

単位関係諸表 (xxi)

1 実験例

1.1 気体の粘性	1
1.1.1 液体の粘性と気体の粘性	1
1.1.2 実験装置と試料気体	2
1.1.3 測定の概略	5
1.1.4 理論的背景とデータ解析法	6
1.1.5 測定結果の解析と考察	7
1.2 溶解熱をはかる	10
1.2.1 初めに	10
1.2.2 溶解熱測定の原理	10
1.2.3 装置の構成	11
1.2.4 測定	14
1.2.5 結果と解析	15
1.2.6 さらに改良するには	17
1.3 低温の実験	17
1.3.1 初めに	17
1.3.2 液体窒素用クライオスタットの例	18
1.3.3 電気抵抗の測定	19
1.3.4 簡単な電気抵抗測定用低温装置	20
1.3.5 測定例	23
1.3.6 補足	25
1.4 表面張力をはかる	26
1.4.1 初めに	26
1.4.2 用意するもの	28

1.4.3	装 置	29
1.4.4	実 験	29
1.4.5	結 果	30
1.4.6	考 察	30
1.5	反応速度 I (過酸化水素の分解反応)	32
1.5.1	初 め に	32
1.5.2	触 媒 と は	33
1.5.3	装 置	34
1.5.4	実 験	35
1.5.5	結果と考察例	36
1.5.6	補 足	40
1.6	反応速度 II (フラッシュ光分解)	41
1.6.1	初 め に	41
1.6.2	Disperse Orange 1 の異性化反応	41
1.6.3	反応速度を光吸収で追跡する	42
1.6.4	実 験	44
1.6.5	結果とまとめ	45
1.7	初めての真空実験	47
1.7.1	初 め に	47
1.7.2	真空装置の準備	48
1.7.3	実 験	53
1.7.4	タングステンフィラメントの抵抗をはかってフィラメント温度を知る	54
1.7.5	結果の整理と考察	55
1.7.6	高真空に排気できないとき	56
1.8	発光スペクトルをはかる	57
1.8.1	目 的	57
1.8.2	蛍 光 と は	58
1.8.3	実 験 装 置	58
1.8.4	実験装置の詳細：原理，基本的な使い方	59
1.8.5	蛍光測定の手順	63
1.8.6	結果と考察	66
1.8.7	付 録	67
1.9	電子回路をつくる	68
1.9.1	初 め に	68
1.9.2	どのような回路が必要なのか	69

1.9.3	まず電源をつくってみよう	71
1.9.4	次は本体の増幅器だ	74
1.9.5	増幅器はどのようにはたらくか	75
1.9.6	補 足	77

2 温度の測定と制御・流体の扱い

2.1	温度の測定と制御	79
2.1.1	温 度 計	80
2.1.2	温度の校正	89
2.1.3	低温の生成	90
2.1.4	高温の生成	94
2.1.5	温 度 制 御	95
2.2	流体の扱い	97
2.2.1	圧力の単位	97
2.2.2	圧力の測定	98
2.2.3	ポンベの取扱い, 圧力調整器	100
2.2.4	配管材料	102
2.2.5	ポ ン プ	103

3 エレクトロニクス入門

3.1	初 め に	107
3.2	電子回路の基礎の基礎	108
3.2.1	直流と交流	108
3.2.2	回路素子	110
3.2.3	電流と電圧	110
3.2.4	オームの法則とキルヒホッフの法則	111
3.2.5	インピーダンス	113
3.2.6	インピーダンス・マッチング	114
3.2.7	電気技術における基本単位	115
3.2.8	アナログ回路とデジタル回路	115
3.3	回路素子(その1, RCL)	116
3.3.1	抵 抗 器	116
3.3.2	コンデンサ	118
3.3.3	コイルとトランス(変圧器)	120

3.4	回路素子(その2, 半導体素子)	122
3.4.1	ダイオード	122
3.4.2	トランジスタ	124
3.4.3	サイリスタとトライアック	126
3.4.4	アナログIC	127
3.4.5	デジタルIC	127
3.4.6	そのほかの半導体素子	128
3.5	そのほかの電気部品・材料	128
3.5.1	スイッチ, リレー類	129
3.5.2	可変抵抗, 可変コンデンサ	129
3.5.3	表示用デバイス	130
3.5.4	電線あるいはケーブル	130
3.5.5	コンセント・コネクタ・その他	132
3.6	基礎的電子回路	135
3.6.1	直流電源回路	135
3.6.2	増幅回路	136
3.6.3	スイッチング回路	137
3.6.4	発振回路	138
3.6.5	アースについて	139
3.7	OP アンプ	140
3.7.1	OP アンプの基本概念	140
3.7.2	OP アンプの使い方	141
3.7.3	OP アンプの特性の要点	143
3.8	デジタル論理回路	143
3.8.1	基本的論理素子	144
3.8.2	フリップフロップとカウンタ	146
3.8.3	汎用ロジックIC	147
3.9	電氣的測定	148
3.9.1	直流の電流・電圧測定	149
3.9.2	交流の電流・電圧測定	151
3.9.3	そのほかの電氣的測定	151
3.9.4	様々な電氣的測定機器	153
3.10	エレクトロニクス工作	155
3.10.1	工 具	155
3.10.2	プリント基板・シャーシー・ケース	155
3.10.3	はんだ付け	157

4 光の取扱い

4.1 光をつくる：各種光源	161
4.1.1 白熱光源	161
4.1.2 放電電球	162
4.1.3 赤外光源	165
4.1.4 発光ダイオード, LED	165
4.1.5 レーザー	165
4.1.6 分光感度の検定：標準光源	167
4.2 光の検出	167
4.2.1 光電子増倍管(フォトマルチプライヤ, PMT)	167
4.2.2 光電管(フォトチューブ, PT)	170
4.2.3 フォトダイオード	170
4.2.4 光伝導セル(フォトセル)	171
4.2.5 ボロメータ	171
4.2.6 バイロ(焦電)ディテクター	172
4.2.7 ゴーレイセル検出器(Golay cell, ゴレーセル, ゴーレーセル)	172
4.2.8 CCD イメージセンサ(CCD カメラ)	172
4.2.9 積分球	172
4.3 光線の向きを変える・振り分ける	173
4.3.1 プリズム	173
4.3.2 平面反射鏡	173
4.3.3 半透明鏡による部分反射	174
4.3.4 ハーフプリズム	175
4.3.5 反射 ND フィルター	175
4.4 光ファイバー	175
4.4.1 光ファイバーの構造	175
4.4.2 光ファイバーの細工	177
4.4.3 光ファイバーのパラメータ	177
4.4.4 光ファイバーへのカップリング	178
4.5 集光する	179
4.5.1 平行光線の集光	179
4.5.2 発散光線の集光	180
4.5.3 収束光線の集光位置の移動	180
4.6 平行光線をつくる	181

4.7	光線を広げる・細くする	181
4.8	光ビームの一部を切り出す	182
4.9	色を分ける(分光)	182
4.9.1	プリズムを使う方法	182
4.9.2	回折格子を使う方法	182
4.9.3	フィルターを使う方法	183
4.10	モノクロメータ(単色計)と分光光度計	183
4.10.1	モノクロメータ(単色計)	183
4.10.2	分散型分光光度計	185
4.10.3	フーリエ変換分光光度計(FT 分光光度計)	185
4.11	各種フィルター	187
4.12	偏光子	188
4.13	偏光の制御	189
4.13.1	波長板と偏光補償板	189
4.13.2	偏光解消板(スクランブラー)	189
4.14	表面のクリーニング	189
4.15	光学素子の基礎	190
4.15.1	幾何光学と物理光学(波動光学)	190
4.15.2	光の強さの表し方	190
4.15.3	光の伝播	191
4.15.4	光の反射と屈折: スネルの法則	191
4.15.5	フレネルの式	192
4.15.6	屈折率の分散	193
4.15.7	レンズのはたらき	194
4.15.8	球面鏡のはたらき	195
4.15.9	開口数: NA	197
4.15.10	収差	198
4.15.11	プリズム	200
4.15.12	回折格子(diffraction grating)	200
4.15.13	コーティング(オプティカルコーティング)	202
4.15.14	ガウシアンビーム光学とスポットサイズ, 焦点深度	203
4.15.15	複屈折波長板(波長板, 位相板)	204

5 真空装置と真空の計測

5.1	初めに	207
-----	-----	-----

5.2 真空の基礎	208
5.2.1 「真空」というより「低圧」	208
5.2.2 閉じた系ではなく開いた系	209
5.2.3 到達真空度を上げるには？	210
5.2.4 真空版オームの法則	211
5.3 真空ポンプ	213
5.3.1 ロータリーポンプ	213
5.3.2 拡散ポンプ	215
5.3.3 ターボ分子ポンプ	219
5.3.4 真空ポンプの性能と組み合わせ上の注意	221
5.4 真空計	222
5.4.1 低真空用真空計	223
5.4.2 低・中真空用真空計	224
5.4.3 高真空用真空計	225
5.5 真空用部品	228
5.5.1 フランジおよびガスケット	229
5.5.2 真空バルブ	233
5.5.3 継手とチューブ	234
5.6 真空用材料	235
5.6.1 金 属	235
5.6.2 ガ ラ ス	236
5.6.3 そのほかの真空用材料	236
5.7 真空装置の漏れと漏れ探しの方法	237
5.7.1 漏れ探しの方法	237
5.7.2 対処法	238
5.8 事故の予防と緊急時の対応	238
5.8.1 事故の予防	238
5.8.2 緊急時の対応	239
5.9 Q & A 真空実験 SOS	240

6 いろいろな工作

6.1 自分だけの実験を始めるために工作をしよう	243
6.2 考えたイメージを絵にする作業：製図	244
6.2.1 製 図 法	245
6.2.2 工作精度	247

6.2.3	図面と打ち合わせ	247
6.3	何をを使うと目的の性能が得られるか：材料の知識	248
6.3.1	材 質	248
6.3.2	材 料 の 形	252
6.3.3	どこで手に入れるか	253
6.4	何をを使ってつくるか：工具選び	253
6.4.1	切断用工具	253
6.4.2	組み立て用工具	255
6.4.3	そのほかの工具	256
6.5	どうやってつくるか：切断・穴あけ・ねじ切り	256
6.5.1	金属加工	256
6.5.2	木材加工	270
6.5.3	プラスチック・ゴム・発泡スチロールなどの加工	270
6.5.4	板ガラス加工	272
6.6	どうやって組み立てるか：接合技術	273
6.6.1	接 着	273
6.6.2	溶 接	274
6.6.3	異種材料の接合ノウハウ	275
6.7	最後に：さあ実験をしよう	276

7 コンピューターを実験に使う

7.1	初 め に	279
7.2	データ計測入門	280
7.2.1	計測器とコンピューターの接続	280
7.2.2	コンピューターを利用した「反応速度」実験の流れ	281
7.3	フリーソフトを使ったデータ計測	283
7.3.1	『232 エクセルロガー』のインストール	283
7.3.2	スクリプトファイルの作成	284
7.3.3	『232 エクセルロガー』の起動	286
7.3.4	測 定	287
7.3.5	データの取扱い	288
7.4	Excelを使ったデータ解析	290
7.4.1	グラフの作成	290
7.4.2	近似曲線の追加	291
7.5	Excel マクロを使ったグラフの作成	293

7.5.1	マクロのセキュリティについて	293
7.5.2	マクロの作成	294
7.5.3	Visual Basic Editor (VBE)の起動	296
7.5.4	測 定	297
7.6	応 用	299
7.6.1	スクリプトファイルの変更点	300
7.6.2	Excel マクロの変更点	300
付 録		300

8 化学薬品の取扱いと安全

8.1	実験を始める前に	304
8.1.1	実験室の整備	304
8.1.2	実験着と防護眼鏡	306
8.1.3	実験準備	306
8.1.4	実験室での行動	307
8.2	化学薬品の取扱い	307
8.2.1	医薬用外毒物・劇物	308
8.2.2	消防法危険物	310
8.2.3	放射性物質	317
8.2.4	水質汚染物質	318
8.2.5	高圧ガス類	319
8.2.6	特殊材料ガス	320
8.2.7	液化ガス	320
8.2.8	そのほかの寒剤	321
8.3	化学薬品の保管と管理	321
8.3.1	化学薬品の購入と管理	321
8.3.2	化学薬品の保管	322
8.4	緊急時の措置	324
8.4.1	負傷者発生時の措置	324
8.4.2	薬品等漏えい時の措置	325
8.4.3	火災発生時の措置	326
8.5	廃棄物の安全処理	328
8.6	安全管理	330
8.6.1	安全管理体制と組織	330
8.6.2	関連法規への対応	331

xviii 目 次

8.6.3 安全点検.....333

8.6.4 教育と訓練.....334

索 引335