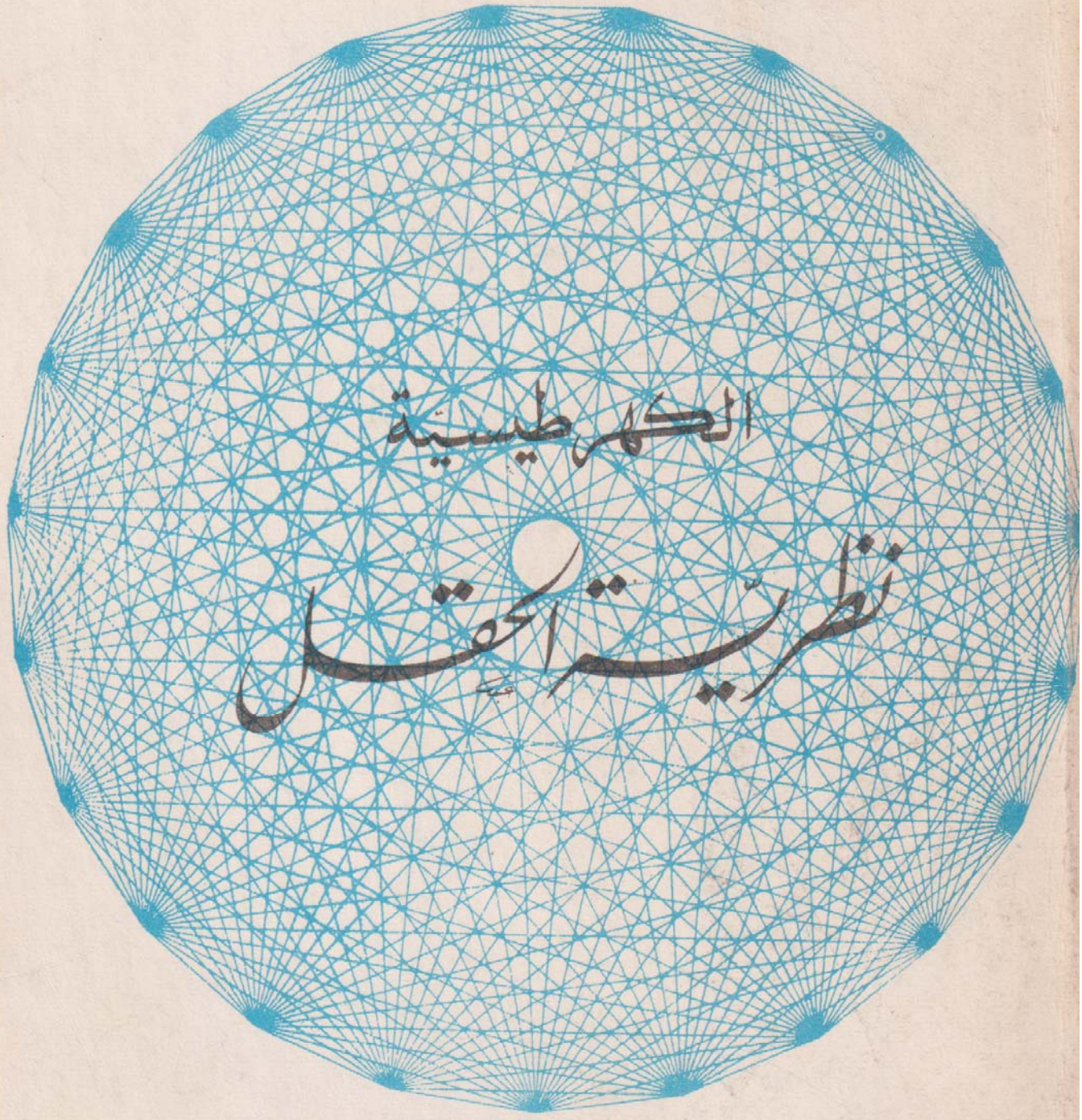
الدكتور
توفيق قسام



الكهرطيسية
نظرية الحقل

ديوان المطبوعات الجامعية

1-530-24-1

الدكتور
توفيق قسام

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
المكتبة المركزية
جامعة

الكهرطيسية

نظرية الحقل

ديوان المطبوعات الجامعية
الساحة المركزية - بن عكنون - الجزائر

فهـــرس

الفصل الأول

الوصف الرياضي للحقول وتحليلها

1.1. — مفهـوم الحقـل 1

1.2. — المظهر الشعاعي ، ومظهر خطوط الحقل 2

1.3. — تغير الحقـل 5

1.3.1. — المؤثر نبلا ∇ 5

1.3.2. — التدرج Grad 5

1.3.3. — التفرق Div 7

1.3.4. — الدوّار rot. 8

1.3.5. — مؤثر لابلاس Δ 8

1.4. — منابع حقل شعاعي 11

1.4.1. — مفهـوم المنبـع 11

1.4.2. — دعـوى غـوس 12

1.5. — دوّارات حقل شعاعي 12

1.5.1. — مفهـوم الدوّار 12

1.5.2. — دعـوى ستوكس 13

1.6. — نتيجتان رياضيتان هامتان 14

1.7. — أسئلة وتمارين حول الفصل الأول 15

1.8. — ارشادات وحلول لتمارين الفصل الأول 17

الفصل الثاني

المفاهيم الاساسية والمعادلات الاساسية للتحريك الكهربائي

2. 1. — تمهيد 19

2. 2. — الشحنة والتيار 21

2. 2. 1. — الشحنة وكثافة الشحنة 21

2. 2. 2. — التيار وكثافة التيار 25

2. 2. 3. — انحفاظ الشحنة ومعادلة الاستمرار 29

2. 2. 4. — أسئلة وتمارين حول البند 2. 2 32

2. 3. — الحقل الكهرطيسي 33

2. 3. 1. — اشعة الحقل الكهرطيسي في الخلاء 33

2. 3. 2. — تأثير الحقل 40

2. 3. 3. — أشعة الحقل الكهرطيسي في الأوساط المادية — معادلات المادة 43

2. 3. 4. — أسئلة وتمارين حول البند 2. 3. 52

2. 4. — المعادلات الأساسية للتحريك الكهربائي 53

2. 4. 1. — الأشعة القطبية والأشعة المحورية 53

2. 4. 2. — منابع الحقل الكهربائي والحقل المغنطيسي 55

2. 4. 3. — دوّار الحقل الكهربائي — قانون التحريض 57

2. 4. 4. — دوّار الحقل المغنطيسي — قانون اورستيد 66

2. 4. 5. — المعادلات الأساسية 71

2. 4. 6. — الخصائص الرياضية للمعادلات الأساسية 74

2. 4. 7. — مهام التحريك الكهربائي 82

2. 4. 8. — أسئلة وتمارين حول البند 2. 4. 87

2. 5. — دعـوى بوينتينغ Poynting 88
2. 5. 1. — استخراج دعوى بوينتنغ 88
2. 5. 2. — التفسير الفيزيائي 89
2. 5. 3. — حول تفسير شعاع بوينتنغ 94
2. 6. — التحريك الكهربائي الميكروسكوبي والماكروسكوبي 96
2. 6. 1. — المقادير الميكروسكوبية والماكروسكوبية 96
2. 6. 2. — الاستقطاب والتمغنط 101
2. 6. 3. — تفسير الحقل الكهرطيسي الماكروسكوبي 107
2. 7. — ارشادات وحلول لتمارين الفصل الثاني 109

الفصل الثالث

الحقـول الكهربائية الساكنـة

3. 1. — تمهيـد 111
3. 2. — حساب الحقل الكهراكدي استعانة بمعادلات الحقل 111
3. 2. 1. — الحل العام لمعادلات الحقل 111
3. 2. 2. — حساب الحقل اعتماداً على خصائص تناظرية 114
3. 2. 3. — اسئلة وتمارين حول البنـد 3.2 120
3. 3. — الكمون الكهراكدي ـ معادلة بواسون 120
3. 3. 1. — مفهـوم الكمـون 120
3. 3. 2. — معادلة بواسون 122
3. 3. 3. — حساب الكمون ـ الحـل العـام 123
3. 3. 4. — اسئلة وتمارين حول البنـد 3.3. 125
3. 4. — الكمون والحقل الناتجان عن توزع موضعي ضيق للشحنات 126
3. 4. 1. — نشر الكمون ـ متعدد الاقطاب الكهربائي 126

3.4.2. — ثنائي القطب الكهربائي 129
3.4.3. — أسئلة وتمارين حول البند 3.4 133
3.5. — طاقة الحقل 134
3.5.1. — طاقة الحقل لشحنات نقطية 134
3.5.2. — طاقة الحقل لتوزع مستمر للشحنات 139
3.5.3. — الشحنات في حقل كهراكدي خارجي 142
3.5.4. — أسئلة وتمارين حول البند 3.5. 150
3.6. — الحقل الكهراكدي بوجود نواقل كهربائية 152
3.6.1. — مسألة القيمة الحدية 152
3.6.2. — طريقة الخيال 161
3.6.3. — السعة ـ جمل من النواقل 166
3.6.4. — طاقة الحقل 169
3.6.5. — أسئلة وتمارين حول البند 3.6. 171
3.7. — الحقل الكهراكدي في الأوساط غير الناقلة 172
3.7.1. — المعادلات الأساسية 172
3.7.2. — أمثلة بسيطة على حساب الحقل والكمون 181
3.7.3. — طاقة الحقل ـ القوة 185
3.7.4. — أسئلة وتمارين حول البند 3.7. 191
3.8. — ارشادات وحلول لتمارين الفصل الثالث 192

الفصل الرابع

الحقل المغنطيسي الساكن ـ الحقل الكهرطيسي شبه المستقر

4.1. — تمهيد 197

4.2 — حساب الحقول المغنطيسية الساكنة 198
4.2.1. — حساب الحقل اعتماداً على خصائص تناظرية 198
4.2.2. — قانون بيو وسافار 202
4.2.3. — الكمون الشعاعي 205
4.2.4. — ثنائي القطب المغنطيسي 208
4.2.5. — أسئلة وتمارين حول البند 4.2. 216

4.3 — الحقول شبه المستقرة ـ قانون التحريض 218
4.3.1. — تمييز التقريب ـ حساب الحقل 218
4.3.2. — البيتاترون 226
4.3.3. — أسئلة وتمارين حول البند 4.3. 230

4.4 — طاقة الحقل ـ التحريضات 231
4.4.1. — طاقة الحقل المغنطيسية 231
4.4.2. — التحريضية الذاتية والتحريضية المتبادلة 236
4.4.3. — التيار الحلقي في حقل مغنطيسي خارجي 239
4.4.4 — أسئلة وتمارين حول البند 4.4. 243

4.5 — الحقول المغنطيسية في الأوساط المادية 243
4.5.1. — القضيب المغنطيسي 243
4.5.2. — المفعول الجلدي 248
4.5.3. — أسئلة وتمارين حول البند 4.5. 251

4.6 — ارشادات وحلول لتمارين الفصل الرابع 251

الفصل الخامس

انتشار الأمواج الكهرطيسية

5.1 — تمهيد 254

5. 2. — الأمواج الكهرطيسية في الخلاء 254

5. 2. 1. — معادلات الموجة 255

5. 2. 2. — الأمواج المستوية 257

5. 2. 3. — الأمواج المستوية وحيدة اللون 262

5. 2. 4. — مجموعات الأمواج 265

5. 2. 5. — أسئلة وتمارين حول البند 5. 2. 270

5. 3. — الطاقة وكمية الحركة والكتلة للموجة الكهرطيسية 272

5. 3. 1. — الطاقة 272

5. 3. 2. — كمية الحركة والكتلة 274

5. 3. 3. — أسئلة وتمارين حول البند 5. 3. 282

5. 4. — الأمواج الدورية في المواد وعلى السطوح الحدية 283

5. 4. 1. — انتشار الأمواج في المواد 283

5. 4. 2. — الأمواج المستوية على السطوح الحدية بين الأوساط غير الناقلة 290

5. 4. 3. — أسئلة وتمارين حول البند 5. 4. 298

5. 5. — ارشادات وحلول لتمارين الفصل الخامس 299

الفصل السادس

اصدار الأمواج الكهرطيسية

6. 1. — تمهيد 302

6. 2. — المعادلات اللامتجانسة للموجة 302

6. 2. 1. — استخراج معادلات الموجة وحلها 302

6. 2. 2. — الحساب التقريبي للحقل البعيد 311

6.2.3. — طاقة الحقل الاشعاعي 319
6.2.4. — أسئلة وتمارين حول البند 6.2 323
6.3. — الحقل الكهرطيسي لشحنات نقطية متحركة حركة اختيارية 324
6.3.1. — كمونا لينارد فيشرت 324
6.3.2. — الحقل الكهرطيسي لشحنة نقطية متحركة حركة مستقيمة منتظمة 329
6.3.3. — الحقل الكهرطيسي لشحنة نقطية متحركة حركة متسارعة 334
6.3.4. — اشعاع شرنكوف 336
6.3.5. — أسئلة وتمارين حول البند 6.3 338
6.4. — ارشادات وحلول لتمارين الفصل السادس 339

الفصل السابع

معادلات مكسويل بالصيغة الرباعية

7.1. — تمهيد 340
7.2. — الكمون الرباعي وتنسور الحقل الكهرطيسي 341
7.3. — معادلات مكسويل في الخلاء 346
7.3.1 — الزوج الأول من معادلات مكسويل 346
7.3.2 — الزوج الثاني من معادلات مكسويل 347
7.4. — تحويل لورنتس للحقل الكهرطيسي ـ لا تغير الشحنة اللورنتسي ـ قوة لورنتس 349
7.4.1 — تحويل لورنتس للحقل الكهرطيسي 349
7.4.2 — لا تغير الشحنة اللورنتسي 352
7.4.3 — قوة لورنتس (الحالة اللانسبية) 353

7.5. — الأمواج الكهرطيسية في الخلاء 353
7.5.1 — الموجة المستوية التوافقية بالصيغة الرباعية 353
7.5.2 — تحويلة لورنتس لشعاع الموجة الرباعي 356
7.6. — معادلة الحركة النسبية لجسيم مشحون في حقل كهرطيسي 361
7.7. — مبدأ انحفاظ كمية الحركة والطاقة ، تنسور الطاقة ـ كمية الحركة 363
7.7.1 — تنسور الطاقة ـ كمية الحركة للحقل الكهرطيسي 363
7.7.2 — مبدأ انحفاظ كمية الحركة والطاقة ـ كمية حركة الحقل الكهرطيسي وطاقته 368

الفصل الثامن

خـواص المـادة

8.1. — تمهيـد 374
8.2. — الخواص الكهربائيـة 374
8.2.1 — الملاحظات الكيفيـة 374
8.2.2 — الاستقطاب الالكتروني 379
8.2.3 — الاستقطاب الايوني 383
8.2.4 — الاستقطاب التوجيهي 385
8.3. — الخواص المغنطيسية 389
8.3.1 — المغنطيسية المعاكسة والمغنطيسية الموافقة 389
8.3.2 — حساب الطواعية المغنطيسية المعاكسة والطواعية المغنطيسية الموافقة 394
8.3.3 — المغنطيسية الحديدية ـ المغنطيسية الفرية ـ المغنطيسية الحديدية المعاكسة 399

8.3.4 — اسئلة حول البند 8.3 . 405

8.4 — ارشادات وحلول لتمارين الفصل الثامن 405

- قائمة ببعض واحدات الجملة الدولية 407

- الثوابت 407

- المراجع 411

- قائمة بأهم المصطلحات العلمية الواردة في الكتاب 412

★ ★ ★