	UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI "FEDERICO II"	
	CHIMICA ANALITICA I E LABORATORIO	Laurea triennale in CHIMICA INDUSTRIALE
	Modulo di Laboratorio (4 CFU)	A.A. 2015/16

Materiale didattico di riferimento

Skoog, West, Holler, Crouch, *Fondamenti di Chimica Analitica*, EdiSES, Napoli, II Edizione (Capp. 1, 2, 4, 5).

ELENCO ESERCITAZIONI

- 1) Determinazione della densità di soluzioni acquose.
- 2) Preparazione e standardizzazione di una soluzione di NaOH 0.05 M. Determinazione della concentrazione di acido acetico in un campione di aceto commerciale.
- 3) Preparazione e standardizzazione di una soluzione di HCl 0.05 M. Determinazione della concentrazione di HCO_3^- e di CO_3^{2-} in un campione di acqua.
- 4) Preparazione e standardizzazione di una soluzione di EDTA 0.05 M.
- 5) Determinazione della % di ioni Ca^{2+} e Mg^{2+} in un campione di calcare.
- 6) Preparazione e standardizzazione di una soluzione di AgNO_3 0.05 M. Determinazione della concentrazione di ioni Br^- in un campione di acqua (Metodo di Mohr).
- 7) Preparazione e standardizzazione di una soluzione di KSCN 0.05 M. Determinazione della concentrazione di ioni Cl^- in un campione di acqua (Metodo di Vohlard).
- 8) Preparazione e standardizzazione di una soluzione di KMnO_4 0.05 N (0.01 M). Determinazione della concentrazione di H_2O_2 in un campione di disinfettante.
- 9) Preparazione e standardizzazione di una soluzione di $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N (0.1 M). Determinazione iodometrica della % di NaOCl in un campione di candeggina.
- 10) Determinazione per via gravimetrica della concentrazione di Manganese (II) in una soluzione.

Norme di sicurezza e prevenzione in un laboratorio chimico

UN LABORATORIO CHIMICO PUÒ ESSERE ESTREMAMENTE PERICOLOSO PER LA PROPRIA INCOLUMITÀ E PER QUELLA DEGLI ALTRI SE NON SI PRESTANO LE DOVUTE CAUTELE



Cause principali degli incidenti nei laboratori:

- 1) scarsa conoscenza dei pericoli;**
- 2) distrazione durante l'esecuzione delle operazioni;**
- 3) incoscienza del pericolo;**
- 4) troppa sicurezza nell'esecuzione delle operazioni.**

Norme di comportamento da avere in un laboratorio chimico

1. In laboratorio è assolutamente vietato bere, mangiare e fumare.
2. Nei laboratori e nei corridoi adiacenti non si deve correre, né aprire o chiudere violentemente le porte.
3. Non sedersi o sdraiarsi mai sui banchi di lavoro.
4. Sedie e sgabelli devono essere allontanati dal laboratorio o quanto meno tenuti lontani dal banco di lavoro dove si svolge l'esercitazione. Il loro uso è consentito solo nelle sale bilance dove terminata l'operazione di pesata vanno debitamente accostati sotto il tavolo su cui è posta la bilancia.
5. In laboratorio è necessario indossare il camice.
6. Gli studenti devono sempre indossare gli occhiali (tranne chi porta gli occhiali da vista) nonché i guanti di sicurezza.
7. Gli studenti devono utilizzare tutti i mezzi necessari di protezione individuale e collettivi.
8. Chi utilizza lenti a contatto nel laboratorio, deve indossare anche gli occhiali di sicurezza.
9. I capelli lunghi devono essere tenuti raccolti e gli abiti devono essere ben allacciati.
10. I laboratori chimici ed i banchi di lavoro devono essere sempre ordinati e puliti, per diminuire il rischio di incidenti.
11. Usare gli appositi contenitori, recanti l'etichetta, per smaltire gli oggetti di vetro rotti.
12. Non gettare mai scarti di reagenti negli scarichi dei lavelli.
13. Segnalare immediatamente al docente oppure ai tecnici ogni incidente che si verifica, anche se di lieve entità e se ha, inoltre, riportato infortuni.

Norme elementari per l'uso e la manipolazione delle sostanze e dei preparati chimici

1. Tutte le sostanze e i preparati chimici utilizzati nei laboratori devono essere accuratamente etichettati.
2. **Chiudere sempre bene** i contenitori dei prodotti dopo l'uso senza tuttavia eccedere.
3. **Non gettare nessuna sostanza nel lavandino**, ma negli appositi contenitori per la raccolta recanti la relativa etichetta.

SOLVENTI NON-ALOGENATI (etere etilico, acetone, alcol etilico, ecc...)

SOLVENTI ALOGENATI (cloroformio, clorobenzene, ecc...)

SOLUZIONI ACQUOSE ACIDE (HCl, H₂SO₄, ecc...)

SOLUZIONI ACQUOSE BASICHE (NaOH, NaHCO₃, ecc...)

Nel caso sorgessero dubbi per lo sversamento delle soluzioni nei relativi contenitori di raccolta, chiedere al docente oppure ai tecnici.

4. **Non aggiungere acqua** ad acidi forti (o alle basi forti): fare sempre il viceversa.
5. **È proibito conservare nei frigoriferi** prodotti infiammabili. La loro conservazione va fatta in speciali frigoriferi antideflagranti.
6. **Non aspirare liquidi con la bocca**, ma usare sempre pipette a stantuffo o propipette.
7. Evitare sempre il contatto di qualunque sostanza chimica con la pelle. Laddove accadesse lavare subito con abbondante acqua e informare il docente oppure i tecnici dell'accaduto.
8. **Usare sempre le sostanze pericolose sotto cappa** come le soluzioni di NH₃ CONC., HNO₃ CONC., H₂SO₄ CONC. Accertarsi sempre prima del loro utilizzo che la cappa sia in funzione e opportunamente chiusa.
9. **Non usare mai fiamme libere in presenza di sostanze infiammabili.**
10. **Non versare materiali infiammabili** nel lavandino o nei cestini porta rifiuti.
11. **Prima di eliminare i prodotti**, al termine delle esercitazioni, informarsi dal docente oppure dai tecnici sulle modalità di recupero o smaltimento più opportune al fine di evitare rischi e danni a se stesso, ai compagni nonché all'ambiente.
12. **Non toccare con le mani bagnate** apparecchi elettrici sotto tensione.
13. **Scaldare a fiamma diretta** solo vetreria tipo PYREX.
14. **Non scaldare su fiamma diretta** recipienti tarati (matraci) e vetreria a parete spessa.
15. **Usare con attenzione la vetreria calda** (indossare appositi guanti anticalore e/o pinze).
16. **Non tenere in tasca forbici**, tubi di vetro o altri oggetti taglienti o appuntiti.
17. **Quando si deve infilare un tubo di vetro** in un tubo di gomma o in un tappo, proteggersi le mani con guanti adatti resistenti alla perforazione e al taglio.
18. **Non cercare di forzare con le mani** l'apertura di giunti smerigliati bloccati: lasciare a bagno in acqua calda l'oggetto per sbloccare il giunto.
19. **Quando si riscaldano liquidi infiammabili** si raccomanda di operare sotto apposita cappa (priva di alimentazione con gas) e di evitare fiamme libere o resistenze elettriche non isolate.
20. **Non essiccare mai in stufa sostanze impregnate con solventi organici.**

Sostanze che reagiscono violentemente con l'acqua

Il sodio (nonché potassio e litio) reagiscono violentemente con l'acqua. Gli scarti, quindi, devono essere distrutti, con precauzione, servendosi di alcool etilico o isobutilico.

Il carburo di calcio e le sostanze organometalliche (butil-litio, ecc...) reagiscono violentemente con l'acqua.

Sostanze esplosive ed infiammabili

Le sostanze organiche alogenate reagiscono con l'acetone, in presenza di basi.

Non mescolare le sostanze ossidanti con composti organici.

L'acqua ossigenata in presenza di acido acetico porta alla formazione di acido perossiacetico, che esplode facilmente.

L'etere etilico, il diossano, il tetraidrofurano ecc..., reagiscono con l'ossigeno dell'aria formando perossidi instabili che possono esplodere facilmente.

Non mescolare il dicromato di potassio con acetone.

Non mescolare il permanganato di potassio con dimetilformammide.

Non mescolare il dimetilsolfossido con i cloruri acilici (cloruro di acetile, cloruro di tionile, ecc...).

Molti perclorati possono esplodere violentemente in seguito ad urti, sfregamenti o anche spontaneamente, provocando seri danni (ferite, ustioni, assordamento).

Nuovi pittogrammi di pericolo



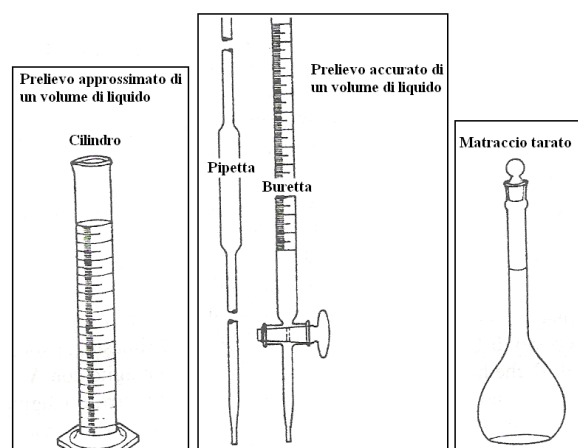
Vecchi pittogrammi di pericolo



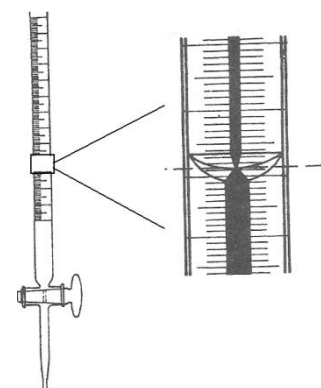
ATTREZZATURE ED OPERAZIONI DI LABORATORIO (Cap. 2 SKODG et al., Fondamenti di Chimica Analitica)

COMUNE VETRERIA DI LABORATORIO

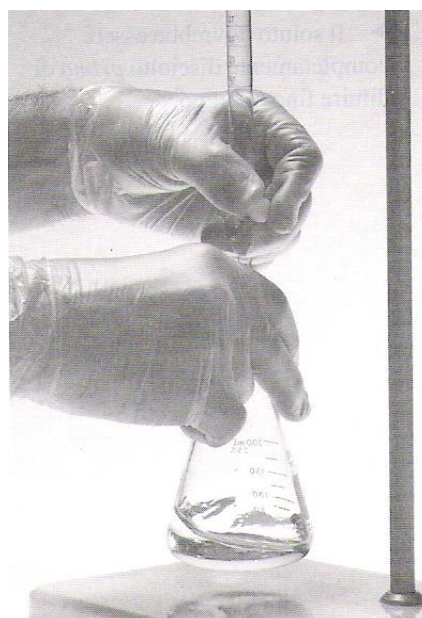
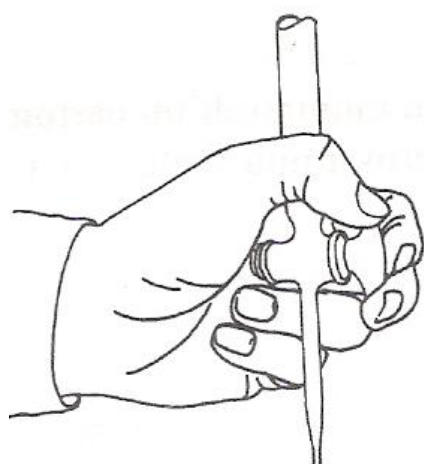
Vetreteria di laboratorio per il prelievo di liquidi



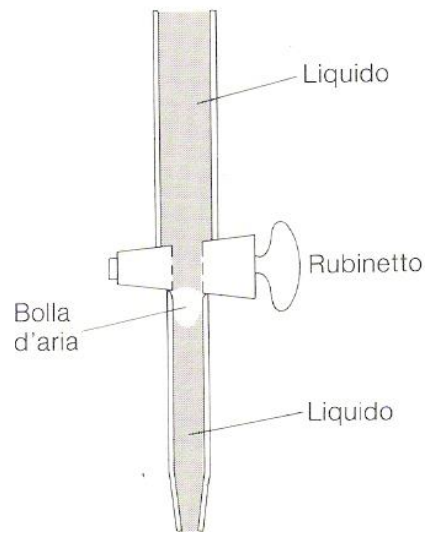
Lettura di una buretta, utilizzando la linea Schellbach posta dal lato opposto alla gradazione



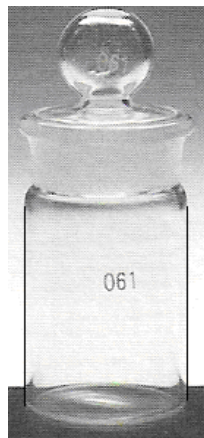
Uso corretto della buretta



Prima di iniziare una titolazione, occorre eliminare tutte le bolle di aria nella buretta:



Il pesafiltri da utilizzare per pesare liquidi e solidi



Travaso del contenuto del pesafiltri in una beuta



Cifre significative

Le cifre significative consentono di definire il grado di precisione di una misura. Se pesiamo un oggetto su una bilancia che ha una sensibilità di 1 g e la massa dell'oggetto misura 435 g, si intende che la pesata dell'oggetto sia compresa tra $(435 - 1)$ g e $(435 + 1)$ g, cioè tra 434 g e 436 g. L'incertezza sulla misura, quindi, si scrive: (435 ± 1) g. Il risultato della misurazione di una grandezza è sempre un intervallo di valori. Per rappresentare correttamente una misura, è necessario che il numero che esprime il valore indichi il grado di precisione della misura stessa. In altre parole, è necessario che le cifre che indicano il valore di una misura siano significative. Per esempio, se una bilancia ha una sensibilità di 0,1 g, si potrà scrivere il peso come 435,0 g e non 435,00 g. Se invece la bilancia ha una precisione di 0,01 g, la scrittura corretta dovrà essere 435,00 g.

Le cifre significative di un numero decimale, partendo da sinistra, sono la prima cifra diversa da 0 e tutte quelle che la seguono. Esempi: 3,580 \rightarrow 4 cifre significative (è significativo anche l'ultimo zero !!!), 0,032 \rightarrow 2 cifre significative, 0,815 \rightarrow 3 cifre significative.

In una misura, anche gli zeri alla fine di un numero decimale sono significativi, perché indicano il grado di precisione con cui è stata effettuata la misurazione. Esempio: 148 mm indica una lunghezza misurata con uno strumento avente una sensibilità di 1 mm; 148,0 mm indica una lunghezza misurata con uno strumento con sensibilità di 0,1 mm (decimo di millimetro).

Il numero delle cifre significative usate per esprimere una misura è determinato con le seguenti regole.

1) La cifra più significativa di un numero è quella più a sinistra e diversa da zero.

Esempio: 0,585 \rightarrow 5 è la cifra più significativa.

2) Se il numero è intero, la cifra meno significativa è quella più a destra purché diversa da zero.


Esempio: 4600 \rightarrow 6 è la cifra meno significativa.

3) Se il numero ha una parte decimale, la cifra meno significativa è quella più a destra, anche se è zero.

Esempio: 8,40 \rightarrow 0 è la cifra meno significativa. Per alcuni autori la regola n° 2 deve essere formulata così: "Se il numero è intero, la cifra meno significativa è quella più a destra". Di conseguenza, nel numero 4600 anche i due zeri sono cifre significative e quindi il numero possiede 4 cifre significative. Per evitare dubbi è meglio scrivere la misura in notazione scientifica.

Esempio: il numero 4600 si scrive $4,6 \times 10^3$ se sono significative soltanto le prime due cifre, oppure scriveremo $4,60 \times 10^3$ se le cifre significative sono tre, oppure $4,600 \times 10^3$ se le cifre significative sono quattro.

ESEMPIO DI SCHEMA DI RELAZIONE

	UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI "FEDERICO II"	A.A. 2015/16
	CHIMICA ANALITICA I E LABORATORIO	Laurea triennale in CHIMICA INDUSTRIALE
	Esercitazione: Determinazione del titolo di una soluzione di AgNO_3 0.05 M e determinazione della concentrazione di Br^- in un campione di acqua (Metodo di Mohr) Studente: _____ matr.: _____ e-mail: _____	Esercitazione n° 7

Dati sperimentali

Titolazione N°1

Pesata:	pesafiltri	15.6791 g
	pesafiltri + NaCl	15.7815 g
		0.1024 g

$$\text{moli (NaCl)} = \frac{0.1024}{58.443} = 1.752 \times 10^{-3} \text{ moli}$$

$$\text{Volume di titolante impiegato} = 34.35 \text{ cm}^3$$

$$\text{Molarità della soluzione} = \frac{5,380 \times 10^{-3} \text{ mol}}{0.02130 \text{ L}} = 0.05100 \text{ M}$$

Titolazione N°2

Pesata del sale	pesafiltri	15.4233 g
	pesafiltri + NaCl	15.5433 g
		0.1200 g

$$\text{moli (NaCl)} = \frac{0.1200}{58.443} = 2.053 \times 10^{-3} \text{ moli}$$

$$\text{Volume di titolante impiegato} = 40.20 \text{ cm}^3$$

$$\text{Molarità della soluzione} = 0.05107 \text{ M}$$

Titolazione N°3

Pesata del sale	pesafiltri	14.8851 g
	pesafiltri + NaCl	149848 g
		0.0998 g

$$\text{moli (NaCl)} = \frac{0.0998}{58.443} = 1.690 \times 10^{-3} \text{ moli}$$

$$\text{Volume di titolante impiegato} = 33.15 \text{ cm}^3$$

$$\text{Molarità della soluzione} = 0.05098 \text{ M}$$

Calcoli

Molarità della soluzione:

$$M = (0.05100 + 0.05107 + 0.05098)/3 = 0.05102 \text{ M}$$

Massima deviazione dal valore medio: d_M

Risultati finali


$$\text{Molarità} = (0.05102 \pm 0.00005) \text{ M}$$

Tabella. Densita' dell'acqua a varie temperature

TEMPERATURA (°C)	DENSITA' (g/cm ³)	TEMPERATURA (°C)	DENSITA' (g/cm ³)
15,0	0,999099	25,0	0,997043
15,5	0,999022	25,5	0,996913
16,0	0,998942	26,0	0,996782
16,5	0,998859	26,5	0,996648
17,0	0,998773	27,0	0,996511
17,5	0,998685	27,5	0,996372
18,0	0,998595	28,0	0,996231
18,5	0,998500	28,5	0,996088
19,0	0,998403	29,0	0,995943
19,5	0,998304	29,5	0,995795
20,0	0,998203	30,0	0,995645
20,5	0,998098	30,5	0,995493
21,0	0,997991	31,0	0,995339
21,5	0,997881	31,5	0,995183
22,0	0,997769	32,0	0,995024
22,5	0,997654	32,5	0,994864
23,0	0,997537	33,0	0,994701
23,5	0,997417	33,5	0,994536
24,0	0,997295	34,0	0,994370
24,5	0,997170	34,5	0,994201

PESI MOLECOLARI DI USO FREQUENTE

AgBr	187,80	HClO ₄	100,46	MgO	40,32
AgCl	143,34	H ₂ C ₂ O ₄ ·2H ₂ O	126,07	Mg ₂ P ₂ O ₇	222,59
Ag ₂ CrO ₄	331,77	HIO ₃	175,91	MgSO ₄	120,39
AgI	234,79	HNO ₃	63,02	Mn	54,94
AgNO ₃	169,89	H ₂ O	18,02	Mn ₂ O ₃	157,88
AgCNS	165,96	H ₂ O ₂	34,02	MnNH ₄ PO ₄ ·H ₂ O	155,34
Al ₂ O ₃	101,96	H ₃ PO ₄	98,00	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	381,42
Al ₂ (SO ₄) ₃	342,14	H ₂ S	34,08	NaBr	102,91
As ₂ O ₃	197,82	H ₂ SO ₃	82,08	Na Acetato	82,03
B ₂ O ₃	69,64	H ₂ SO ₄	98,08	Na ₂ C ₂ O ₄	134,01
BaCO ₃	197,37	HgO	216,61	NaCl	58,45
BaCl ₂	208,27	Hg ₂ Cl ₂	472,13	NaCN	49,01
BaCrO ₄	253,37	HgCl ₂	271,52	Na ₂ CO ₃	106,00
Ba(OH) ₂	171,38	KBr	119,02	Na ₂ H ₂ EDTA·2H ₂ O	372,1
BaSO ₄	233,43	KBrO ₃	167,02	Na ₂ O ₂	77,98
Bi ₂ O ₃	466,00	KCl	74,56	NaOH	40,00
CO ₂	44,01	KClO ₃	122,55	NaCNS	81,08
CaCO ₃	100,09	KCN	65,12	Na ₂ SO ₄	142,05
CaC ₂ O ₄	128,10	K ₂ CO ₃	138,21	Na ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O	248,19
CaF ₂	78,08	K ₂ CrO ₄	194,20	NH ₃	17,03
CaO	56,08	K ₂ Cr ₂ O ₇	294,22	NH ₄ Cl	53,50
CaSO ₄	136,15	K ₃ [Fe(CN) ₆]	329,26	(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄ ·H ₂ O	142,12
CdCl ₂	183,31	K ₄ [Fe(CN) ₆]	368,36	NH ₄ NO ₃	80,05
CdSO ₄ ·(8/3)H ₂ O	256,50	KHF(Bifalato)	204,22	(NH ₄) ₂ SO ₄	132,15
Ce(SO ₄) ₂	332,26	KH(IO ₃) ₂	389,93	(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	228,21
(NH ₄) ₂ Ce(NO ₃) ₆	548,26	K ₂ HPO ₄	174,18	NH ₄ VO ₃	116,99
(NH ₄) ₄ Ce(SO ₄) ₄ ·2H ₂ O	632,6	KH ₂ PO ₄	136,09	PbCrO ₄	323,22
Cr ₂ O ₃	152,02	KHSO ₄	136,17	PbO	223,21
CuO	79,54	KI	166,01	PbO ₂	239,21
Cu ₂ O	143,08	KIO ₃	214,02	PbSO ₄	303,28
CuSO ₄	159,61	KIO ₄	230,01	P ₂ O ₅	141,95
Fe(NH ₄) ₂ (SO ₄) ₂ ·6H ₂ O	392,16	KMnO ₄	158,03	Sb ₂ S ₃	339,72
FeO	71,85	KNO ₃	101,11	SiO ₂	60,09
Fe ₂ O ₃	159,70	KOH	56,11	SnCl ₂	189,61
Fe ₃ O ₄	231,55	KCNS	97,16	SnO ₂	150,70
HBr	80,92	K ₂ SO ₄	174,26	SO ₂	64,07
Ac. Acetico	60,05	LiCl	42,39	SO ₃	80,07
Ac. Benzoico	122,12	Mg(oxinato) ₂	312,63	Zn ₂ P ₂ O ₇	304,71
HCl	36,46	MgNH ₄ PO ₄	137,34		
Br	79.90	Cr	51.996	Mg	24.31
Ca	40.08	Fe	55.85	NH₃	17.03
CO₃	60.01	I	126.90	NO₂	62.01
HCO₃	61.01			NO₃	46.01

	UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI "FEDERICO II"	A.A. 2015/16
	CHIMICA ANALITICA I E LABORATORIO	Laurea triennale in CHIMICA INDUSTRIALE
	Determinazione della densità di soluzioni acquose	Esercitazione n° 1

A) Preparazione delle soluzioni acquose

1) Lavare accuratamente un matraccio tarato da 250 cm³ e un imbuto di vetro con un po' di sapone. Sciacquare con abbondante acqua bidistillata il matraccio, l'imbuto e una pipetta tarata da 20 o 25 cm³ (in dipendenza del materiale in dotazione).

2) Pesare alla bilancia analitica, servendosi di un collarino di carta, un contenitore in PE (polietilene) asciutto e pulito annotandone il peso esatto (**con 4 cifre decimali**). Togliere, sempre con l'ausilio del collarino di carta, il contenitore dalla bilancia e pesare accuratamente 2.0–2.5 g (con una precisione di ± 0.1 mg) di campione incognito e annotarne, anche in questo caso, il peso esatto. Aggiungere un po' di acqua bidistillata nel contenitore e agitare per favorire la solubilizzazione del sale. Servendosi dell'imbuto trasferire la soluzione nel matraccio tarato. Lavare (3–4 volte) con poca acqua bidistillata, il contenitore trasferendo le acque di lavaggio sempre nel matraccio. Aggiungere altra acqua bidistillata e portare il matraccio a volume che corrisponde a un livello del liquido tangente superiormente alla tacca del matraccio. Esprime la concentrazione della soluzione ottenuta in g/cm³.

3) Asciugare il contenitore di plastica internamente con carta pulita e asciutta.

4) Ambientare, almeno tre volte, la pipetta tarata con la soluzione preparata e prelevare, servendosi di una propipetta, la soluzione fino a quando il livello del liquido sia tangente superiormente alla tacca della pipetta. Prestare, inoltre, attenzione se la pipetta in dotazione sia provvista anche della tacca inferiore. In tal caso il volume da trasferire è solo quello compreso tra le due tacche.

5) Pesare alla bilancia analitica, servendosi di un collarino di carta, il contenitore di plastica e annotarne il peso esatto. Trasferire il contenuto della pipetta, facendo scorrere la soluzione lentamente ed evitando eventuali schizzi durante il trasferimento. Pesare, sempre con l'ausilio del collarino di carta, il contenitore con la soluzione e annotare anche in questo caso il peso esatto. La differenza tra le due pesate fornisce la massa di soluzione prelevata. Annotare la temperatura in laboratorio. Noto il volume della pipetta si ricava la densità della soluzione espressa in g/cm³.

5) Svuotare e sciacquare con acqua bidistillata il contenitore e asciugarlo internamente ed esternamente con carta pulita ed asciutta.


Ripetere le operazioni dei punti 4 (senza ripetere l'operazione di ambientare la pipetta) e 5 altre due volte. Riportare la densità della soluzione come valore medio delle singole determinazioni.

6) Svuotare e sciacquare con acqua bidistillata il matraccio nonché il contenitore e l'imbuto sempre con acqua bidistillata.

Ripetere le operazioni dal punto 2 in poi altre tre volte pesando rispettivamente 4.0–4.5 g, 8.0–8.5 g e 12.0–12.5 g di campione incognito.

B) Determinazione della densità delle soluzioni acquose

Riportare in grafico la densità di ciascuna soluzione (espressa in g/cm^3) in funzione della rispettiva concentrazione (espressa in g/cm^3). Ricavare la relazione lineare tra la densità e la concentrazione per la sostanza in esame. Valutare l'intercetta della retta che fornisce il valore della densità dell'acqua in quelle condizioni di temperatura.

	UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI "FEDERICO II"	A.A. 2015/16
	CHIMICA ANALITICA I E LABORATORIO	Laurea triennale in CHIMICA INDUSTRIALE
	Esercitazione: _____ Studente: _____ matr.: _____ e-mail: _____	Esercitazione n° _____

Dati sperimentali

Soluzione 1

Peso contenitore:

Peso contenitore + sale:

Volume matraccio:

Concentrazione (g/cm^3):

a) Peso contenitore:

Peso contenitore + soluzione pipetta:

Peso soluzione:

Volume pipetta:

Densità della soluzione:

b) Peso contenitore:

Peso contenitore + soluzione pipetta:

Peso soluzione:

Volume pipetta:

Densità della soluzione:

c) Peso contenitore:

Peso contenitore + soluzione pipetta:

Peso soluzione:

Volume pipetta:

Densità della soluzione:

Densità media della soluzione 1 con deviazione massima dalla media:

Soluzione 2

Peso contenitore:

Peso contenitore + sale:

Volume matraccio:

Concentrazione (g/cm^3):

a) Peso contenitore:

Peso contenitore + soluzione pipetta:

Peso soluzione:

Volume pipetta:

Densità della soluzione:

b) Peso contenitore:

Peso contenitore + soluzione pipetta:

Peso soluzione:

Volume pipetta:

Densità della soluzione:

c) Peso contenitore:

Peso contenitore + soluzione pipetta:

Peso soluzione:

Volume pipetta:

Densità della soluzione:

Densità media della soluzione 2 con deviazione massima dalla media:

Soluzione 3

Peso contenitore:

Peso contenitore + sale:

Volume matraccio:

Concentrazione (g/cm^3):

a) Peso contenitore:

Peso contenitore + soluzione pipetta:

Peso soluzione:

Volume pipetta:

Densità della soluzione:

b) Peso contenitore:

Peso contenitore + soluzione pipetta:

Peso soluzione:

Volume pipetta:

Densità della soluzione:

c) Peso contenitore:

Peso contenitore + soluzione pipetta:

Peso soluzione:

Volume pipetta:

Densità della soluzione:

Densità media della soluzione 3 con deviazione massima dalla media:

Soluzione 4

Peso contenitore:

Peso contenitore + sale:

Volume matraccio:

Concentrazione (g/cm^3):

a) Peso contenitore:

Peso contenitore + soluzione pipetta:

Peso soluzione:

Volume pipetta:

Densità della soluzione:

b) Peso contenitore:

Peso contenitore + soluzione pipetta:

Peso soluzione:

Volume pipetta:

Densità della soluzione:

c) Peso contenitore:

Peso contenitore + soluzione pipetta:

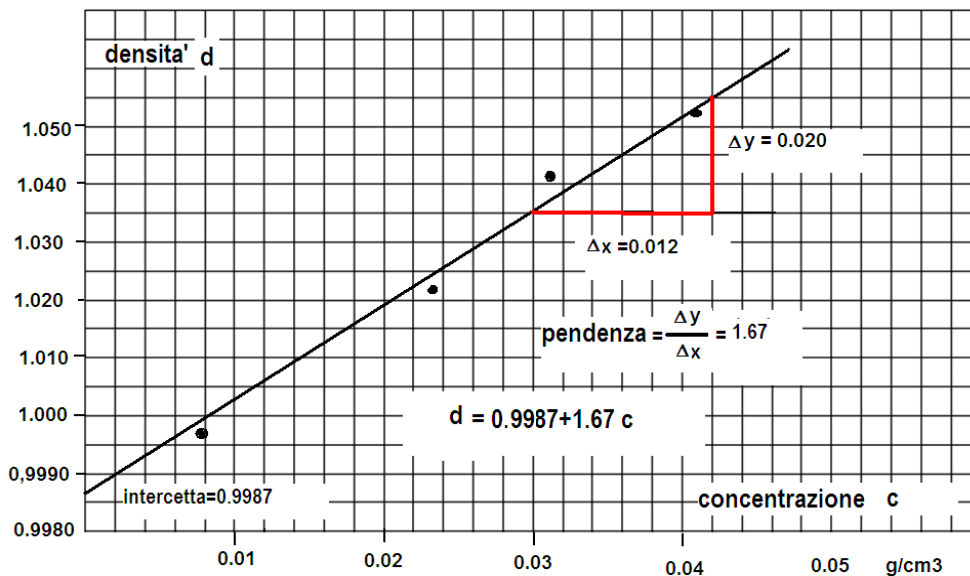
Peso soluzione:

Volume pipetta:

Densità della soluzione:

Densità media della soluzione 4 con deviazione massima dalla media:

Esempio di relazione lineare tra la densità di una soluzione e la sua concentrazione.



Riportare su un foglio di carta millimetrata la densità delle 4 soluzioni preparate in funzione delle corrispondenti concentrazioni (vedi esempio precedente).

