

Материальный баланс многокомпонентной смеси

Практическое занятие

Выбор задания для расчёта материального баланса

вариант	состав	Изобутан	Н-бутан	Изопентан	Н-пентан	Н-гексан	Производительность кг/ч
1	F	20	10	10	30	30	15000
	D		1,0	0,2	0	0	
	W	0,5					
2	F	15	15	15	25	30	20000
	D			0,6	0,15	0	
	W	0,2	0,8				
3	F	10	15	20	30	25	25000
	D				1,5	0,4	
	W	0	0,5	2,0			
4	F	30	30	10	10	20	30000
	D					0,4	
	W	0	0	0,3	1,5		
5	F	30	10	10	40	10	17000
	D		0,7	0,15	0	0	
	W	0,4					
6	F	25	15	30	15	15	22000
	D			0,8	0,21	0	
	W	0,25	1,0				
7	F	10	30	10	40	10	28000
	D			1,86	0,14	0	
	W	0	0,17	15,59			
8	F	10	10	40	20	20	19000
	D				24,88	0	
	W	0	0	0,11	0,65		
9	F	10	15	20	30	25	25000
	D				1,5	0,4	
	W	0	0,5	2,0			
10	F	10	30	10	40	10	36000
	D			0,6	0,14	0	
	W	0	0,17	0,7			

№	состав исходной смеси, масс. дол.,%					Производит ельно сть, кг/ч	состав дистиллата, масс.дол.,%					состав кубового остатка, масс.дол.,%				
	Н-пен тан	Н-гек сан	бензол	Н-геп тан	тол уо л		Н - пе нт ан	Н - ге кс ан	бе нз ол	Н - ге пт ан	то лу ол	Н - пе нт ан	Н - ге кс ан	бе нз ол	Н - ге пт ан	то лу ол
11	5,0	15,0	25,0	30,0	25,0	10000			0,8	0,2	0	0	0,3			
12	1,0	16,0	30,0	23,0	30,0	20000				1,1	0,1	0	0	0,6		
13	2,0	21,0	32,0	30,0	15,0	30000				0,7	0,1	0	0	0,5		
14	4,0	25,0	28,0	35,0	18,0	40000			0,9	0,1	0	0,1	0,6			
15	3,0	20,0	27,0	27,0	23,0	50000			0,5	0	0	0	0,5			
16	3,0	16,0	11,0	20,0	50,0	11000					0,6	0	0	0,2	0,6	
17	40,0	20,0	20,0	10,0	10,0	12000		0,6	0,1	0	0	0,5				
18	30,0	14,0	11,0	20,0	25,0	13000		0,7	0,2	0	0	1,0				
19	26,0	12,0	18,0	21,0	23,0	14000		0,9	0,3	0	0	0,4				
20	12,0	18,0	40,0	20,0	10,0	15000				0,5	0,1	0	0	0,5		
21	10,0	15,0	26,0	26,0	23,0	16000				0,8	0,2	0	0	0,6		
22	5,0	15,0	25,0	30,0	25,0	17000			0,8	0,2	0	0	0,3			
23	1,0	16,0	30,0	23,0	30,0	18000				1,1	0,1	0	0	0,6		
24	2,0	21,0	32,0	30,0	15,0	19000				0,7	0,1	0	0	0,5		
25	4,0	25,0	28,0	35,0	18,0	25000			0,9	0,1	0	0,1	0,6			
26	3,0	20,0	27,0	27,0	23,0	26000			0,5	0	0	0	0,5			
27	3,0	16,0	11,0	20,0	50,0	27000					0,6	0	0	0,2	0,6	
28	40,0	20,0	20,0	10,0	10,0	28000		0,6	0,1	0	0	0,5				
29	30,0	14,0	11,0	20,0	25,0	29000		0,7	0,2	0	0	1,0				
30	26,0	12,0	18,0	21,0	23,0	30000		0,9	0,3	0	0	0,4				
31	12,0	18,0	40,0	20,0	10,0	31000				0,5	0,1	0	0	0,5		
32	10,0	15,0	26,0	26,0	23,0	31000				0,8	0,2	0	0	0,6		
33	3,0	16,0	11,0	20,0	50,0	33000					0,6	0	0	0,2	0,6	
34	40,0	20,0	20,0	10,0	10,0	34000		0,6	0,1	0	0	0,5				

Оформляем таблицу материального баланса

Исходные данные

наименование	М,	питание				дистиллят				куб			
	<u>кмоль</u> кг	кг/ч	мас. дол.%	<u>кмоль</u> ч	мол. дол.%	кг/ч	мас. дол.%	<u>кмоль</u> ч	мол. дол.%	кг/ч	мас. дол.%	<u>кмоль</u> ч	мол. дол.%
Изобутан	58		10,00								0,00		
н-бутан	58		15,00								0,50		
изопентан	72		20,00										
н-пентан	72		30,00				1,50						
н-гексан	86		25,00				0,40						
Итого:		22550,00	100,00				100,00				100,00		

- В Microsoft Excel создаём таблицу материального баланса
- Вносим исходные данные для питания колонны, дистиллята и кубового остатка
- Вносим исходные данные по производительности колонны по питанию



Производим расчет столбца «ПИТАНИЕ»

наименование	М, кмоль кг	питание				дистиллят				куб			
		кг/ч	мас. дол.%	кмоль ч	мол. дол.%	кг/ч	мас. дол.%	кмоль ч	мол. дол.%	кг/ч	мас. дол.%	кмоль ч	мол. дол.%
Изобутан	58	2255,0	10,00	38,88	12,17						0,00		
н-бутан	58	3382,5	15,00	58,32	18,26						0,50		
изопентан	72	4510,0	20,00	62,64	19,61						2,00		
н-пентан	72	6765,0	30,00	93,96	29,42		1,50						
н-гексан	86	5637,5	25,00	65,55	20,53		0,40						
Итого:		22550,00	100,00	319,35	100,00		100,00				100,00		

□ Находим количество веществ

$22550,0 * 10 / 100 = 2255,00$ кг/ч (остальные строки аналогично)

□ Определяем количество вещества

$2255,0 / 58 = 38,88$ кмоль/ч (остальные аналогично)

□ Находим сумму кмоль/ч

□ Определяем мольные доли % компонентов

$(38,88 / 319,35) * 100 = 12,17$ мол. дол.,%



Решаем систему

Уравнение материального баланса

Основное уравнение материального баланса

$$F = D + W$$

Составляем систему уравнений

$$F * x_{f1} = D * x_{d1} + W * x_{w1}$$

$$F * x_{f2} = D * x_{d2} + W * x_{w2}$$

$$F * x_{f3} = D * x_{d3} + W * x_{w3}$$

$$F * x_{f4} = D * x_{d4} + W * x_{w4}$$

$$F * x_{f5} = D * x_{d5} + W * x_{w5}$$

$$\sum_{i=1} x_f = 1,0000$$

$$\sum_{i=1} x_d = 1,0000$$

$$\sum_{i=1} x_w = 1,0000$$

$$22550 * \left(\frac{10}{100}\right) = D * x_{d1} + W * 0$$

$$22550 * \left(\frac{15}{100}\right) = D * x_{d2} + W * \left(\frac{0,5}{100}\right)$$

$$22550,0 * \left(\frac{20}{100}\right) = D * x_{d3} + W * \left(\frac{2}{100}\right)$$

$$22550 * \left(\frac{30}{100}\right) = D * \left(\frac{1,5}{100}\right) + W * x_{w4}$$

$$22550 * \left(\frac{25}{100}\right) = D * \left(\frac{0,4}{100}\right) + W * x_{w5}$$

$$\sum_{i=1} x_f = 1,0000$$

$$\sum_{i=1} x_d = 1,0000$$

$$\sum_{i=1} x_w = 1,0000$$

$$2255,00 = D * x_{d1} + W * 0$$

$$3382,50 = D * x_{d2} + W * 0,005$$

$$4510,00 = D * x_{d3} + W * 0,02$$

$$6765,00 = D * 0,015 + W * x_{w4}$$

$$5637,50 = D * 0,004 + W * x_{w5}$$

$$\sum_{i=1} x_f = 1,0000$$

$$\sum_{i=1} x_d = 1,0000$$

$$\sum_{i=1} x_w = 1,0000$$



$$6765,00 + 5637,50 = D * 0,015 + D * 0,004 + W * x_{w4} + W * x_{W5}$$

$$12402,5 = D * (0,015 + 0,004) + W * (x_{w4} + x_{W5})$$

$$12402,5 = D * 0,019 + W * (x_{w4} + x_{W5})$$

$$(x_{w4} + x_{W5}) = 1 - 0 - 0,005$$

$$(x_{w4} + x_{W5}) = 0,995$$

$$12402,5 = D * 0,019 + W * 0,995$$



$$12402,5 = D * 0,019 + W * 0,995$$

- Выражаем D , согласно основному уравнению материального баланса

$$F = D + W$$

$$D = F - W$$

$$12402,5 = (F - W) * 0,019 + W * 0,975$$

$$12402,5 = (22550,0 - W) * 0,019 + W * 0,975$$

$$12402,5 = 428,45 - 0,019 * W + W * 0,975$$

$$12402,5 - 428,45 = 0,956 * W$$



$$12402,5 - 428,45 = 0,956 * W$$

$$11973,55 = 0,956 * W$$

$$W = \frac{11973,55}{0,956} = 12525,16 \text{ кг/ч}$$

$$D = F - W$$

$$D = 22550,00 - 12525,16 = 10024,84 \quad \text{кг/ч}$$



Определяем состав дистиллята и питания

Определяем неизвестный состав
дистиллята и кубового остатка



Результат

наименование	М	питание				дистиллят				куб			
		кг/ч	мас. дол. %	кмоль/ч	мол. дол. %	кг/ч	мас. дол. %	кмоль/ч	мол. дол. %	кг/ч	мас %	кмоль/ч	мол. дол. %
Изобутан	58	2255,00	10,00	38,88	12,17	2255,00	22,49	38,88	24,63	0,00	0,00	0,00	0,00
н-бутан	58	3382,50	15,00	58,32	18,26	3319,87	33,12	57,24	36,27	62,63	0,50	1,08	0,67
изопентан	72	4510,00	20,00	62,64	19,61	4259,50	42,49	59,16	37,48	250,50	2,00	3,48	2,15
н-пентан	72	6765,00	30,00	93,96	29,42	150,37	1,50	2,09	1,32	6614,63	52,81	91,87	56,88
н-гексан	86	5637,50	25,00	65,55	20,53	40,10	0,40	0,47	0,30	5597,40	44,69	65,09	40,30
Итого:		22550,00	100,0	319,35	100,0	10024,84	100,00	157,83	100,0	12525,16	100	161,51	100,0