

## الملحق Appendix

حلول المسائل Solution to problems

الميكانيكا التقليدية Classical mechanics (١)

(١, ١)

$$v_1 = -3/4u \text{ (أ)}$$

$$v_2 = 1/4u$$

(ب) نسبة فقد الطاقة الحركية  $EK \approx 1/8$

(١, ٢)

قوة مجال الجاذبية الاستوائي =  $-9.84 \text{ m s}^{-2}$

قوة مجال الجاذبية القطبي =  $-9.906 \text{ m s}^{-2}$

(١, ٣)

$$I = 4.67 \times 10^{-48} \text{ kg m}^2$$

$$L = 1.97 \times 10^{-34} \text{ kg rad m}^2 \text{ s}^{-1}$$

(١, ٤)

$$v = 2.88 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$KE = 4.4 \times 10^{-11} \text{ J}$$

(٢) الموجات والاهتزازات

(٢, ١)

$$k = 129 \text{ N m}^{-1}$$

(٢, ٢)

$$F = 1.25 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$T = 8 \times 10^{-15} \text{ s}$$

(٣) ميكانيكا الكم

(٣, ١)

$$W = 3.67 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$F_1 = 5.54 \times 10^{-14} \text{ Hz}$$

(٣, ٢)

$$\lambda = 1.46 \text{ \AA}$$

(٤) النظرية الحركية للغازات

(٤, ٣)

$$Z_v = 9.98 \times 10^{33} \text{ m}^{-3} \text{ s}^{-1}$$

(٤, ٤)

$$E_{\text{act}} = 215 \text{ kJ mol}^{-1}$$

(٤, ٥)

$$P = 1.9 \times 10^{-2}$$

(٤, ٦)

$$\lambda = 1.44 \times 10^{-8} \text{ m}$$

(٤, ٧)

$$158.4 \text{ s} = \text{الزمن}$$

(٤, ٨)

$$\sigma = 0.41 \text{ nm}$$

(٤, ٩)

$$\eta_{D2} : \eta_{He} = 1.19$$

(٥) علم الكهرباء الساكنة (المستقر)

(٥, ١)

(أ) الطاقة =  $39.95 \text{ J C}^{-1}$  في الاتجاه الموجب(ب) الطاقة =  $8.63 \text{ J C}^{-1}$  في الاتجاه الموجب

(٥, ٢)

$$F_{\text{elec.}} = (2.3 \times 10^{-28}) / r^2 \text{ N}$$

$$F_{\text{grav.}} = (1.02 \times 10^{-67}) / r^2 \text{ N}$$

$$F_{\text{elect.}} / F_{\text{grav.}} = 2.55 \times 10^{39}$$

(٥, ٣)

$$\mathfrak{R} = 2.18 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$n = 1 \rightarrow n = 2, f = 2.47 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$IP(H) = \mathfrak{R}$$

$$IP(Li^{2+}) = 4\mathfrak{R}$$

(٥, ٥)

$$E = -607 \text{ kJ mol}^{-1}$$

(٥, ٦)

$$U = 7.41 \times 10^{21} \text{ J}$$

بينما  $3/2kT$  عند درجة حرارة  $300\text{K}$  تساوي  $6.21 \times 10^{21} \text{ J}$ 

(٥, ٨)

$$C = 1.03 \times 10^{-77}$$

وأيضاً

$$U = -1.51 \text{ kJ mol}^{-1}$$

(٦) الكهرومغناطيسية

(٦, ٢)

$$B = 4.5 \times 10^{-4} \text{ T}$$

(٦, ٣)

$$k = 2.3 \times 10^{-4} \text{ Nm rad}^{-1}$$

(٦, ٤)

$$n = 1.56 \times 10^{29} \text{ m}^{-3}$$

(٧) البصريات

(٧, ١)

$$E_0 = 10 \text{ V m}^{-1}$$

$$\lambda = 12.56 \text{ m}$$

$$f = 2.29 \times 10^7 \text{ s}^{-1}$$

$$v = 3.0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

(٧, ٢)

$$p = 4.42 \times 10^{-23} \text{ kg m s}^{-1}$$

(٧, ٣)

$$\Delta\theta = 3.17^\circ$$

(٧, ٤)

$$\theta_c = 33.34^\circ$$

(٧, ٦)

$$\theta_B = 56.31^\circ$$

زاوية الانكسار تساوي  $33.69^\circ$ 

(٧, ٧)

الطول الموجي  $4 \times 10^6$  لضوء  $500 \text{ nm}$  يناسب لـ  $2 \text{ m}$  في الفراغطول المسار البصري يساوي  $2.1 \text{ m}$ 

(٧, ٨)

$$d = 1 \text{ mm}$$

(٧, ١٠)

(أ) حد الرتبة الأعلى الأول لـ  $589 \text{ nm} = 36.086^\circ$ حد الرتبة الأعلى الأول لـ  $589 \text{ nm} = 36.129^\circ$ 

$$\Delta\theta = 0.043^\circ \text{ (ب)}$$

oboeikandi.com

## ثبت المصطلحات

أولاً: عربي-إنجليزي



|                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| couple                    | ازدواج ، اقتران          |
| magnet statics            | إستاتيكا مغناطيسية       |
| radiation                 | إشعاع                    |
| Black body radiation      | إشعاع الجسم الأسود       |
| cavity radiation          | إشعاع التجويف أو الفجوة  |
| quantum numbers           | أعداد الكم               |
| complex numbers           | أعداد مركبة أو معقد      |
| electromagnetic induction | الحث الكهرومغناطيسي      |
| simple harmonic motion    | الحركة التوافقية البسيطة |
| kinetic energy            | الطاقة الحركية           |
| internal energy           | الطاقة الداخلية          |
| wavelength                | الطول الموجي             |

|                          |                                |
|--------------------------|--------------------------------|
| atomic spectrum          | الطيف الذري                    |
| electromagnetic spectrum | الطيف الكهرومغناطيسي           |
| wave number              | العدد الموجي                   |
| magnetic susceptibility  | القابلية المغناطيسية           |
| viscosity                | اللزوجة                        |
| gyromagnetic ratio       | النسبة الجيرومغناطيسية         |
| relativity               | النسبية                        |
| ionic model              | النموذج الأيوني                |
| Ampere                   | أمبير                          |
| diffusion                | انتشار                         |
| superposition            | انطباق، تطابق، تراكب           |
| length contraction       | انكماش (تقلص) الطول            |
|                          | +                              |
| paramagnetism            | بارامغناطيسية، متسامية التمعنط |
| optics                   | بصريات                         |
| Laue spots               | بقع لاوي                       |
|                          | -                              |
| Zeeman effect            | تأثير زيمان                    |
| Compton effect           | تأثير كومبتون                  |
| critical damping         | تثبيط حرج                      |
| equipartition            | تجزئة بالتساوي                 |



|                           |                  |
|---------------------------|------------------|
| Fourier transform         | تحويل فورير      |
| hysteresis                | تخلف             |
| interference              | تداخل            |
| constructive interference | تداخل بناء       |
| destructive interference  | تداخل هدام       |
| effusion                  | تدفق             |
| frequency                 | تردد             |
| acceleration              | تسارع، تعجيل     |
| dispersion                | تشتت، انتشار     |
| collision                 | تصادم            |
| inelastic collision       | تصادم غير مرن    |
| elastic collision         | تصادم مرن        |
| exchange interaction      | تفاعل تبادلي     |
| coherence                 | ترابط، تماسك     |
| equilibrium               | توازن، اتزان     |
| constant                  | ثابت             |
| gas constant              | ثابت الغاز       |
| dipole                    | ثنائي القطب      |
| wave-particle duality     | ثنائية جسيم-موجة |
| gravity                   | جاذبية أرضية     |

triatomic molecules

جزيئات ثلاثية الذرات

diatomic molecules

جزيئات ثنائية الذرة

corpuscular

جسيم، كرية، دقيقة

alpha particles

جسيمات ألفا

stationary states

حالات ثابتة، أو مستقرة

induction

حث

circular motion

حركة دائرية

periodic motion

حركة دورية

angular motion

حركة زاوية

loop

حلقة

diffraction

حيود

X-ray diffraction

حيود الأشعة السينية

neutron diffraction

حيود النيوترون

sinc function

دالة الجيب

state function

دالة الحالة

work function

دالة الشغل

eigenfunction

دالة ذاتية

diamagnetism

دايا مغناطيسية

|                     |                 |
|---------------------|-----------------|
| Boyle temperature   | درجة حرارة بويل |
| Curie temperature   | درجة حرارة كوري |
| rigid body rotation | دوران جسم صلب   |

## د

|                               |                           |
|-------------------------------|---------------------------|
| matrix-vector notation        | رمز متجه - المصفوفة       |
| electron spin resonance (ESR) | رنين إلكتروني مغزلي (ESR) |
| Nuclear magnetic resonance    | رنين نووي مغناطيسي        |
| conjugated bonds              | روابط متعاقبة أو مقترنة   |

## ذ

|                |            |
|----------------|------------|
| critical angle | زاوية حرجة |
| time dilation  | زمن التأخر |
| spring         | زنبرك      |

## س

|               |            |
|---------------|------------|
| velocity      | سرعة       |
| surface       | سطح        |
| amplitude     | سعة        |
| heat capacity | سعة حرارية |

## ض

|              |         |
|--------------|---------|
| gas pressure | ضغط غاز |
|--------------|---------|

## ط

|        |      |
|--------|------|
| energy | طاقة |
|--------|------|

|                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| lattice energy      | طاقة الشبكية          |
| activation energy   | طاقة تنشيط            |
| beat                | طرق، دق               |
| phase               | طور، صنف              |
| optical path-length | طول المسار البصري     |
| ❦                   |                       |
| factor              | عامل                  |
| steric factor       | عامل الفراغية         |
| compression factor  | عامل انضغاطية         |
| Lorentz factor      | عامل لورينز           |
| scalar              | عددي                  |
| moment of inertia   | عزم القصور الذاتي     |
| torque              | عزم اللي، عزم الدوران |
| dipole moment       | عزم ثنائي القطب       |
| ❧                   |                       |
| ferromagnetism      | فرومغناطيسية          |
| photon              | فوتون                 |
| ultraviolet         | فوق البنفسجية         |
| flux                | فيض                   |
| ❨                   |                       |
| Coulomb's law       | قانون كولوم           |

|                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| centripetal force        | قوة الجذب المركزي          |
| eigenvalue               | قيمة ذاتية                 |
| ك                        |                            |
| catastrophe              | كارثة                      |
| momentum                 | كمية الحركة، الزخم، اندفاع |
| electromagnetism         | كهرومغناطيسية              |
| م                        |                            |
| vector                   | متجه                       |
| eigenvector              | متجه ذاتي                  |
| electric field           | مجال كهربائي               |
| grating                  | محزوز، محزوز               |
| diagram                  | مخطط                       |
| complex                  | مركب، معقد، متراكب         |
| centre of mass           | مركز الكتلة                |
| mean- free path          | متوسط المسار الحر          |
| transverse               | مستعرض                     |
| linearly polarised       | مستقطب خطياً               |
| mass spectrometer        | مطياف الكتلة               |
| Arrhenius equation       | معادلة أرهنيوس             |
| coefficient              | معامل                      |
| transmission coefficient | معامل النفاذية             |

|                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| magnetism                | مغناطيسية                       |
| cross-section            | مقطع عرضي                       |
| Michelson interferometer | مقياس ميكلسون للتداخل           |
| cross product            | منتج متقاطع                     |
| longitudinal waves       | موجات طولية                     |
| transverse waves         | موجات مستعرضة                   |
| standing waves           | موجات موقوفة أو مستقرة          |
| magneton                 | ميغنتون (وحدة العزم المغناطيسي) |
| mechanics                | ميكانيكا                        |
| quantum mechanics        | ميكانيكا الكم                   |
| standing                 | موقوفة أو مستقرة                |
| impulse                  | نبضة، صدمة                      |

## ثانياً: إنجليزي - عربي

A

|                    |                |
|--------------------|----------------|
| acceleration       | تسارع ، تعجيل  |
| activation energy  | طاقة تنشيط     |
| alpha particles    | جسيمات ألفا    |
| Ampere             | أمبير          |
| amplitude          | سعة            |
| angular motion     | حركة زاوية     |
| Arrhenius equation | معادلة أرهنيوس |
| atomic spectrum    | الطيف الذري    |

B

|                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| beat                 | طرق ، دق           |
| Black body radiation | إشعاع الجسم الأسود |
| Boyle temperature    | درجة حرارة بويل    |

C

|                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| catastrophe       | كارثة                   |
| cavity radiation  | إشعاع التجويف أو الفجوة |
| centre of mass    | مركز الكتلة             |
| centripetal force | قوة الجذب المركزي       |
| circular motion   | حركة دائرية             |
| coefficient       | معامل                   |
| coherence         | ترابط ، تماسك           |
| collision         | تصادم                   |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| complex                   | مُرَكَّب، مُعَقَّد، مُتْرَاكِب          |
| complex numbers           | أَعْدَاد مُرَكَّبَةٌ أَوْ مُعَقَّد      |
| compression factor        | عَامِل انضْغَاطِيَّة                    |
| Compton effect            | تَأْثِير كُومْبِتُون                    |
| conjugated bonds          | رُوبَاط مُتَعَاقِبَةٌ أَوْ مُقْتَرَنَةٌ |
| constant                  | ثَابِت                                  |
| constructive interference | تَدَاخُل بِنَاء                         |
| corpuscular               | جَسِيم، كَرِيَّة، دَقِيقَةٌ             |
| Coulomb's law             | قَانُون كُولُوم                         |
| couple                    | ازْدَوَاج، اقْتِرَان                    |
| critical angle            | زَاوِيَّة حَرَجَة                       |
| critical damping          | تَشْبِيْط حَرَج                         |
| cross product             | مَنْتَج مِتْقَاطِع                      |
| cross-section             | مِقْطَع عَرْضِي                         |
| Curie temperature         | دَرَجَة حَرَارَة كُورِي                 |
| destructive interference  | تَدَاخُل هَدَام                         |
| diagram                   | مِخْطَط                                 |
| diamagnetism              | دَايَا مَغْنَاطِيْسِيَّة                |
| diatomic molecules        | جَزِيئَات ثَنَائِيَّة الذَّرَة          |
| diffraction               | حِيُود                                  |
| diffusion                 | اِنْتِشَار                              |



|                               |                           |
|-------------------------------|---------------------------|
| dipole                        | ثنائي القطب               |
| dipole moment                 | عزم ثنائي القطب           |
| dispersion                    | تشتت ، انتشار             |
| effusion                      | تدفق                      |
| eigenfunction                 | دالة ذاتية                |
| eigenvalue                    | قيمة ذاتية                |
| eigenvector                   | متجه ذاتي                 |
| elastic collision             | تصادم مرن                 |
| electric field                | مجال كهربائي              |
| electromagnetic induction     | الحث الكهرومغناطيسي       |
| electromagnetic spectrum      | الطيف الكهرومغناطيسي      |
| electromagnetism              | كهرومغناطيسية             |
| electron spin resonance (ESR) | رنين إلكتروني مغزلي (ESR) |
| energy                        | طاقة                      |
| equilibrium                   | توازن ، اتزان             |
| equipartition                 | تجزئة بالتساوي            |
| exchange interaction          | تفاعل تبادلي              |
| factor                        | عامل                      |
| ferromagnetism                | فرومغناطيسية              |
| flux                          | فيض                       |

|                     |          |                        |
|---------------------|----------|------------------------|
| Fourier transform   |          | تحويل فوريير           |
| frequency           |          | تردد                   |
| gas constant        | <b>G</b> | ثابت الغاز             |
| gas pressure        |          | ضغط غاز                |
| grating             |          | محزز، محزوز            |
| gravity             |          | جاذبية أرضية           |
| gyromagnetic ratio  |          | النسبة الجيرومغناطيسية |
| heat capacity       | <b>H</b> | سعة حرارية             |
| hysteresis          |          | تخلف                   |
| impulse             | <b>I</b> | نبضة                   |
| induction           |          | حث                     |
| inelastic collision |          | تصادم غير مرن          |
| interference        |          | تداخل                  |
| internal energy     |          | الطاقة الداخلية        |
| ionic model         |          | النموذج الأيوني        |
| kinetic energy      | <b>K</b> | الطاقة الحركية         |
| lattice energy      | <b>L</b> | طاقة الشبكية           |
| Laue spots          |          | بقع لاوي               |
| length contraction  |          | انكماش الطول           |

|                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| linearly polarised         | مستقطب خطياً                    |
| longitudinal waves         | موجات طولية                     |
| loop                       | حلقة                            |
| Lorentz factor             | عامل لورينز                     |
| <b>M</b>                   |                                 |
| magnet statics             | إستاتيكا مغناطيسية              |
| magnetic susceptibility    | القابلية المغناطيسية            |
| magnetism                  | مغناطيسية                       |
| magneton                   | ميغنتون (وحدة العزم المغناطيسي) |
| mass spectrometer          | مطياف الكتلة                    |
| matrix-vector notation     | رمز متجه = المصفوفة             |
| mean- free path            | متوسط المسار الحر               |
| mechanics                  | ميكانيكا                        |
| Michelson interferometer   | مقياس ميكلسون للتداخل           |
| moment of inertia          | عزم القصور الذاتي               |
| momentum                   | كمية الحركة ، الزخم ، الاندفاع  |
| neutron diffraction        | حيود النيوترون                  |
| <b>N</b>                   |                                 |
| Nuclear magnetic resonance | رنين نووي مغناطيسي              |
| <b>O</b>                   |                                 |
| optical path –length       | طول المسار البصري               |
| optics                     | بصريات                          |

paramagnetism

P

متسامتة التمغنت، بارامغناطيسية

periodic motion

حركة دورية

phase

طور، صنف

photon

فوتون

quantum mechanics

Q

ميكانيكا الكم

quantum numbers

أعداد الكم

radiation

R

إشعاع

relativity

النسبية

rigid body rotation

دوران جسم صلب

scalar

S

عددي

simple harmonic motion

الحركة التوافقية البسيطة

sinc function

دالة الجيب

spring

زنبرك

standing

موقوفة أو مستقرة

standing waves

موجات موقوفة أو مستقرة

state function

دالة الحالة

stationary states

حالات ثابتة، أو مستقرة

steric factor

عامل الفراغية

superposition

انطباق، تطابق، تراكب

surface

سطح

time dilation

T

زمن التأخر

torque

عزم اللي ، عزم الدوران

transmission coefficient

معامل النفاذية

transverse

مستعرض

transverse waves

موجات مستعرضة

triatomic molecules

جزيئات ثلاثية الذرات

ultraviolet

U

فوق البنفسجية

vector

V

متجه

velocity

سرعة

viscosity

اللزوجة

wave number

W

العدد الموجي

wavelength

الطول الموجي

wave-particle duality

ثنائية جسيم - موجة

work function

دالة الشغل

X-ray diffraction

X

حيود الأشعة السينية

Zeeman effect

Z

تأثير زيمان

obekandi.com

## كشاف الموضوعات

أينشتاين ١٩، ٣٢، ٣٥

ب

بارا مغناطيسية ١٣٧ - ١٤٢

بصريات ٥٧، ١٥١

بقع أو نقاط لاوي ١٧٩

بولتزمان ٦٣

بوهر ٢٤، ٧٤

بيتا كاروتين ٨٠

ت

تأثير زيمان ١٤٨

تأثير كومبتون ٧٣

التشيط الحرج ٤٤

تجاذب مركزي ٢٥، ١٠٧

تجزئة الطاقة بالتساوي ٦٩

ا

أثير ٥٩

ازدواج ٢٩

إستاتيكا ٣

استقطاب ١١٧ - ١١٩، ١٥٩

إشعاع الجسم الأسود ٦٤

إشعاع تجويف ٦٤

أعداد الكم ٧٩

أمبير ١٢٢

انتشار ٥٦، ٦٢

انتقال ٢٧، ٥٣

انتقال الموجات ٢٧

انكماش الطول ٣٤

- ثابت ريدبرج ١٠٩  
 ثابت ماديلنج ١١٠  
 ثاني أكسيد الكربون ٥٢  
 ثنائيات الأقطاب ١١٦ - ١١٨ ،  
 ١٤٠
- جاذبية أرضية ٧ ، ١٤ ، ٢٣  
 الجزيئات ثنائية الذرة ٤٦  
 جسيمات ١٠ ، ١٩ ، ٢٩  
 جهد ٤ ، ١٢ ، ٢١ ، ٧٢  
 جيجر ومارسدين ٧٤
- الحالات المحددة ١٤  
 حث مغناطيسي ١٢٤  
 الحث الكهرومغناطيسي ١٣٥  
 الحركة التوافقية البسيطة ٣٨  
 الحركة الدائرية ٤٠  
 الحركة الزاوية ٢٤  
 حيود الأشعة سينية ١١٠  
 حيود النيوترون ١٤٥  
 حيود فراونهورف ١٧٠
- تحويلات فورير ١٦٨  
 تخطيط ارجاند ٤١  
 التداخل البناء ١٦٣  
 التداخل الهدام ١٦٣  
 تدفق ٦٠  
 تذبذب ٥٠  
 تراكب ٥٦  
 تردد ٢٥ ، ٤٤  
 تردد مدفوع ٤٥  
 تردد لارمور ١٤٢  
 تسارع ٢ ، ٥ ، ١٤  
 تشتيت ١١٩  
 التصادم المرن ١٩  
 تصادم غير مرن ١١  
 تطبيقات ٧٧ ، ٨٩  
 تفاعل تبادلي ١٤٣  
 توازن ٣١
- ثابت افوجادرو ٦٩  
 ثابت الزنبرك ٣٩  
 ثابت الغاز ٦٩  
 ثابت بولتزمان ٦٧



ز

الزاوية الحرجة ١٥٨

زاوية بريوستر ١٦٠

س

سرعة ١ ، ٢

سطوح ٧٢

سعة ٧٦

سعة حرارية ٦٩

ش

شرودينجر ٧٥

الشق المزدوج ١٧٤

شق وحيد ١٧٠

شقوق متعددة ١٧٥

شوق يونج المزدوجة ١٦٤

ص

صيغة لندن ١١٩

ض

ضغط الإشعاع ١٥٤

ضغط غاز ٨٣

ضوء ١٩ ، ٣٣ ، ٥٧

ث

خواص النقل ٩٦

د

دالة الجيب ١٥٢

دالة الحالة ٢٣

دالة الشغل ٧٢

دالة موجية ١٧٥

دايا مغناطيسية ١٣٧

درجة حرارة بويل ٩٥

درجة حرارة كوري ١٤٣

دورة بورن هابر ٢٠

دورة هيس ٢٠

ديراك ٨٠

ديموكريتس ٦١

الديناميكا الحرارية ٦٣

الديناميكا الحرارية الإحصائية ٨١

ر

رمز متجه - المصفوفة ٥٠

رنين غزل إلكتروني (ESR) ٧٣

رنين نووي مغناطيسي ١٤٨

الروابط المترافقة ٨٠

فيض ١٢٠

ق

قانون براغ ١٧٩

قانون جراهام ٩٧

قانون سنيل ١٦٢

قانون فارداي ١٥١

قانون فيك ١٠٠

قانون كولوم ١٠٥

قانون هوك ١٦

قوة التجاذب المركزية ٢٥ ، ١٠٧

ك

كارثة فوق البنفسجية ٦٢

كميات عددية ١٠٧

الكهرباء الساكنة ١٠٥

كهرومغناطيسية ١٢١

ل

لزوجة ٩٨

لينارت جونز ٤٦

م

ماكسويل ٦٠ ، ٦٦ ، ٨٦

مبدأ فيرمات ١٦٠

ط

الطاقة الحركية ١٦

الطاقة الداخلية ١٩

طاقة الشبكية ١١٠

طاقة تنشيط ٩٢

طور ٤٠ ، ٥٣

الطول الموجي ٥٣ ، ٥٨

طومسون ٦٠

ع

عامل الفراغية ٩٢

عامل بولتزمان ٦٧

العدد الموجي ٥٤

عزم القصور الذاتي ٧٠

عزم ثنائي القطب ١٣٩ ، ١٣٨

غ

غاز مثالي ٥٦

د

فان درفالس ٩٤ ، ١١٩

فرّومغناطيسية ١٣٧

فوتونات ٣٣ ، ٦٠

فوكولت ٦٠

## ن

نسبة الجيرومغناطيسية ١٤٦

النسبية الخاصة ٣٢، ٣٤

النسبية العامة ٣٦

نظرية الجسيمات للضوء ٥٩

النظرية الحركية للغازات ٨٣

نظرية الغازات ٤٤ - ٤٩, ٧

النموذج الأيوني ١٠٩

نموذج الذرة ٦١

نموذج ديبراي ٧١

## ه

هايزنبرج ٧٥، ٨١

هيرتز ٧٢

هيجينز ١٦٩

مبدأ هيجينز ١٦٩

متجه ذاتي ٥٠

متوسط المسار الحر ٩٣

محزوز ١٧٦

مطياف الكتلة ١٣١

معادلات فرسينل ١٥٩

معادلة أرهنيوس ٩١

معادلة أينشتاين - ستوكس ١٠١

مغناطيسية ساكنة ١١٩

مقياس مايكلسون للتداخل ١٦١

مواجات موقوفة أو مستقرة ٥٧

مواجات ١٩, ٢٦ - ٩

ميكانيكا ١

ميكانيكا الكم ٣٦، ٥٩