

WAGI I WAŻENIE. ROZTWORY

Obowiązujące zagadnienia:

- Dokładność, precyzja, odtwarzalność, powtarzalność pomiaru;
- Rzetelność, czułość wagi;
- Rodzaje błędów pomiarowych, błąd względny, bezwzględny i procentowy;
- Stężenia molowe i procentowe.

Część 1. Pomiary i dokładność pomiarów

Celem pierwszej części ćwiczeń jest określenie dokładności pomiarów objętości oraz pomiar pewnych właściwości fizycznych materii.

Do każdego eksperymentu należy policzyć błąd procentowy pomiaru na podstawie otrzymanych wartości.

Ćwiczenie 1.

Sprzęt: waga, zlewki, pipeta, kolba stożkowa, termometr

1. Zapoznać się z podstawowymi parametrami wagi tj. precyzja, minimalna i maksymalna waga ważonego przedmiotu. Zważyć dowolny przedmiot, o masie mniejszej niż maksymalna dopuszczalna masa ważona dla danego typu wagi (np. monetę). Przedmiot ten zważyć cztery razy, umieszczając go w tym samym miejscu na szalce. Powtórzyć operację zmieniając położenie przedmiotu na szalce. Jakie zmiany zauważono przy wskazaniu masy przedmiotu ważonego w zależności od jego położenia na szalce?
2. Umieścić na wadze małą zlewkę. Zanotować jej masę. Używając kawałka bibuły ściągnąć zlewkę z wagi (bibuła jest potrzebna, ponieważ czułość wagi może być tak duża, że zarejestruje ślady tłuszczu z palców pozostawionych w czasie dotknięcia zlewki). Zważyć ponownie zlewkę. Czynność tę powtórzyć cztery razy. Z zanotowanych danych obliczyć masę średnią. Różnica pomiędzy poszczególnymi masami, a masą średnią powinna być jak najmniejsza. Wyciągnąć wnioski, co do precyzji uzyskanych wyników.
3. W zlewce umieścić ok. 100 ml wody destylowanej. Zmierzyć jej temperaturę, która powinna być taka sama jak temperatura w laboratorium. Zważyć małą kolbkę stożkową. Odpipetować ze zlewki dokładnie 10 ml wody destylowanej i przenieść ją do kolbki. Zważyć masę kolbki z wodą, pamiętając jak należy przenosić kolbkę na wagę! Usunąć kolbkę z wagi i dodać kolejne 10 ml wody. Zważyć całość (kolba

z 20 ml wody). Czynność tę powtórzyć jeszcze dwukrotnie (całkowita ilość wody kolbie – 40ml). Obliczyć masę wody, jaka była dodawana do kolbki w każdym z kolejnych etapów. Masa wody powinna być każdorazowo podobna. Obliczyć objętość odpipetowanej każdorazowo wody z jej masy i gęstości w temperaturze przeprowadzonej próby (Tabela 1). Na podstawie uzyskanych wyników określić dokładność pomiarów objętości cieczy za pomocą pipety.

Ćwiczenie 2.

Sprzęt: cylinder miarowy – 50 ml, linijka

Zmierzyć wewnętrzną średnicę cylindra miarowego oraz jego wewnętrzną wysokość do kreski 50 ml. Obliczyć objętość cylindra do kreski 50 ml. Używając obliczonej objętości, jako „objętości prawdziwej” obliczyć błąd bezwzględny oraz błąd procentowy pomiaru.

Ćwiczenie 3.

Sprzęt: Waga, kolba miarowa – 50 ml, cylinder miarowy – 50 ml, termometr.

Zważyć jak najdokładniej suchy cylinder miarowy. Napełnić go wodą do objętości ok. 40-50 ml, dokładnie odczytać i zanotować objętość. Zmierzyć temperaturę wody i sprawdzić gęstość wody w danej temperaturze (Tabela 1). Zważyć cylinder wraz z zawartością i wyznaczyć masę wody. Obliczyć masę wody z pomiaru jej objętości i gęstości. Używając masy wody wyznaczonej poprzez ważenie, jako „masy prawdziwej” obliczyć błąd bezwzględny oraz błąd procentowy pomiaru. Podobne czynności wykonać, używając jako naczynia pomiarowego kolbkę miarową. Porównać błędy masy wody uzyskane dla cylindra miarowego i kolby miarowej.

Ćwiczenie 4.

Odczynniki: granulowany metal (aluminium, miedź, ołów)

Sprzęt: waga, cylinder miarowy

Napełnić cylinder wodą do objętości 25-30 ml (zanotować objętość). Zważyć cylinder wraz z wodą. Wrzucić do cylindra ok. 5g granulowanego metalu (aluminium, miedź, ołów) i ponownie zważyć cylinder z wodą i metalem. Odczytać na skali cylindra, jaką objętość zajmuje metal. Z masy i objętości metalu obliczyć jego gęstość. Porównać otrzymane gęstości metali z wartościami tablicowymi (Tabela 2).

Pytania.

1. Jaki typ błędu musi być określony przed obliczeniem błędu procentowego?
2. Jakie czynniki mogą powodować błędy w powyższych doświadczeniach?

Cześć 2. Roztwory

W preparatyce organicznej i nieorganicznej oraz w analizie chemicznej zachodzi konieczność korzystania z roztworów kwasów, zasad i różnych soli. Mając do dyspozycji stężone roztwory handlowego odczynnika, znając jego stężenie procentowe można sporządzić roztwory o żądanym stężeniu.

Ćwiczenie 5.

Odczynniki: kwas siarkowy(VI) o gęstości $1,1243 \text{ g/cm}^3$

Sprzęt: kolby miarowe, pipety.

Uwaga! Wszystkie prace w tym ćwiczeniu należy wykonać pod wyciągiem, w okularach ochronnych i rękawicach gumowych.

Odczytaj z tablic procentową zawartość kwasu siarkowego(VI) odpowiadającą gęstości równej $1,1243 \text{ g/cm}^3$. Oblicz, jaka objętość tego kwasu jest potrzebna do sporządzenia 50 lub 100 ml roztworu o stężeniu 1 mol/dm^3 ?

Do kolby miarowej o pojemności 50 lub 100 ml wlać około 10 ml wody destylowanej. Odmierzyć pipetą obliczoną powyżej ilość kwasu siarkowego(VI) i przelać do kolby miarowej. Roztwór w kolbce ochłodzić pod strumieniem wody z kranu, po czym uzupełnić wodą destylowaną do kreski.

Wykorzystując sporządzony 1 M roztwór kwasu siarkowego(VI), sporządzić roztwór o stężeniu $0,2 \text{ mol/dm}^3$. Otrzymane roztwory wlać do oznakowanych butelek.

Należy zanotować obliczenia, obserwacje oraz wnioski

Ćwiczenie 6.

Odczynniki: chlorek sodu

Sprzęt: waga, szkiełko zegarkowe, zlewka, bagietka, lejek, kolba miarowa – 50 ml lub 100 ml.

Obliczyć masę stałego chlorku sodu potrzebną do sporządzenia 50 lub 100 ml roztworu o stężeniu $0,5 \text{ mol/dm}^3$.

Odważyć na szkiełku zegarkowym obliczoną ilość stałego chlorku sodu, a następnie wsypać go do zlewki, dodać wody destylowanej i intensywnie mieszać bagietką szklaną. Po rozpuszczeniu się chlorku sodu roztwór przenieść ilościowo do kolby miarowej o pojemności 50 lub 100 ml przez lejek szklany i uzupełnić wodą do kreski. Roztwór wlać do oznakowanej butelki.

Obliczyć, jaką ilość uwodnionego chlorku kobaltu ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) należy odważyć, aby sporządzić 50 ml roztworu o stężeniu $0,1 \text{ mol/dm}^3$. Czy masa odważki potrzebnej do

sporządzenia tego roztworu ulegnie zmianie, gdy do jego sporządzenia użyjemy bezwodny chlorek kobaltu?

Należy zanotować obliczenia, obserwacje oraz wnioski.

Tabela 1. Gęstość wody w różnych temperaturach.

Temp. [°C]	Gęstość [g/cm ³]
17	0,9988
18	0,9986
19	0,9984
20	0,9982
21	0,9980
22	0,9978
23	0,9976
24	0,9973
25	0,9971
26	0,9968
27	0,9965
28	0,9962
29	0,9959
30	0,9956
31	0,9953

Tabela 2. Gęstość metali.

Metal	Gęstość [g/cm ³]
Glin	2,699
Miedź	8,920
Ołów	11,344
Żelazo	7,860

Tabela 3. Gęstość (g/cm³) wodnych roztworów kwasu siarkowego w różnych temperaturach

Stężenie H ₂ SO ₄ % wag.	Temperatura °C										
	0	10	15	20	25	30	40	50	60	80	100
1	1,0074	1,0068	1,0060	1,0049	1,0038	1,0022	0,9986	0,9944	0,9895	0,9779	0,9645
2	1,0147	1,0138	1,0129	1,0116	1,0104	1,0087	1,0050	1,0006	0,9956	0,9839	0,9705
3	1,0219	1,0206	1,0197	1,0183	1,0169	1,0152	1,0113	1,0067	1,0017	0,9900	0,9766
4	1,0291	1,0275	1,0264	1,0250	1,0234	1,0216	1,0176	1,0129	1,0078	0,9961	0,9827
5	1,0364	1,0344	1,0332	1,0317	1,0300	1,0281	1,0240	1,0192	1,0140	1,0022	0,9888
6	1,0437	1,0414	1,0400	1,0385	1,0367	1,0347	1,0305	1,0256	1,0203	1,0084	0,9950
7	1,0511	1,0485	1,0469	1,0453	1,0434	1,0414	1,0371	1,0321	1,0266	1,0146	1,0013
8	1,0585	1,0556	1,0539	1,0522	1,0502	1,0481	1,0437	1,0386	1,0330	1,0209	1,0076
9	1,0660	1,0628	1,0610	1,0591	1,0571	1,0549	1,0503	1,0451	1,0395	1,0273	1,0140
10	1,0735	1,0700	1,0681	1,0661	1,0640	1,0617	1,0570	1,0517	1,0460	1,0338	1,0204
11	1,0810	1,0773	1,0753	1,0731	1,0710	1,0686	1,0637	1,0584	1,0526	1,0403	1,0269
12	1,0886	1,0846	1,0825	1,0802	1,0780	1,0756	1,0705	1,0651	1,0593	1,0469	1,0335
13	1,0962	1,0920	1,0898	1,0874	1,0851	1,0826	1,0774	1,0719	1,0661	1,0536	1,0402
14	1,1039	1,0994	1,0971	1,0947	1,0922	1,0897	1,0844	1,0788	1,0729	1,0603	1,0469
15	1,1116	1,1069	1,1045	1,1020	1,0994	1,0968	1,0914	1,0857	1,0798	1,0671	1,0537
16	1,1194	1,1145	1,1120	1,1094	1,1067	1,1040	1,0985	1,0927	1,0868	1,0740	1,0605
17	1,1272	1,1221	1,1195	1,1168	1,1141	1,1113	1,1057	1,0998	1,0938	1,0809	1,0674
18	1,1351	1,1298	1,1271	1,1243	1,1215	1,1187	1,1129	1,1070	1,1009	1,0879	1,0744
19	1,1430	1,1375	1,1347	1,1318	1,1290	1,1261	1,1202	1,1142	1,1081	1,0950	1,0814
20	1,1510	1,1453	1,1424	1,1394	1,1365	1,1335	1,1275	1,1215	1,1153	1,1021	1,0885
21	1,1590	1,1531	1,1501	1,1471	1,1441	1,1410	1,1349	1,1288	1,1226	1,1093	1,0957
22	1,1670	1,1609	1,1579	1,1548	1,1517	1,1486	1,1424	1,1362	1,1299	1,1166	1,1029
23	1,1751	1,1688	1,1657	1,1626	1,1594	1,1563	1,1500	1,1437	1,1373	1,1239	1,1102
24	1,1832	1,1768	1,1736	1,1704	1,1672	1,1640	1,1576	1,1512	1,1448	1,1313	1,1176
25	1,1914	1,1848	1,1816	1,1783	1,1750	1,1718	1,1653	1,1588	1,1523	1,1388	1,1250
26	1,1996	1,1929	1,1896	1,1862	1,1829	1,1796	1,1730	1,1665	1,1599	1,1463	1,1325
27	1,2078	1,2010	1,1976	1,1942	1,1909	1,1875	1,1808	1,1742	1,1676	1,1539	1,1400
28	1,2160	1,2091	1,2057	1,2023	1,1989	1,1955	1,1887	1,1820	1,1753	1,1616	1,1476
29	1,2243	1,2173	1,2138	1,2104	1,2069	1,2035	1,1966	1,1898	1,1831	1,1693	1,1553
30	1,2326	1,2255	1,2220	1,2185	1,2150	1,2115	1,2046	1,1977	1,1909	1,1771	1,1630
31	1,2409	1,2338	1,2302	1,2267	1,2232	1,2196	1,2126	1,2057	1,1988	1,1849	1,1708
32	1,2493	1,2421	1,2385	1,2349	1,2314	1,2278	1,2207	1,2137	1,2068	1,1928	1,1787
33	1,2577	1,2504	1,2468	1,2432	1,2396	1,2360	1,2289	1,2218	1,2148	1,2008	1,1866
34	1,2661	1,2588	1,2552	1,2515	1,2479	1,2443	1,2371	1,2300	1,2229	1,2088	1,1946
35	1,2746	1,2672	1,2636	1,2599	1,2563	1,2526	1,2454	1,2383	1,2311	1,2169	1,2027
36	1,2831	1,2757	1,2720	1,2684	1,2647	1,2610	1,2538	1,2466	1,2394	1,2251	1,2104
37	1,2917	1,2843	1,2805	1,2769	1,2732	1,2695	1,2622	1,2550	1,2477	1,2334	1,2192
38	1,3004	1,2929	1,2891	1,2855	1,2818	1,2780	1,2707	1,2635	1,2561	1,2418	1,2276
39	1,3091	1,3016	1,2978	1,2941	1,2904	1,2866	1,2793	1,2720	1,2646	1,2503	1,2361
40	1,3179	1,3103	1,3065	1,3028	1,2991	1,2953	1,2880	1,2806	1,2732	1,2589	1,2446
41	1,3268	1,3191	1,3153	1,3116	1,3079	1,3041	1,2967	1,2893	1,2819	1,2675	1,2532
42	1,3357	1,3280	1,3242	1,3205	1,3167	1,3129	1,3055	1,2981	1,2907	1,2762	1,2619

43	1,3447	1,3370	1,3332	1,3294	1,3256	1,3218	1,3144	1,3070	1,2996	1,2850	1,2707
44	1,3538	1,3461	1,3423	1,3384	1,3346	1,3308	1,3234	1,3160	1,3086	1,2939	1,2796
45	1,3630	1,3553	1,3515	1,3476	1,3437	1,3399	1,3325	1,3251	1,3177	1,3029	1,2886
46	1,3724	1,3646	1,3608	1,3569	1,3530	1,3492	1,3417	1,3343	1,3269	1,3120	1,2976
47	1,3819	1,3740	1,3702	1,3663	1,3624	1,3586	1,3510	1,3435	1,3362	1,3212	1,3067
48	1,3915	1,3835	1,3797	1,3758	1,3719	1,3680	1,3604	1,3528	1,3455	1,3305	1,3159
49	1,4012	1,3931	1,3893	1,3758	1,3814	1,3775	1,3699	1,3623	1,3549	1,3399	1,3253
50	1,4110	1,4029	1,3990	1,3951	1,3911	1,3872	1,3795	1,3719	1,3644	1,3494	1,3348
51	1,4209	1,4128	1,4088	1,4049	1,4009	1,3970	1,3893	1,3816	1,3740	1,3590	1,3444
52	1,4310	1,4228	1,4188	1,4148	1,4109	1,4069	1,3991	1,3914	1,3837	1,3687	1,3540
53	1,4412	1,4329	1,4289	1,4248	1,4209	1,4169	1,4091	1,4013	1,3936	1,3785	1,3637
54	1,4515	1,4431	1,4391	1,4350	1,4310	1,4270	1,4191	1,4113	1,4036	1,3884	1,3735
55	1,4619	1,4535	1,4494	1,4453	1,4412	1,4372	1,4293	1,4214	1,4137	1,3984	1,3834
56	1,4724	1,4640	1,4598	1,4557	1,4516	1,4475	1,4396	1,4317	1,4239	1,4085	1,3934
57	1,4830	1,4746	1,4703	1,4662	1,4621	1,4580	1,4500	1,4420	1,4342	1,4187	1,4035
58	1,4937	1,4852	1,4809	1,4768	1,4726	1,4685	1,4604	1,4524	1,4446	1,4290	1,4137
59	1,5045	1,4959	1,4916	1,4875	1,4832	1,4791	1,4709	1,4629	1,4551	1,4393	1,4240
60	1,5154	1,5067	1,5024	1,4983	1,4940	1,4898	1,4816	1,4735	1,4656	1,4497	1,4344
61	1,5264	1,5177	1,5133	1,5091	1,5048	1,5006	1,4923	1,4842	1,4762	1,4602	1,4449
62	1,5375	1,5287	1,5243	1,5200	1,5157	1,5115	1,5031	1,4950	1,4869	1,4708	1,4554
63	1,5487	1,5398	1,5354	1,5310	1,5267	1,5225	1,5140	1,5058	1,4977	1,4815	1,4660
64	1,5600	1,5510	1,5465	1,5421	1,5378	1,5335	1,5250	1,5167	1,5086	1,4923	1,4766
65	1,5714	1,5623	1,5578	1,5533	1,5490	1,5446	1,5361	1,5277	1,5195	1,5031	1,4873
66	1,5828	1,5736	1,5691	1,5646	1,5602	1,5558	1,5472	1,5388	1,5305	1,5140	1,4981
67	1,5943	1,5850	1,5805	1,5760	1,5715	1,5671	1,5584	1,5499	1,5416	1,5249	1,5089
68	1,6059	1,5965	1,5920	1,5874	1,5829	1,5785	1,5697	1,5611	1,5528	1,5359	1,5198
69	1,6176	1,6081	1,6035	1,5989	1,5944	1,5899	1,5811	1,5724	1,5640	1,5470	1,5307
70	1,6293	1,6198	1,6151	1,6105	1,6059	1,6014	1,5925	1,5838	1,5753	1,5582	1,5417
71	1,6411	1,6315	1,6268	1,6221	1,6175	1,6130	1,6040	1,5952	1,5867	1,5694	1,5527
72	1,6529	1,6433	1,6385	1,6338	1,6292	1,6246	1,6155	1,6067	1,5981	1,5807	1,5637
73	1,6648	1,6551	1,6503	1,6456	1,6409	1,6363	1,6271	1,6182	1,6095	1,5919	1,5747
74	1,6768	1,6670	1,6622	1,6574	1,6526	1,6480	1,6387	1,6297	1,6209	1,6031	1,5857
75	1,6888	1,6789	1,6740	1,6692	1,6644	1,6597	1,6503	1,6412	1,6322	1,6142	1,5966

Literatura:

[1] Praca zbiorowa pod redakcją W. Brzyskiej, *Ćwiczenia z chemii ogólnej*, Wydawnictwo UMCS, Lublin 1997

[2] D. Krupkova, B. Toczko, Z. Tumidajska, D. Boron-Henke, *Ćwiczenia z chemii ogólnej dla studentów inżynierii materiałowej i metalurgii*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002

[3] J.R. Paško, R. Sitko, *Ćwiczenia laboratoryjne z chemii ogólnej i analitycznej*, Wydawnictwo Naukowe WSP, Kraków 1996

[4] A. Hendrich, *Chemia ogólna. Ćwiczenia laboratoryjne*, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1993