

الفيزياء

للعلميين والمهندسين

الميكانيكا والديناميكا الحرارية

تأليف

ريموند أ. سيرواي روبرت ج. بكتر جون و. جيويت

ترجمة

أ.د. محمد محمود عمار أ.د. طه زكي سكر أ.د. صلاح كامل البني

مراجعة

أ.د. أحمد أمين حمزة أ.د. محمد محمود عمار أ.د. محمد عبد الفتاح مبروك

دار المريخ للنشر

Preview sample - page 1 of 18 - Soran University Academic Digital Library

المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
مقدمة	25
مقدمة الطبعة الخامسة من النسخة الأصلية باللغة الإنجليزية	27
تقديم للجزء الأول	31
الفصل الأول : الفيزياء والقياس	
1.1 معايير الطول، والكتلة والزمن	39
2.1 بناء كتلة المادة	44
3.1 الكثافة	45
4.1 تحليل الأبعاد	47
5.1 تحويل الوحدات	50
6.1 الحسابات التقريبية	51
7.1 الأرقام المعنوية	52
الفصل الثاني: الحركة في بعد واحد	
1.2 الازاحة، السرعة الإتجاهية، السرعة	60
2.2 السرعة الاتجاهية اللحظية والسرعة اللحظية	65
3.2 التسارع (العجلة)	68
4.2 التمثيل البياني للحركة	74
5.2 الحركة في خط مستقيم بتسارع ثابت	75
6.2 السقوط الحر للأجسام	81
7.2 استنتاج معادلات الكينماتيكا من حسابات التفاضل والتكامل (اختياري)	87
8.2 المسائل الهادفة - خطوات الحل	91
الفصل الثالث: المتجهات	
1.3 منظومة الإحداثيات	100
2.3 الكميات المتجهة والقياسية	102

Preview sample - page 2 of 18 - Soran University Academic Digital Library

الموضوع

3.3 بعض خواص المتجهات 103
4.3 مركبات المتجه ووحدة المتجهات 107

الفصل الرابع: الحركة في بعدين

1.4 متجهات الإزاحة، السرعة المتجهة والتسارع 122
2.4 الحركة في بعدين بتسارع ثابت 125
3.4 حركة المقذوفات 129
4.4 الحركة الدائرية المنتظمة 141
5.4 العجلة (التسارع) المماسية والعجلة العمودية 143
6.4 السرعة النسبية والعجلة النسبية 146

الفصل الخامس: قوانين الحركة

1.5 مفهوم القوة 160
2.5 القانون الأول لنيوتن وقانون الأطر القصورية 163
3.5 الكتلة 166
4.5 القانون الثاني لنيوتن 167
5.5 قوة الجاذبية والوزن 169
6.5 القانون الثالث لنيوتن 170
7.5 بعض التطبيقات على قوانين نيوتن 174
8.5 قوى الاحتكاك 185

الفصل السادس: الحركة الدائرية وتطبيقات أخرى لقوانين نيوتن

1.6 تطبيق قانون نيوتن الثاني على الحركة الدائرية المنتظمة 198
2.6 الحركة الدائرية غير المنتظمة 207
3.6 الحركة في أطر متسارعة (اختياري) 209
4.6 الحركة في وجود قوى مقاومة (اختياري) 212
5.6 النمذجة العددية لديناميكا الجسم (اختياري) 218

الفصل السابع: الشغل وطاقة الحركة

1.7 الشغل المبذول بقوة ثابتة 238
2.7 حاصل الضرب القياسي لمتجهين 242

Preview sample - page 3 of 18 - Soran University Academic Digital Library

الموضوع | رقم الصفحة

3.7 الشغل المبذول بقوة متغيرة 245
4.7 طاقة الحركة ونظرية الشغل - طاقة الحركة 250
5.7 القدرة 258
6.7 الطاقة والسيارة (اختياري) 261
7.7 طاقة الحركة عند السرعات العالية (اختياري) 265

الفصل الثامن، طاقة الوضع وحفظ الطاقة

1.8 طاقة الوضع 282
2.8 القوى المحافظة والقوى غير المحافظة 286
3.8 القوى المحافظة وطاقة الوضع 288
4.8 حفظ الطاقة الميكانيكية 289
5.8 الشغل المبذول بالقوى غير المحافظة 294
6.8 العلاقة بين القوى المحافظة وطاقة الوضع 305
7.8 الرسوم البيانية للطاقة واتزان منظومة (اختياري) 306
8.8 حفظ الطاقة بصورة عامة 310
9.8 تكافؤ الكتلة والطاقة (اختياري) 310
10.8 تكمية الطاقة (اختياري) 312

الفصل التاسع، كمية الحركة الخطية والتصادم

1.9 كمية الحركة الخطية وحفظها 332
2.9 الدفع وكمية الحركة 337
3.9 التصادم 341
4.9 التصادم المرن وغير المرن في بعد واحد 343
5.9 التصادم في بعدين 350
6.9 مركز الكتلة 355
7.9 حركة منظومة من الأجسام 361
8.9 دفع الصاروخ (اختياري) 365

الفصل العاشر، دوران الجسم الجاسئ حول محور ثابت

1.10 الإزاحة والسرعة والتسارع الزاوي 388
2.10 الكينماتيكا الدورانية: الحركة الدورانية بتسارع زاوي ثابت 391

Preview sample - page 4 of 18 - Soran University Academic Digital Library

الموضوع — رقم الصفحة

3.10 الكميات الزاوية والكميات الخطية 392
4.10 الطاقة الدورانية 396
5.10 حساب عزم القصور الذاتي 399
6.10 عزم الدوران 404
7.10 العلاقة بين عزم الدوران والتسارع الزاوي 406
8.10 الشغل والقدرة والطاقة في الحركة الدورانية 412

الفصل الحادي عشر: الحركة التدحرجية وكمية الحركة الزاوية

1.11 الحركة التدحرجية لجسم جامد 434
2.11 ضرب المتجهات وعزم الدوران 440
3.11 كمية الحركة الزاوية لجسيم 443
4.11 كمية الحركة الزاوية لجسم جامد دوار 447
5.11 حفظ كمية الحركة الزاوية 451
6.11 (اختياري) حركة الجيروسكوب والنحلة الدوارة 458
7.11 (اختياري) كمية الحركة الزاوية ككمية أولية 461

الفصل الثاني عشر: الإتزان الإستاتيكي والمرونة

1.12 شروط الإتزان 480
2.12 المزيد عن مركز الثقل 483
3.12 أمثلة لأجسام جامدة في حالة الاتزان الاستاتيكي 485
4.12 خواص المرونة للأجسام الجامدة 495

الفصل الثالث عشر: الحركة الترددية

1.13 الحركة التوافقية البسيطة 518
2.13 عودة إلى منظومة الزنبرك والمكعب 524
3.13 طاقة المتذبذب التوافقي البسيط 529
4.13 البندول 533
5.13 مقارنة بين الحركة التوافقية البسيطة والحركة الدورانية المنتظمة 538
6.13 اختياري: الذبذبات المتضائلة أو المخمدة 541
7.13 اختياري: الذبذبات القسرية 543

Preview sample - page 5 of 18 - Soran University Academic Digital Library

الموضوع رقم الصفحة

الفصل الرابع عشر: قانون الجاذبية

1.14 قانون نيوتن للجذب العام 560
2.14 قياس ثابت الجذب العام 562
3.14 عجلة السقوط الحر وقوة التجاذب 564
4.14 قوانين كبلر 565
5.14 قانون الجاذبية وحركة الكواكب 568
6.14 مجال الجاذبية 578
7.14 طاقة الوضع لجسم في مجال الجاذبية 574
8.14 اعتبارات الطاقة في حركة الكواكب والأقمار الصناعية 578
9.14 اختياري: قوة الجاذبية بين جسم ممتد وجسيم 583
10.14 اختياري: قوة الجاذبية بين جسيم وكتلة كروية 585

الفصل الخامس عشر: ميكانيكا الموائع

1.15 الضغط 606
2.15 تغير الضغط مع العمق 609
3.15 قياس الضغط 613
4.15 قوى الطفو وقاعدة أرشميدس 614
5.15 ديناميكا الموائع 618
6.15 الإنسياب الخطي ومعادلة الاستمرارية 620
7.15 معادلة برنولي 621
8.15 إختياري: تطبيقات أخرى لمعادلة برنولي 625

الفصل السادس عشر: درجة الحرارة

1.16 درجة الحرارة والقانون الصفري للديناميكا الحرارية 646
2.16 الترمومترات ومقياس سلسيوس لدرجات الحرارة 648
3.16 الترمومتر الغازي ذو الحجم الثابت والمقياس المطلق لدرجات الحرارة 649
4.16 التمدد الحراري للأجسام الصلبة والسوائل 654
5.16 وصف ماكروسكوبي للغاز المثالي 660

الفصل السابع عشر: الحرارة والقانون الأول للديناميكا الحرارية

1.17 الحرارة والطاقة الداخلية 678

Preview sample - page 6 of 18 - Soran University Academic Digital Library

الموضوع رقم الصفحة

2.17 السعة الحرارية والحرارة النوعية 682
3.17 الحرارة الكامنة 687
4.17 الشغل والحرارة في عمليات الديناميكا الحرارية 692
5.17 القانون الأول للديناميكا الحرارية 696
6.17 تطبيقات على القانون الأول للديناميكا الحرارية 698
7.17 طرق انتقال الطاقة 704

الفصل الثامن عشر: نظرية الحركة للغازات

1.18 النموذج الجزيئي للغاز المثالي 730
2.18 الحرارة النوعية المولية للغاز المثالي 736
3.18 العمليات الأديباتية في الغاز المثالي 741
4.18 التجزؤ المتساوي للطاقة 743
5.18 قانون التوزع لبولتزمان 747
6.18 توزع السرعات الجزيئية 751
7.18 المسار الحر المتوسط 754

الفصل التاسع عشر: الآلات الحرارية - الأنتروبي والقانون الثاني للديناميكا الحرارية

1.19 الآلات الحرارية والقانون الثاني للديناميكا الحرارية 770
2.19 العمليات العكوسة والعمليات غير العكوسة 775
3.19 آلة كارنو 776
4.19 آلة الجازولين وآلة الديزل 781
5.19 المضخات الحرارية والثلاجات 790
6.19 الأنتروبي 793
7.19 تغير الأنتروبي في العمليات غير العكوسة 797
8.19 (اختياري) الأنتروبي على المقياس الميكروسكوبي 803

معجم المصطلحات 821

Preview sample - page 7 of 18 - Soran University Academic Digital Library

محتويات الجزء الثاني
الكهربية والمغنطيسية

الموضوع	رقم الصفحة
مقدمة الجزء الثاني	25
مقدمة الطبعة الخامسة من النسخة الأصلية باللغة الإنجليزية	27
الفصل العشرون : المجالات الكهربية	
1.20 خصائص الشحنات الكهربية	34
2.20 العوازل والموصلات	36
3.20 قانون كولوم	39
4.20 المجال الكهربي	44
5.20 المجال الكهربي لتوزيع شحنى متصل	49
6.20 خطوط المجال الكهربي	53
7.20 حركة جسيمات مشحونة في مجال كهربي منتظم	56
8.20 أنبوبة أشعة الكاثود	59
الفصل الحادي والعشرون: قانون جاوس	
1.21 الفيض الكهربي	76
2.21 قانون جاوس	80
3.21 تطبيق تطبيقات قانون جاوس على عوازل مشحونة	83
4.21 الموصلات في حالة الاتزان الكهرستاتيكي	88
5.21 (اختياري) تجارب لتأكيد قانون جاوس وقانون كولوم عملياً	91
6.21 (اختياري) استنتاج قانون جاوس	93
الفصل الثاني والعشرون: الجهد الكهربي	
1.22 فرق الجهد والجهد الكهربي	108
2.22 فرق الجهد في مجال كهربي منتظم	110
3.22 الجهد الكهربي وطاقة الجهد نتيجة عن شحنات نقطية	113

Preview sample - page 8 of 18 - Soran University Academic Digital Library

الموضوع	رقم الصفحة
4.22 الحصول على قيمة المجال الكهربي من الجهد الكهربي	119
6.22 الجهد الكهربي الناشئ عن توزيع شحنى متصل	121
7.22 الجهد الكهربي الناشئ عن موصل مشحون	125
8.22 (اختياري) تجربة قطرة الزيت لميليكان	129
9.22 (اختياري) تطبيقات على الكهرستاتيكية	130

الفصل الثالث والعشرون، المكثفات والمواد العازلة كهربياً

1.23 تعريف السعة	150
2.23 حساب السعة	151
3.23 تجميع الكثفات	156
4.23 الطاقة المختزنة في مكثف مشحون	160
5.23 المكثفات ذات العوازل الكهربية	165
6.23 (اختياري) ثنائي قطب كهربي في مجال كهربي	171
7.23 (اختياري) الوصف الذري للعوازل الكهربية	174

الفصل الرابع والعشرون، التيار والمقاومة

1.24 التيار الكهربي	194
2.24 المقاومة وقانون أوم	197
3.24 نموذج للتوصيل الكهربي	204
4.24 المقاومة ودرجة الحرارة	207
5.24 (اختياري) المواد فائقة التوصيل	209
6.24 الطاقة الكهربية والقدرة	211

الفصل الخامس والعشرون، دوائر التيار المستمر

1.25 القوة الدافعة الكهربية	228
2.25 المقاومات على التوالي والتوازي	230
3.25 قاعدتا كيرشوف	238
4.25 دوائر المقاومة والمكثف	244
5.25 (اختياري) الأجهزة الكهربية	250

Preview sample - page 9 of 18 - Soran University Academic Digital Library

الموضوع — رقم الصفحة

6.25 (اختياري) التوصيلات المنزلية والأمان الكهربي 254

الفصل السادس والعشرون: المجالات المغناطيسية

1.26 المجال المغناطيسي 265
2.26 القوة المغناطيسية المؤثرة على موصل يحمل تياراً 269
3.26 عزم الازدواج على دائرة مغلقة في مجال مغناطيسي منتظم 272
4.26 حركة جسيم مشحون في مجال مغناطيسي منتظم 275

الفصل السابع والعشرون: مصادر المجال المغناطيسي

1.27 قانون بيو - سافار 284
2.27 القوة المغناطيسية بين موصلين متوازيين 289
3.27 قانون أمبير 290
4.27 المجال المغناطيسي لملف لولبي 293
5.27 الفيض المغناطيسي 295
6.27 قانون جاوس في المغناطيسية 297
7.27 تيار الإزاحة والصيغة العامة لقانون أمبير 298

الفصل الثامن والعشرون: قانون فاراداي

1.28 قانون الحث لفارادي 308
2.28 القوة الدافعة الكهربية الحركية 313
3.28 قانون لينز 316
4.28 القوة الدافعة الكهربية الحثية والمجالات الكهربية 318
5.28 معادلات ماكسويل الرائعة 319

الفصل التاسع والعشرون: الحث

1.29 الحث الذاتي 330
2.29 دوائر المقاومة والملف 333
3.29 الطاقة في مجال مغناطيسي 339
4.29 الحث المتبادل 339

Preview sample - page 10 of 18 - Soran University Academic Digital Library

الموضوع | رقم الصفحة

5.29 التذبذب في دائرة تحتوى على ملف ومكثف 341

الفصل الثلاثون: دوائر التيار المتردد

1.30 مصادر التيار المتردد والتمثيل الاتجاهي 354
2.30 المقاومات في دائرة التيار المتردد 354
3.30 الملفات في دائرة تيار متردد 358
4.30 المكثفات في دائرة تيار متردد 360
5.30 دوائر RLC على التوالي 362
6.30 القدرة في دائرة تيار متردد 367
7.30 الرنين في دائرة RLC على التوالي 369
8.30 المحول وتوصيل الطاقة..... 372

الفصل الحادي والثلاثون: الموجات الكهرمغناطيسية

1.31 معادلات ماكسويل واكتشافات هرتز 382
2.31 الموجات الكهرمغناطيسية المستوية 384
3.31 الطاقة التي تحملها الموجات الكهرمغناطيسية 388
4.31 كمية الحركة وضغط الإشعاع 390
5.31 طيف الموجات الكهرمغناطيسية 394

Preview sample - page 11 of 18 - Soran University Academic Digital Library

محتويات الجزء الثالث
الموجات الميكانيكية والضوء والبصريات

الموضوع	رقم الصفحة
مقدمة الجزء الثالث	25
مقدمة الطبعة الخامسة من النسخة الأصلية باللغة الإنجليزية	27
تقديم للجزء الثالث	29

الفصل الثانى والثلاثون : الحركة الموجية

1.32	المتغيرات الأساسية للحركة الموجية	33
1.32	اتجاه إزاحة جسيم	33
1.32	موجات مرتحلة في بعد واحد	36
1.32	تراكب وتداخل الموجات	38
1.32	سرعة الموجات على الأوتار	41
1.32	الانعكاسية والنفاذية	43
1.32	الموجات الجيبية	45
1.32	معدل انتقال الطاقة على الأوتار بواسطة الموجات الجيبية	49
1.32	(اختياري) معادلة الموجة الخطية	52

الفصل الثالث والثلاثون: موجات الصوت

1.32	سرعة موجات الصوت	66
2.33	موجات الصوت الدورية	69
3.33	شدة الموجات الصوتية الدورية	71
4.33	الموجات الكرية والمستوية	75
5.33	ظاهرة دُبلر	77

Preview sample - page 12 of 18 - Soran University Academic Digital Library

الموضوع رقم الصفحة

الفصل الرابع والثلاثون، تراكب الموجات والموجات الموقوفة

1.34 تراكب وتداخل الموجات الجيبية 98

2.34 الموجات الموقوفة 102

3.34 الموجات الموقوفة في وتر مثبت من طرفيه 107

4.34 التوافق (الرنين) 110

5.34 الموجات الموقوفة في الأعمدة الهوائية 113

6.34 (اختياري) الموجات الموقوفة في القضبان والصفائح 117

7.34 الطرق المتكرر (النبضات): التداخل الزمني 118

8.34 (اختياري) نموذج موجة غير الجيبية 120

الفصل الخامس والثلاثون، طبيعة الضوء وقوانين البصريات الهندسية

1.35 طبيعة الضوء 138

2.35 قياس سرعة الضوء 139

3.35 فكرة الشعاع في البصريات الهندسية 141

4.35 الانعكاس 142

5.35 الانكسار 145

6.35 مبدأ هيجنز 151

7.35 التفرق والمنشورات 154

8.35 الانعكاس الكلي الداخلي 157

9.35 مبدأ فيرمات (اختياري) 161

الفصل السادس والثلاثون، البصريات الهندسية

1.36 الصور المتكونة بالمرايا المستوية 178

2.36 الصور المتكونة بالمرايا الكرية 167

3.36 تكوين الصور بالانكسار 189

Preview sample - page 13 of 18 - Soran University Academic Digital Library

الموضوع — رقم الصفحة

4.36 العدسات الرقيقة 194

5.36 (اختيارى) تشويه الصور فى العدسات 204

6.36 (اختيارى) الكاميرا 206

7.36 (اختياري) العين 208

8.36 (اختيارى) الميكروسكوب البسيط 213

9.36 (اختياري) الميكروسكوب المركب 215

10.36 (اختياري) التلسكوب 217

الفصل السابع والثلاثون، تداخل موجات الضوء

1.37 الظروف التي يحدث عندها التداخل 236

2.37 تجربة ينج ذات الشق المزدوج 237

3.37 توزيع شدة الضوء فى حالة نموذج التداخل الضوئي الناتج من الشق المزدوج 241

4.37 الجمع الاتجاهى للموجات 243

5.37 التغير في الطور نتيجة الانعكاس 247

6.37 التداخل في الأغشية الرقيقة 248

7.37 (اختياري) مقياس ميكلسون للتداخل الضوئي 254

الفصل الثامن والثلاثون، الحيود والاستقطاب

1.38 مقدمة عن الحيود 270

2.38 الحيود من الفتحات الضيقة 274

3.38 قدرة التحليل بشق أحادي والفتحات الدائرية 279

4.38 محزوز الحيود 283

5.38 (اختياري) حيود الأشعة السينية باستخدام البلورات 290

6.38 استقطاب موجات الضوء 291

Preview sample - page 14 of 18 - Soran University Academic Digital Library

محتويات الجزء الرابع
الفيزياء الحديثة

الموضوع — رقم الصفحة

مقدمة 25

مقدمة الطبعة الخامسة من النسخة الأصلية باللغة الإنجليزية 27

تقديم للجزء الرابع 31

الفصل التاسع والثلاثون : النسبية

1.39 مبدأ نسبية جليليو (النسبية الجاليلية) 35

1.39 تجربة ميكلسون ومورلي 38

1.39 مبدأ النسبية لأينشتين 41

1.39 النتائج المترتبة على النظرية النسبية الخاصة 42

1.39 معادلات التحويل للورانتز 55

1.39 كمية الحركة الخطية النسبوية والصيغة النسبوية لقوانين نيوتن 60

1.39 الطاقة النسبوية 61

1.39 تكافؤ الكتلة والطاقة 65

1.39 النسبية والكهرمغنطيسية 67

1.39 (اختياري) النظرية النسبية العامة 69

الفصل الأربعون: مقدمة فيزياء الكم

1.40 إشعاع الجسم الأسود وفرض بلانك 86

2.40 التأثير الكهرضوئي 92

3.40 تأثير كومتون 96

4.40 الأطياف الذرية 100

5.40 نموذج بور الكمي للذرة 102

Preview sample - page 15 of 18 - Soran University Academic Digital Library

الموضوع — رقم الصفحة

6.40 الفوتونات والموجات الكهرمغنطيسية 109
7.40 الخواص الموجية للجسيمات 110

الفصل الحادي والأربعون : ميكانيكا الكم

1.41 تجربة الحاجز ذو الشقين 126
2.41 مبدأ اللايقين 130
3.41 كثافة الاحتمال 134
4.41 جسيم في صندوق 137
5.41 معادلة شرودنجر 141
6.41 (اختياري) جسيم في بئر ذو ارتفاع محدود 143
7.41 (اختياري) العبور نفقياً خلال حاجز 145
8.41 (اختياري) الميكروسكوب النفقي الماسح 148
9.41 (اختياري) المتذبذب التوافقي البسيط 150

الفصل الثاني والأربعون : الفيزياء الذرية

1.42 النماذج الأولية للذرة 166
2.42 ذرة الهيدروجين 168
3.42 العدد الكمي اللفي المغناطيسي 170
4.42 الدوال الموجية لذرة الهيدروجين 172
5.42 الأعداد الكمية الأخرى 176
6.42 مبدأ الاستبعاد والجدول الدوري 182
7.42 الأطياف الذرية 187
8.42 الانتقالات الذرية 192
9.42 (اختياري) الليزر وتقنية إنتاج صور هولوجرافية (الهولوجرافي) 194

الفصل الثالث والأربعون : الجزيئات والجوامد

1.43 الرابطة الجزيئية 212

Preview sample - page 16 of 18 - Soran University Academic Digital Library

رقم الصفحة

الموضوع

2.43 طاقة الجزيئات وأطيافها 218

3.43 الربط في الجوامد 225

4.43 نظرية النطاق في الجوامد 229

5.43 نظرية الإلكترونات الحرة في الفلزات 231

6.43 التوصيل الكهربائي في الفلزات والمواد العازلة وأشباه الموصلات 235

7.43 (اختياري) أجهزة أشباه الموصلات 239

8.43 (اختياري) التوصيل الفائق 244

الفصل الرابع والأربعون ، تركيب نواة الذرة

1.44 بعض خواص نوى الذرات 258

2.44 الرنين المغناطيسي النووي والتصوير بالرنين المغناطيسي 264

3.44 طاقة الربط والقوى النووية 266

4.44 النماذج النووية 269

5.44 النشاط الإشعاعي 272

6.44 عمليات الاضمحلال 277

7.44 النشاط الإشعاعي الطبيعي 286

8.44 التفاعلات النووية 287

الفصل الخامس والأربعون ، الانشطار والاندماج النووي

1.45 النيوترونات وتفاعلها مع نوى الذرات 304

2.45 الانشطار النووي 305

3.45 المفاعلات النووية 308

4.45 الاندماج النووي 312

5.45 (اختياري) الأضرار الناجمة عن الاشعاع 323

6.45 (اختياري) كواشف الإشعاع 325

7.45 (اختياري) استخدامات الإشعاع 329

Preview sample - page 17 of 18 - Soran University Academic Digital Library

رقم الصفحة

الموضوع

الفصل السادس والأربعون : فيزياء الجسيمات وعلم الكون

1.46 القوى الأساسية في الطبيعة 344

2.46 البوزيترونات وضديدات جسيمات أخرى 345

3.46 الميزونات وبداية فيزياء الجسيمات 348

4.46 تصنيف الجسيمات 353

5.46 قوانين الحفظ 354

6.46 الجسيمات الغريبة والغرابة 357

7.46 تخليق الجسيمات وقياس خواصها 359

8.46 تحديد النماذج في الجسيمات 362

9.46 الكواركات 364

10.46 كواركات متعددة الألوان 368

11.46 النموذج القياسي 370

12.46 الاتصال الكوني 373

13.46 مشاكل ومنظورات 379

Preview sample - page 18 of 18 - Soran University Academic Digital Library