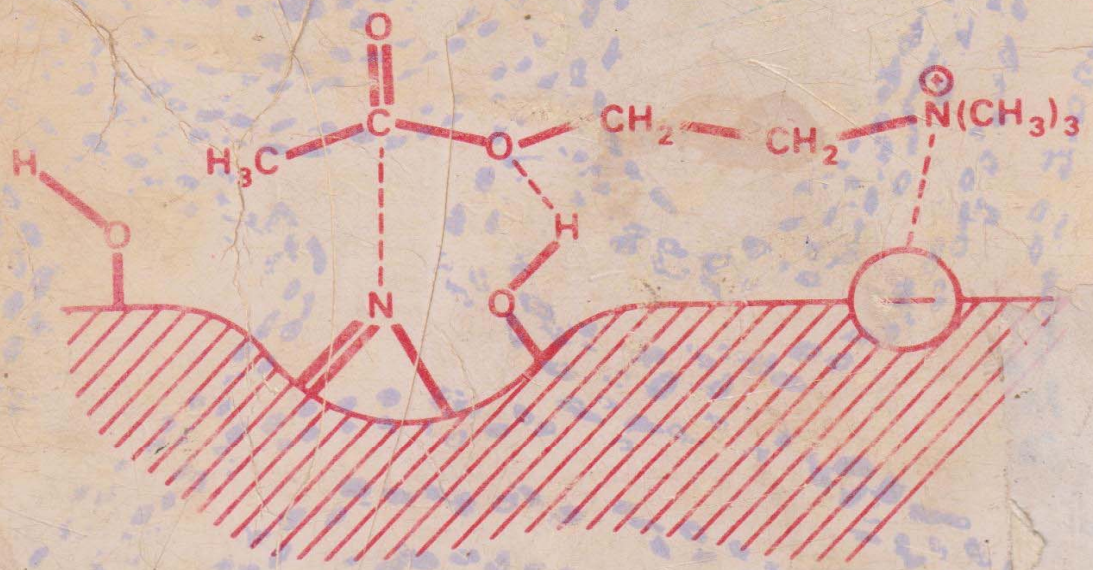
الكيمياء العامة

بنية المادة ـ التفاعل الكيميائي

الجزء الأول

ر. وحّاس ب. دوڤالز



ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر

1-540-18-1/1

ر. وحّاس
مبرز من الجامعة ـ دكتور في العلوم
أستاذ في كلية العلوم في الجزائر

ب. دوڤالز
مبرز من الجامعة
أستاذ مساعد في كلية العلوم في الجزائر

الكيمياء العامّة

بنية المادة ـ التفاعل الكيميائي

الجزء الأول

وزارة التعليم والبحث العلمي
المكتبة الجامعية
المركز الجامعي بالبليدة

ترجمة

الدكتور صلاح يحياوي
الدكتور رشيد حراوبية

ديوان
المطبوعات الجامعية
الجزائر

فهـــرست .

الكيمياء العـــامـــة

القسم الأول : بنية المادة

كلمة المترجمين 5
الفصل 1. ـ مفاهيم أساسية 9
1. تعاريف 9
1.1 ـ الذرات والعناصر 9
2.1 ـ الجزيء ـ الجسم البسيط، الجسم المركب 11
3.1 ـ المول ـ الكتلة الجزيئية، الكتلة الذرية، عدد أفوكادرو 12
2. ـ القوانين الأساسية 14
1.2 ـ التفاعلات الكيميائية 14
2.2 ـ معادلة حالة الغازات الكاملة 16
أ ـ عبارة القانون والنتائج 16
ب ـ تطبيقات 17
3.2 ـ قوانين المحاليل الممددة 20
أ ـ قوانين راءول 20
ب ـ قانون فانت هوف : الضغط التناضحي 23
جـ ـ تطبيقات قوانين راءول وفانت هوف 25
الأسئلـــة 27
الإجابات 29
الفصل 2. دقائق الذرة 31
1. الإلكترون 31
1.1 انقطاع الكهرباء 31
2.1 ـ النسبة $\frac{e}{m}$ 32
أ ـ تجربة و. كروكس 32
ب ـ تجربة ج. ج. طومسون 33
3.1 ـ الشحنة e والكتلة m 34

4.1 ـ كهربائيتا الذرة 37
أ ـ تجربة غولد شتاين 37
ب ـ نموذج ج . ج . طومسون الذري 38
2. النواة 39
1.2 ـ تبيان وجود النواة 39
2.2 ـ نموذج رذرفورد الذري 40
3. البروتون 42
1.3 ـ استخراج البروتون 42
أ ـ تجربة رذرفورد 1918 42
ب ـ حجرة ويلسون 42
2.3 ـ شحنة البروتون وكتلته 45
4. النترون 45
1.4 ـ استخراجه 45
2.4 ـ شحنة النترون وكتلته 46
أ ـ شحنة النترون 46
ب ـ كتلة النترون 46
جـ حساب m_n . الصدمة بين النترون وشاردة A^+ 46
5. مميزات الذرة 47
1.5 ـ العدد الذري ، عدد الكتلة ، النظائر 47
أ ـ العدد الذري Z أو عدد الشحنة 48
ب ـ عدد الكتلة A 49
جـ ـ النظائرية 49
2.5 ـ كتل الذرات 50
أ ـ مبدأ قياسها 50
ب ـ مطياف الكتلة 51
3.5 ـ النموذج الحالي للذرة 56
أ ـ الدقائق الأساسية 56
ب ـ دراسة الذرة 58
الأسئلة 59
الإجابات 62
الفصل 3. تطور النواة 63

1. تماسك النواة 63
1.1 ـ طاقة الارتباط 63
2.1 ـ طبيعة القوى النووية 65
3.1 ـ استقرار النوى 67
أ ـ الاستقرار وطاقة الارتباط 68
ب ـ الاستقرار وعدد النوكليونات 70
جـ ـ النماذج النووية 73
2. الاشعاعية الطبيعية 75
1.2 ـ البث α 75
2.2 ـ البث β 76
3.2 ـ الاشعاع γ 77
4.2 ـ الأسر المشعة الطبيعية 80
5.2 ـ قانون التهافت الإشعاعي $A \rightarrow B$ 83
أ ـ النوكليد المتشكل غير مشع 83
ب ـ النوكليد المتشكل B غير مشع بنفسه 86
6.2 ـ الدور الإشعاعي 88
3. التفاعلات النووية والإشعاعية الصنعية 91
1.3 ـ الاستحالات النووية 91
2.3 ـ الانشطار النووي 92
3.3 ـ الانصهار النووي 95
4.3 ـ المقطع المجدي 100
5.3 ـ الإشعاعية الصنعية 103
أ ـ الاشعاعية β^+ 105
ب ـ أسر الإلكترونات 105
جـ ـ الإشعاعية α 106
4. تطبيقات النظائر 107
1.4 ـ تأريخ القطع الأثرية 107
2.4 ـ تأريخ الصخور، عمر الأرض 108
3.4 ـ النظائر في علم الحياة (البيولوجيا)، وفي الطب 110
4.4 ـ النظائر في الكيمياء 111
5.4 ـ كشف الإشعاعية وقياسها واخطارها 114

أ ـ كشف الإشعاعية وقياسها 114
ب ـ أخطار الإشعاعات 115
الأسئلة 117
الإجابات 118
الفصل 4. الإلكترونات في الذرة 121
1. طبيعة الإلكترون الموجية 121
1.1 ـ الازدواجية موجة ـ جسيم 123
أ ـ الأمواج الضوئية والفوتونات 123
ب ـ الإلكترونات والموجة المواكبة 126
2.1 ـ مبدأ الارتياب أو عدم التأكد لها يزنبرغ 135
أ ـ الميكانيك التقليدي والميكانيك الموجي 135
ب ـ مبدأ الارتياب أو عدم التأكد : نصه ومداه 136
جـ ـ الموجة المواكبة لدقيقة 140
3.1 ـ معادلة شرودنغر 147
أ ـ معادلة الأمواج ومعادلة شرودنغر 148
ب ـ المؤثرة الهاملتونية 149
جـ ـ التوابع الخاصة والقيم الخاصة 150
د ـ تعدد مستويات الطاقة 154
2. توزع الإلكترونات 156
1.2 ـ التوابع الموجية للهيدروجين والشوارد الشبيهة بالهيدروجين 158
2.2 ـ مستويات طاقة الهيدروجين والشوارد الشبيهة بالهيدروجين 180
3.2 ـ محطات الذرات متعددة الإلكترونات ومستويات طاقتها 189
4.2 ـ عدد اللف الكمي ، العدد الكمي الرابع 196
أ ـ العزوم المدارية وعزوم اللف 197
ب ـ التزاوج لف ـ مدار 201
جـ ـ البنية الدقيقة للخطوط الطيفية 203
5.2 ـ البنية الإلكترونية للذرات 205
أ ـ مبدأ استبعاد باولي 205
ب ـ مبدأ الاستقرار 206
جـ ـ قاعدتا هوند 208
6.2 ـ الذرة في حقل مغناطيسي 209

أ ـ الحقل المغناطيسي حقل متجانس 209
ب ـ الحقل حقل متغاير 212
7.2 ـ النظرية الكوانتية القديمة 214
الأسئلة 220
الإجابات 223
الفصل 5. الخواص الدورية للعناصر 225
1. دورية البنى 225
1.1 . ـ مدخل الى التصنيف الدوري 225
2.1 ـ الفئات والأدوار 227
3.1 ـ ملاحظـــات 229
2. دورية الخواص 232
1.2 ـ الحجوم الذرية وأنصاف الأقطار الذرية 232
2.2 ـ نقاط الانصهار ونقاط الغليان 232
3.2 ـ طاقة التشرد 239
أ ـ تعاريف 239
ب ـ قياسات طاقة التشرد 240
جـ ـ دوية طاقات التشرد 241
4.2 ـ الإلفة الإلكترونية 244
أ ـ تعريف 244
ب ـ الدورية 244
5.2 ـ الكهرسلبية 245
أ ـ تعريف 245
ب ـ سلالم الكهرسلبية 248
6.2 ـ الأصناف والفئات 253
7.2 ـ تصنيف مندلييف 256
الأسئلة 260
الإجابات 262
الفصل 6. ـ الإلكترونات في الجزيء ـ الرابطة الجزيئية الداخلية 263
1. الجزيئات ثنائية الذرة المتجانسة النوى 264
1.1 ـ الرابطة المشتركة 264
2.1 ـ المحطات الجزيئية أحادية الإلكترون 265

أ ـ معالجة الشاردة H_2^+ بطريقة LCAO (الاتحادات الخطية للمحطات الذرية) 267
ب ـ التفسير الفيزيائي للتابعين الموجيين الجزيئيين 269
جـ ـ طاقة المحطات الجزيئية 272
3.1 ـ جزيء الهيدروجين 276
4.1 ـ المحطات الجزيئية σ و π 282
أ ـ تشكيل المحطات σ و π 282
ب ـ مستويات طاقة المحطات الجزيئية 288
5.1 ـ الجزيئيات التي لها أكثر من إلكترونين 289
أ ـ التشكيل الإلكتروني 289
ب ـ نموذج رابطة التكافؤ ـ مخطط لويس 292
2. الجزيئات ثنائية الذرة المتغايرة النوى 295
1.2 ـ العزم ثنائي القطب 296
2.2 ـ بنية الجزيئات غير المتجانسة النوى 297
أ ـ طاقة المحطات الجزيئية 297
ب ـ طريقة LCAO (الاتحادات الخطية للمحطات الذرية) والعزم ثنائي القطب 300
جـ ـ نموذج رابطة التكافؤ 302
3.2 ـ الرابطة الشاردية 304
4.2 ـ الرابطة المشتركة والرابطة الشاردية 308
أ ـ ثابت القوة وطاقة الرابطة 308
ب ـ الصفة الشاردية الجزئية لرابطة مشتركة 310
جـ ـ القدرة المقطبة وقابلية الاستقطاب 312
د ـ طول الرابطة 316
هـ ـ الهيئة أحادية الاتجاه للرابطتين الشاردية والمشتركة 320
الأسئلة 324
الإجابات 325
الفصل 7. بنية الشوارد والجزيئات متعددة الذرات 327
1. التكافؤ والتساند 327
1.1 ـ التكافؤ 327
أ ـ الحالة الأساسية . حالة التكافؤ 327
ب ـ قاعدة الثمانية 329
2.1 ـ التساند 330

أ ـ الرابطة التساندية 330
ب ـ عدد التساند والمعقدات 331
2. هندسة بناء الجزيئات 334
1.2 ـ التهجين المثلثي SP^3 336
أ ـ الميتان CH_4 336
ب ـ الماس 338
جـ ـ النشادر NH_3 338
د ـ الماء H_2O 340
2.2 ـ التهجين المثلثي SP^2 341
أ ـ ثلاثي ميتيل البوران $B(CH_3)_3$ 341
ب ـ الإيتيلين C_2H_4 343
3.2 التهجين القطري SP 345
أ ـ مركب هيدروجين البيريليوم (هيدريد البيريليوم) H — Be — H 345
ب ـ الأسيتلين H–C≡C–H 346
جـ ـ مركب سيان الهيدروجين (سيانيد أو سيانور الهيدروجين) H–C≡N 347
4.2 ـ تهجين المحطات **d** 348
أ ـ التهجين dSp^2 349
ب ـ التهجين d^2Sp^3 350
5.2 ـ عزوم الرابطة 354
3. الامتثالات والتشاكيل 358
1.3 ـ امتثالات الجزيئات اللاحلقية 358
أ ـ الجزيئات اللاحلقية 359
2.3 ـ امتثالات الجزيئات الحلقية 367
3.3 ـ التشاكيل المقرونة ـ المفروقة للمماكبات الفراغية 373
أ ـ المركبات ذات الرابطة المضاعفة 374
ب ـ المركبات الحلقية 375
جـ ـ المماكبات الفراغية للمعقدات 378
4.3 ـ تشاكيل المماكبات الفراغية الضوئية 380
أ ـ الضوء الطبيعي والضوء المستقطب المستقيم 380
ب ـ الفعالية الضوئية 381
جـ ـ التخايل واليدوية 384

د ـ قياس الفعالية الضوئية 386
هـ ـ أصل الفعالية الضوئية 390
و ـ بنية بعض المركبات الفعالة ضوئياً 394
5.3 ـ تشاكيل المماكبات الدياستيرية 413
4. عدم توضع الإلكترونات 415
1.4 ـ البنزن 415
أ ـ المحطات الجزيئية π في البنزن 416
ب ـ طريقة الميزوميري 421
ج ـ طاقة الترافق أو طاقة الميزوميري 423
2.4 ـ جمل حلقية غير متوضعة أخرى 424
ا ـ حلقات آزوتية 425
ب ـ حلقات أوكسيجينية أو كبريتية 426
جـ ـ مفهوم العطرية 428
3.4 ـ الجمل اللاحلقية غير المتوضعة 429
أ ـ البوتاديين 429
ب ـ ثنائي أوكسيد الكربون CO_2 430
جـ ـ ثنائي أكسيد الآزوت NO_2 433
د ـ أكسيدا الكبريت SO_2 و SO_3 436
4.4 ـ الصفة π في الثنائيات غير الرابطة 439
أ ـ ثلاثي فلور البور BF_3 439
ب ـ الشاردة المعقدة $PtCl_4^{--}$ 439
جـ ـ الأميدات المتبادلة 441
5.4 ـ عدم التوضع والعزم ثنائي القطب 442
أ ـ الفعل التحريضي 444
ب ـ الفعل الميزوميري 444
جـ ـ الاستنتاج 445
الأسئلـــة 447
الإجابـات 451
الفصل 8. حالات المادة . الروابط ما بين الجزيئات 455
أ . الحالة الغازية 455

1. الغاز الكامل 455
1.1 ـ النظرية الحركية 455
أ-الفرضيات 455
ب ـ حساب ضغط غاز كامل 457
جـ- قانون مريوط 460
د ـ التفسير الحركي لدرجة الحرارة 461
هـ ـ التوزع المتساوي للطاقة 461
2.1 ـ توزع السرع والطاقات الجزيئية 462
أ- تابع توزع السرع 462
ب - توزع الطاقات 465
2. الغاز الحقيقي 467
1.2 معادلة حالة الغازات الحقيقية 467
2.2 القوى ما بين الجزيئات 435
ب.الحالة الصلبة 472
1. البلورات الجزيئية 475
1.1 ـ روابط فاندرفالس 475
أ ـ البلورات اللاقطبية : بلورة اليود 475
ب ـ البلورات القطبية : بلورة أحادي أكسيد الكربون co 478
جـ- خواص روابط فاندرفالس 479
2.1 الرابطة الهيدروجينية 484
أ ـ طبيعة الرابطة الهيدروجينية 484
ب ـ بلورة الجليد 486
جـ ـ الروابط الهيدروجينية غير الخطية 486
د- أهمية الروابط الهيدروجينية 488
2. البلورات المشتركة الارتباط 491
1.2ـ الماس والغرافيت 491
2.2-أمثلة أخرى 493
أ ـ البنى الضخمة ثلاثية الأبعاد 493
ب ـ البنى الضخمة ثنائية البعد 496
جـ ـ البنى الضخمة أحادية البعد 497
3. البلورات المعدنية 498

1.3 طبيعة الرابطة المعدنية 498
2.3 نتيجة هامة : الناقلية 501
أ- الناقلية الحرارية 501
ب- الناقلية الكهربائية 501
3.3 خواص أخرى للمعادن 509
4. البلورات الشاردية 512
1.4-بلورة مركب كلور الصوديوم 512
أ - العين البلورية 513
ب - الشوارد التي تحتويها العين 515
جـ- تراصية البلورة 517
2.4-خواص البلورات الشاردية 522
3.4-حساب الطاقة البلورية 523
أ -حساب الطاقة الكولونية الكلية 524
ب -تقويم حد التدافع E_R 526
جـ -حساب الطاقة البلورية $E_{بلورية}$ 526
د -النتائج العددية 527
4.4-الستوكيومترية واللاستوكيومترية 528
أ - العيوب في الشبكات البلورية 528
ب - النتائج المترتبة على الخواص 530
جـ - أهمية المركبات اللاستوكيومترية 530
5.دراسة الأجسام الصلبة بالأشعة السينية، أو علم البلورات الإشعاعي 531
1.5 - شبكات وجمل بلورية 531
2.5 انعراج الأشعة السينية بالبلورات 536
3.5 تطبيق : المخطط الإشعاعي السيني لجسم صلب 540
جـ الحالة السائلة 542
1. بنية السوائل وتغيرات الحالة 543
1.1-الهيئة البنيوية لتغيرات الحالة 543
أ- التحول صلب ⇌ سائل 543
ب - التحول سائل ⇌ غاز 543
جـ - الفوضى في السوائل 546
2.1-انعراج الأشعة السينية بالسوائل 547
3.1-التبخـــر 549

أ ـ التبخر في وعاء مفتوح : البخر 550
ب ـ التبخر في وعاء مغلق 551
4.1ـ الغليـــان 553
أ ـ آلية الغليان 553
ب ـ غليان مزيج من السوائل 554
جـ ـ التقطير المجزأ 554
5.1ـ الانصهـــار 557
3.1ـ الانحلال 558
أ ـ آلية الانحلال 558
ب ـ الانحلال الانتقائي والكروماتوغرافيا 559
2. البنية والثوابت الفزيائية 565
1.2ـ نقطة الانصهار 566
2.2 ـ نقطة الغليان 568
3.2 ـ قابلية الانحلال 568
4.2 ـ دور الروابط الهيدروجينية 568
الأسئلة 570
الإجابات 574
الفصل 9. الخواص الضوئيةٌ والمغناطيسية للمادة 579
ا الخواص الضوئية 580
1 طاقة الجزيئات 580
1.1 المستويات الاهتزازية 581
أ ـ اهتزازات الأشياء ذات الأ بعاد العيانية 582
ب ـ اهتزاز جزئي ثنائي الذرة 585
2.1 المستويات الدورانية 587
أ ـ دوران جملة جسيئة مؤلف من كرتين عيانية الأبعاد 589
ب ـ دوران جزيء ثنائي الذرة 590
3.1 المستويات الإلكترونية 592
4.1 الجزيئات متعددة الذرات 596
أ ـ درجات الحرية 596
ب ـ مستويات الطاقة 597
5.1ـ طاقة الانتقال 598

2.مطيافية الامتصاص 599
1.2- آلية امتصاص الإشعاعات 601
أ- الجزيء يدور 601
ب- الجزيء يهتز 603
2.2 - مطيافية تحت الأحمر 604
أ - مبدأ المطياف 604
ب - طيف الاهتزاز - الدوراني لجزيء ثنائي الذرة في الحالة الغازية : مركب كلور الهيدروجين .. 606
جـ - الطيف تحت الأحمر للجزيئات متعددة الذرات 612
3.2-المطيافية الإلكترونية 615
أ - مبدأ المطيافية الإلكترونية 615
ب - العلاقة بين عدم توضع الإلكترونات والامتصاص فوق البنفسجي أو المرئي 620
جـ - لون الأجسام 621
د - الأطياف الإلكترونية للشوارد المعقدة المعدنية 624
3. مطيافية الانتشار 632
أ - قواعد الانتقاء 634
ب - شدة خطوط رامان 636
جـ - مطياف رامان 636
ب . الخواص المغناطيسية 637
1.المغناطيسية الطردية والمغناطيسية العكسية 637
1.1-المغناطيسية والبنية الإلكترونية 639
2.1-الخواص المغناطيسية للشوارد 640
أ - الشوارد الحرة 640
ب - الشوارد المعقدة 640
2.الطنين النووي المغناطيسي 642
أ - اللف النووي 642
ب - حالة البروتون ^{1}H 644
جـ - مبدأ الطنين النووي 645
د - مطياف الطنين النووي المغناطيسي 646
هـ - فائدة مطيافية الطنين النووي المغناطيسي 647
الأسئلة 649
الإجابات 653