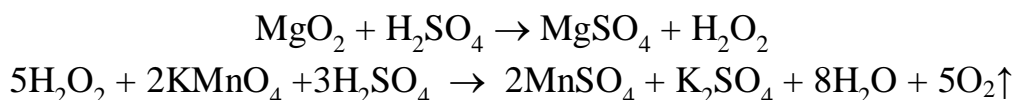


Примеры решения задач.

1. Рассчитайте массу навески магния пероксида (М.м. 56,31), если на ее титрование перманганатометрическим методом израсходовано 18,08 мл 0,02 М раствора калия перманганата ($K = 0,9960$), содержание действующего вещества в субстанции – 25,2%.



Исходя из уравнения реакции определяем стехиометрическое соотношение (s): т.к. исследуемая субстанция и титрант реагируют между собой в соотношении 5:2, то $s = 2,5$.

$$T_{\text{KMnO}_4/\text{MgO}_2} = \frac{C_m \cdot s \cdot M_m}{1000} = \frac{0,02 \cdot 56,31 \cdot 2,5}{1000} = 0,002816 \text{ г/мл}$$

Согласно условию задачи количественное определение субстанции проводят методом прямого титрования, отдельных навесок:

$$X\% = \frac{V \cdot K \cdot T \cdot 100}{m}, \quad m_{\text{нав.}} = \frac{V \cdot K \cdot T \cdot 100}{X(\%)} = \frac{18,08 \cdot 0,9960 \cdot 0,002816 \cdot 100}{25,2} = 0,2012 \text{ г}$$

C_m – молярность титрованного раствора, моль/л;

s – стехиометрическое соотношение;

M_m – молярная масса определяемого вещества, г/моль;

V – объем титранта пошедший на титрование навески определяемого вещества, мл;

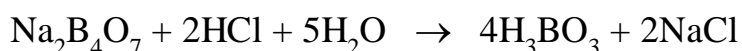
K – коэффициент поправки к молярности титранта;

T – титр титрованного раствора по определяемому веществу, г/мл;

m – масса навески определяемого вещества, г.

Ответ: масса навески магния пероксида 0,2012 г.

2. Рассчитайте объем 0,1 М раствора кислоты хлористоводородной ($K = 1,0000$), который будет израсходован на титрование 0,5145 г натрия тетрабората (М.м. 381,37) методом ацидиметрии, если содержание действующего вещества в субстанции 99,8%.



Исходя из уравнения реакции определяем стехиометрическое соотношение (s): т.к. исследуемая субстанция и титрант реагируют между собой в соотношении 1:2, то $s = 0,5$.

$$T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7} = \frac{C_m \cdot s \cdot M_m}{1000} = \frac{0,1 \cdot 381,37 \cdot 0,5}{1000} = 0,01907 \text{ г/мл}$$

Согласно условию задачи количественное определение субстанции проводят методом прямого титрования, отдельных навесок:

$$X\% = \frac{V \cdot K \cdot T \cdot 100}{m}, \quad V = \frac{m \cdot X(\%)}{K \cdot T \cdot 100} = \frac{0,5145 \cdot 99,8}{1,0000 \cdot 0,01907 \cdot 100} = 26,93 \text{ мл}$$

C_m – молярность титрованного раствора, моль/л;

s – стехиометрическое соотношение;

M_m – молярная масса определяемого вещества, г/моль;

V – объем титранта пошедший на титрование навески определяемого вещества, мл;

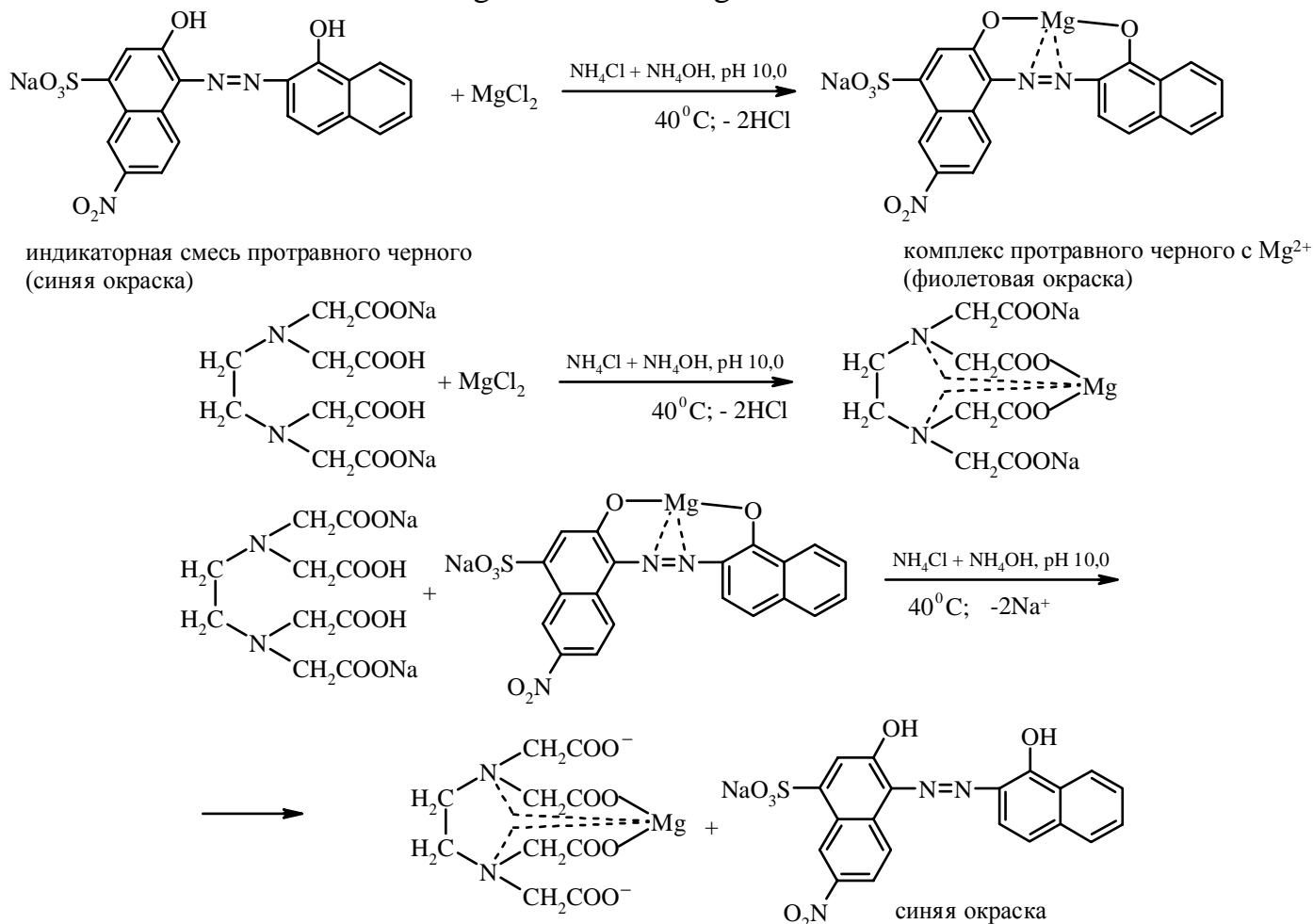
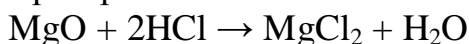
K – коэффициент поправки к молярности титранта;

T – титр титрованного раствора по определяемому веществу, г/мл;

m – масса навески определяемого вещества, г.

Ответ: объем титранта израсходованный на титрование навески натрия тетрабората 26,93 мл.

3. Рассчитайте процентное содержание магния оксида легкого (М.м. 40,31) в субстанции, если на титрование навески 0,6770 г комплексонометрическим методом израсходовано 15,65 мл 0,1 М раствора натрия эдетата ($K = 1,0000$); объем мерной колбы 100 мл, объем пипетки 10 мл; потеря в массе при прокаливании составляет 7,0%.



Исходя из уравнения реакции определяем стехиометрическое соотношение (s): т.к. исследуемая субстанция и титрант реагируют между собой в соотношении 1:1, то $s = 1$.

$$T_{\text{натрия эдетат} / \text{MgO}} = \frac{C_m \cdot s \cdot M_{\text{м.к.}}}{1000} = \frac{0,1 \cdot 1 \cdot 40,31}{1000} = 0,004031 \text{ г/мл}$$

Согласно условию задачи количественное определение субстанции проводят методом прямого титрования, пипетирования. Следовательно, при расчете необходимо учесть разведение, а также потерю в массе при прокаливании:

$$X(\%) = \frac{V \cdot K \cdot T \cdot V_{\text{м.к.}} \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot V_{\text{пип.}} \cdot (100 - \% \text{ влаги})} = \frac{15,65 \cdot 1,0000 \cdot 0,004031 \cdot 100,00 \cdot 100 \cdot 100}{0,6770 \cdot 10,00 \cdot (100 - 7,0)} = 100,2\%$$

C_m – молярность титрованного раствора, моль/л;

s – стехиометрическое соотношение;

M_m – молярная масса определяемого вещества, г/моль;

V – объем титранта пошедший на титрование навески определяемого вещества, мл;

K – коэффициент поправки к молярности титранта;

T – титр титрованного раствора по определяемому веществу, г/мл;

m – масса навески определяемого вещества, г;

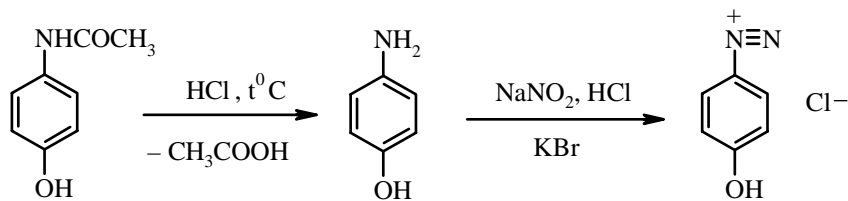
$V_{\text{м.к.}}$ – объем мерной колбы;

$V_{\text{пип.}}$ – объем пипетки;

$\% \text{ влаги}$ – потеря в массе при высушивании определяемого вещества.

Ответ: содержание магния оксида в субстанции 100,2%.

4. Рассчитайте объем 0,1 М раствора натрия нитрита ($K = 1,0000$), который будет израсходован на титрование 0,2525 г парацетамола (М.м. 151,17) методом нитритометрии, если его процентное содержание в субстанции 98,6%; объем титранта в контрольном опыте 0,60 мл.



Исходя из уравнения реакции определяем стехиометрическое соотношение (s): т.к. исследуемая субстанция и титрант реагируют между собой в соотношении 1:1, то $s = 1$.

$$T_{\text{NaNO}_2 / \text{парацетамол}} = \frac{C_{\text{MNaNO}_2} \cdot s \cdot M_{\text{м.}}}{1000} = \frac{0,1 \cdot 151,17 \cdot 1}{1000} = 0,015117 \text{ г/мл}$$

Согласно условию задачи количественное определение субстанции проводят методом прямого титрования с контрольным опытом, методом отдельных навесок.

$$X\% = \frac{(V_{\text{осн.оп.}} - V_{\text{контр.оп.}}) \cdot K \cdot T \cdot 100}{m}$$

$$V_{\text{осн.оп.}} = \frac{m \cdot X(\%)}{K \cdot T \cdot 100} + V_{\text{контр.оп.}} = \frac{0,2525 \cdot 98,6}{1,0000 \cdot 0,015117 \cdot 100} + 0,60 = 17,07 \text{ мл}$$

C_{M} – молярность титрованного раствора, моль/л;

s – стехиометрическое соотношение;

$M_{\text{м.}}$ – молярная масса определяемого вещества, г/моль;

$V_{\text{осн.оп.}}$ – объем титранта пошедший на титрование навески определяемого вещества, мл;

$V_{\text{контр.оп.}}$ – объем титранта пошедший на титрование в контрольном опыте, мл;

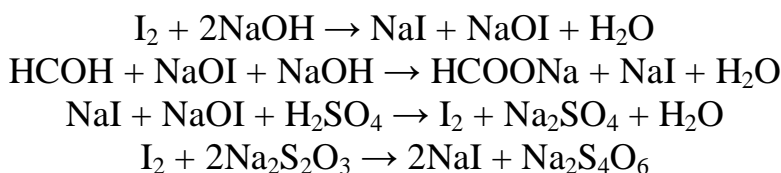
K – коэффициент поправки к молярности титранта;

T – титр титрованного раствора кислоты серной по определяемому веществу, г/мл;

m – масса навески определяемого вещества, г.

Ответ: объем титранта пошедший на титрование навески парацетамола 17,07 мл.

5. Рассчитайте процентное содержание формальдегида (М.м. 30,03) в растворе, если на титрование 1,0216 г препарата методом обратной йодометрии израсходовано 5,17 мл 0,1 М раствора натрия тиосульфата ($K = 0,9980$); объем 0,05 М раствора йода ($K = 1,0000$) 30 мл; объем мерной колбы 100 мл, объем пипетки 10 мл.



Исходя из уравнения реакции определяем стехиометрическое соотношение (s): т.к. исследуемая субстанция и титрант реагируют между собой в соотношении 1:1, то $s = 1$.

$$T_{\text{I}_2 / \text{HCOH}} = \frac{C_{\text{M}} \cdot s \cdot M_{\text{м.}}}{1000} = \frac{0,05 \cdot 30,03 \cdot 1}{1000} = 0,001502 \text{ г/мл}$$

Согласно условию задачи количественное определение субстанции проводят методом обратного титрования, пипетирования:

$$X(\%) = \frac{(V_1 \cdot K_1 - V_2 \cdot K_2) \cdot T \cdot 100 \cdot V_{\text{м.к.}}}{m \cdot V_{\text{м.к.}}} = \frac{(30,00 \cdot 1,0000 - 5,17 \cdot 0,9980) \cdot 0,0015015 \cdot 100 \cdot 100}{1,0216 \cdot 10} = 36,51\%$$

C_{M} – молярность титрованного раствора, моль/л;

s – стехиометрическое соотношение;

M_m – молярная масса определяемого вещества, г/моль;

V_1 – объем титрованного раствора йода, взятый в избытке, мл;

V_2 – объем титрованного раствора натрия тиосульфата пошедший на оттитровывание избытка первого титранта, мл;

K_1 – коэффициент поправки к молярности титрованного раствора йода;

K_2 – коэффициент поправки к молярности титрованного раствора натрия тиосульфата;

T – титр титрованного раствора йода по определяемому веществу, г/мл;

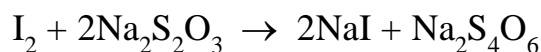
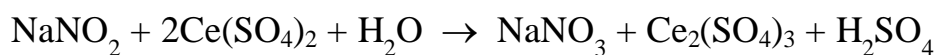
m – масса навески определяемого вещества, г;

$V_{м.к.}$ – объем мерной колбы;

$V_{пип.}$ – объем пипетки.

Ответ: содержание формальдегида в растворе 36,51%.

6. Рассчитайте массу навески натрия нитрита (М.м. 69,00), если на титрование избытка 0,1 М раствора церия сульфата израсходовано 5,81 мл 0,1 М раствора натрия тиосульфата ($K = 1,0000$); объем титранта в контрольном опыте 29,00 мл, содержание действующего вещества в субстанции 99,44%, объем мерной колбы 100 мл, объем пипетки 20 мл, потеря в массе при высушивании 0,82%.



Исходя из уравнения реакции определяем стехиометрическое соотношение (s): т.к. исследуемая субстанция и титрант реагируют между собой в соотношении 1:2, то $s = 0,5$.

$$T_{\text{Ce}(\text{SO}_4)_2/\text{NaNO}_2} = \frac{C_m \cdot s \cdot M_m}{1000} = \frac{0,1 \cdot 69,00 \cdot 0,5}{1000} = 0,003450 \text{ г/мл}$$

Согласно условию задачи количественное определение субстанции проводят методом обратного титрования с контрольным опытом, методом пипетирования. Следовательно, при расчете необходимо учесть разведение, а также потерю в массе при высушивании:

$$X \% = \frac{(V_{\text{контр.оп.}} - V_{\text{осн.оп.}}) \cdot K \cdot T \cdot V_{\text{м.к.}} \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot V_{\text{пип.}} \cdot (100 - \% \text{ влаги})},$$

$$m = \frac{(V_{\text{контр.оп.}} - V_{\text{осн.оп.}}) \cdot K \cdot T \cdot V_{\text{м.к.}} \cdot 100 \cdot 100}{X(\%) \cdot V_{\text{пип.}} \cdot (100 - \% \text{ влаги})} = \frac{(29,00 - 5,81) \cdot 1,0000 \cdot 0,00345 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100}{99,44 \cdot 20 \times (100 - 0,82)} = 0,4056 \text{ г}$$

C_m – молярность титрованного раствора, моль/л;

s – стехиометрическое соотношение;

M_m – молярная масса определяемого вещества, г/моль;

$V_{\text{осн.оп.}}$ – объем титранта пошедший на титрование навески определяемого вещества, мл;

$V_{\text{контр.оп.}}$ – объем титранта пошедший на титрование в контрольном опыте, мл;

K – коэффициент поправки к молярности титрованного раствора натрия тиосульфата;

T – титр титрованного раствора церия сульфата по определяемому веществу, г/мл;

m – масса навески определяемого вещества, г;

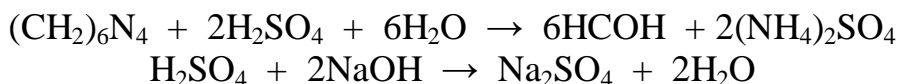
$V_{\text{м.к.}}$ – объем мерной колбы;

$V_{\text{пип.}}$ – объем пипетки;

$\% \text{ влаги}$ – потеря в массе при высушивании определяемого вещества.

Ответ: масса навески натрия нитрита 0,4056 г.

7. Рассчитайте объем 0,1 М раствора натрия гидроксида ($K = 1,0000$), который будет израсходован на титрование избытка 0,1 М раствора кислоты серной при определении гексаметилентетрамина (М.м. 140,19), если содержание действующего вещества в субстанции 99,2%; масса навески 0,1196 г; объем титранта в контрольном опыте 49,85 мл.



Исходя из уравнения реакции определяем стехиометрическое соотношение (s): т.к. исследуемая субстанция и титрант реагируют между собой в соотношении 1:2, то $s = 0,5$.

$$T_{\text{H}_2\text{SO}_4 / \text{гексамет.}} = \frac{C_m \cdot s \cdot M_{\text{м.м.}}}{1000} = \frac{0,1 \cdot 140,19 \cdot 0,5}{1000} = 0,007010 \text{ г/мл}$$

Согласно условию задачи количественное определение субстанции проводят методом обратного титрования с контрольным опытом, методом отдельных навесок.

$$X\% = \frac{(V_{\text{контр.оп.}} - V_{\text{осн.оп.}}) \cdot K \cdot T \cdot 100}{m}, V_{\text{осн.оп.}} = V_{\text{контр.оп.}} - \frac{m \cdot X(\%)}{K \cdot T \cdot 100} = 49,85 - \frac{0,1196 \cdot 99,2}{1,0000 \cdot 0,0070095 \cdot 100} = 32,92 \text{ мл}$$

C_m – молярность титрованного раствора, моль/л;

s – стехиометрическое соотношение;

$M_{\text{м.м.}}$ – молярная масса определяемого вещества, г/моль;

$V_{\text{осн.оп.}}$ – объем титранта пошедший на титрование навески определяемого вещества, мл;

$V_{\text{контр.оп.}}$ – объем титранта пошедший на титрование в контрольном опыте, мл;

K – коэффициент поправки к молярности титрованного раствора натрия гидроксида;

T – титр титрованного раствора кислоты серной по определяемому веществу, г/мл;

m – масса навески определяемого вещества, г.

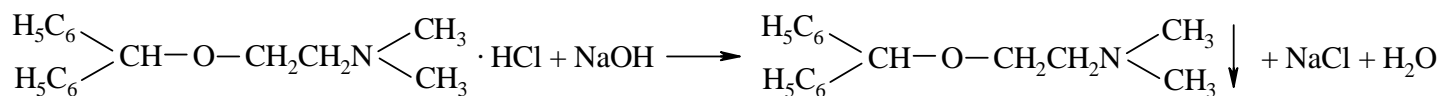
Ответ: объем титранта пошедший на титрование навески гексаметилентетрамина 32,92 мл.

8. Рассчитайте содержание дифенгидрамина гидрохлорида (димедрола) (М.м. 291,8) в лекарственной форме:

Дифенгидрамина гидрохлорида (димедрола) 0,25

Раствора глюкозы 25% – 200 мл,

если на его титрование в 5 мл лекарственной формы алкалиметрическим методом было израсходовано 2,20 мл 0,01 М раствора натрия гидроксида ($K = 1,0000$).



Исходя из уравнения реакции, находим стехиометрическое соотношение, $s = 1$.

$$T_{\text{NaOH/димедрол}} = \frac{C_m \cdot s \cdot M_{\text{м.м.}}}{1000} = \frac{0,01 \cdot 1 \cdot 291,8}{1000} = 0,002918 \text{ г/мл}$$

$$X(\%) = \frac{V \cdot K \cdot T \cdot V_{\text{по прописи}}}{V_{\text{для анализа}}} = \frac{2,20 \cdot 1,0000 \cdot 0,002918 \cdot 200,00}{5,00} = 0,2568 \approx 0,257 \text{ г}$$

C_m – молярность титрованного раствора, моль/л;

s – стехиометрическое соотношение;

$M_{\text{м.м.}}$ – молярная масса определяемого вещества, г/моль;

V – объем титранта пошедший на титрование лекарственной формы, мл;

K – коэффициент поправки к молярности титранта;

T – титр титрованного раствора по определяемому веществу, г/мл;

$V_{\text{по прописи}}$ – объем лекарственной формы по прописи, мл;

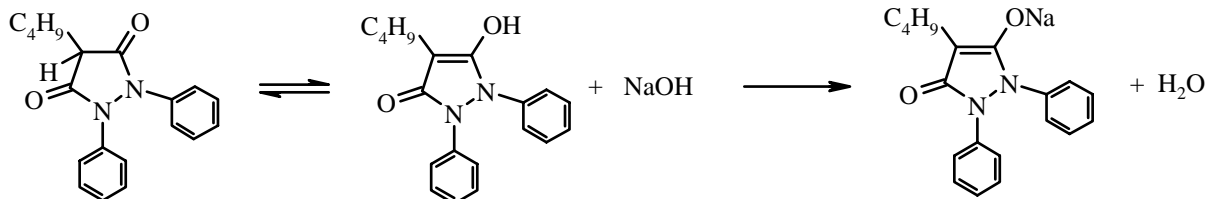
$V_{\text{для анализа}}$ – объем лекарственной формы взятый для титрования, мл.

Ответ: содержание дифенгидрамина гидрохлорида в лекарственной форме 0,257 г.

9. Рассчитайте навеску лекарственной формы, необходимую для количественного определения бутадиона (М.м. 308,38), чтобы на титрование было израсходовано около 3 мл 0,1 М раствора натрия гидроксида ($K = 1,0000$).

Бутадиона 0,1

Сахара 0,1



Исходя из уравнения реакции, находим стехиометрическое соотношение, $s = 1$.

$$T_{\text{NaOH} / \text{бутадион}} = \frac{C_m \cdot s \cdot M_{\text{м.}}}{1000} = \frac{0,1 \cdot 308,38 \cdot 1}{1000} = 0,030838 \text{ (г/мл)}$$

$$X(\text{гп}) = \frac{V \cdot K \cdot T \cdot m_{\text{по прописи}}}{m_{\text{для анализа}}} \quad m_{\text{для анализа}} = \frac{V \cdot K \cdot T \cdot m_{\text{по прописи}}}{X(\text{гп})} = \frac{3,00 \cdot 1,0000 \cdot 0,030838 \cdot 0,11}{0,1} = 0,1018 \text{ г}$$

C_m – молярность титрованного раствора, моль/л;

s – стехиометрическое соотношение;

$M_{\text{м}}$ – молярная масса определяемого вещества, г/моль;

V – объем титранта пошедший на титрование лекарственной формы, мл;

K – коэффициент поправки к молярности титранта;

T – титр титрованного раствора по определяемому веществу, г/мл;

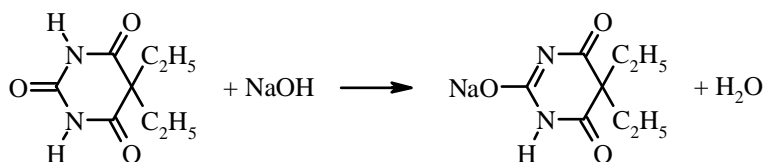
$m_{\text{по прописи}}$ – масса лекарственной формы по прописи, г;

$m_{\text{для анализа}}$ – масса лекарственной формы взятая для титрования, г.

Ответ: для количественного определения бутадиона необходимо взять навеску порошка лекарственной формы 0,10 г.

10. Рассчитайте содержание барбитала (М.м. 184,20), если на титрование навески 0,1476 г порошка растертых таблеток израсходовано 6,74 мл 0,1 М раствора натрия гидроксида в смеси метанола и бензола ($K = 0,9975$), средняя масса таблетки 0,310 г.

Таблетки барбитала 0,25



Исходя из уравнения реакции, находим стехиометрическое соотношение, $s = 1$.

$$T_{\text{NaOH} / \text{барбитал}} = \frac{C_m \cdot s \cdot M_{\text{м.}}}{1000} = \frac{0,1 \cdot 184,20 \cdot 1}{1000} = 0,018420 \text{ (г/мл)}$$

$$X(\text{гп}) = \frac{V \cdot K \cdot T \cdot m_{\text{средн. таблетки}}}{m} \quad X(\text{гп}) = \frac{V \cdot K \cdot T \cdot m_{\text{средней таблетки}}}{m} = \frac{6,74 \cdot 0,9975 \cdot 0,018420 \cdot 0,310}{0,1476} = 0,260 \text{ г}$$

C_m – молярность титрованного раствора, моль/л;

s – стехиометрическое соотношение;

$M_{\text{м}}$ – молярная масса определяемого вещества, г/моль;

V – объем титранта пошедший на титрование лекарственной формы, мл;

K – коэффициент поправки к молярности титранта;

T – титр титрованного раствора по определяемому веществу, г/мл;

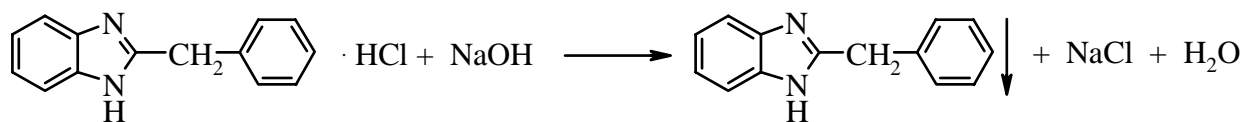
$m_{\text{средн. таблетки}}$ – средняя масса таблетки, г;

m – масса порошка растертых таблеток взятая для титрования, г.

Ответ: содержание барбитала в таблетке 0,260 гр.

11. Рассчитайте содержание дибазола (М.м. 244,73), если на титрование 1 мл лекарственной формы израсходовано 2 мл 0,02 М раствора гидроксида (K = 0,9900).

Раствор дибазола 1% для инъекций



Исходя из уравнения реакции, находим стехиометрическое соотношение, $s = 1$.

$$T_{\text{NaOH} / \text{дибазол}} = \frac{C_m \cdot s \cdot M_{\text{м.}}}{1000} = \frac{0,02 \cdot 244,73 \cdot 1}{1000} = 0,004895 \text{ (г/мл)}$$

$$X(\text{гр}) = \frac{V \cdot K \cdot T \cdot 1_{\text{мл}}}{V_{\text{для анализа}}} = \frac{2,00 \cdot 0,9900 \cdot 0,004895 \cdot 1_{\text{мл}}}{1,00} = 0,0097 \text{ г}$$

C_m – молярность титрованного раствора, моль/л;

s – стехиометрическое соотношение;

$M_{\text{м}}$ – молярная масса определяемого вещества, г/моль;

V – объем титранта пошедший на титрование лекарственной формы, мл;

K – коэффициент поправки к молярности титранта;

T – титр титрованного раствора по определяемому веществу, г/мл;

$V_{\text{для анализа}}$ – объем лекарственной формы взятый для титрования, мл.

Ответ: содержание дибазола в лекарственной форме 0,0097 г