.0	300.0	170.0
0.65	Dрасч	296.3	273.2	245.8	174.0	84.9
	Dэксп	282.4	247.5	240.5	185.0	98.5
0.8	Dрасч	176.3	169.6	162.4	130.4	83.4
	Dэксп	173.4	161.7	150.5	125.0	85.7
1.0	Dрасч	100.9	93.2	83.9	74.6	46.4
	Dэксп	114.1	107.1	99.5	75.0	50.0
1.25	Dрасч	58.3	55.7	52.5	42.7	26.6
	Dэксп	75	71.4	66.6	50.0	32.1
1.5	Dрасч	36.9	33.9	30.6	22.2	11.5
	Dэксп	40.9	37.0	35.1	28.2	19.1
2	Dрасч	17.9	16.6	15.1	11.2	6.1
	Dэксп	15.3	14.7	14.5	11.9	8.5