مفاهيم فيزيائية وكيميائية

السنة الرابعة

قسم معلم صف

منشورات جامعة دمشق
كلية التربية

المفاهيم الفيزيائية والكيميائية

تأليف

د. أحمد البحبى
أستاذ مساعد في قسم الفيزياء
كلية العلوم

د. خلود الجزائري
المدرس في قسم المناهج وطرق التدريس
كلية التربية

جامعة دمشق

1435 – 1436هـ
2013 – 2014م

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

فهرس المحتويات

فهرس المحتويات	**5**
المقدمة	**13**
الباب الاول	**15**
المفاهيم الفيزيائية	**15**
الفصل الاول	**17**
نبذة عن تاريخ الفيزياء	**17**
1-1- تطور علم الفيزياء	17
1-2- دور العلماء العرب والمسلمين في تطور علم الفيزياء	19
1-3- تواريخ بعض الظواهر الفيزيائية والظواهر الكيميائية	23
الفصل الثاني	**25**
الضوء	**25**
2-1- مقدمة:	25
2-2- المبادئ الأساسية للضوء:	27
2-3- المرايا الكروية	49
2-4- العدسات	53
الفصل الثالث	**63**
الحرارة Heat	**63**
3-1- مقدمة	63
3-2- طرق انتقال الحرارة:	63
3-3- كمية الحرارة:	70
3-4- تأثير الحرارة في الأجسام:	72
الفصل الرابع	**81**
القوى والطاقة	**81**

القوى: 81
4-1- تعريف القوة: 81
4-2- أنواع القوى وتمثيلها: 81
4-3- عزم القوة: 92
4-4- عزم المزدوجة: 93
4-5- توازن جسم صلب: 94
الطاقة 96
4-6- مفهوم الطاقة: 96
4-7-انواع الطاقة 96
4-8- مبدأ مصونية الطاقة: 98
العمل والاستطاعة: 100
4-9- تعريف العمل: 100
4-10- الاستطاعة: 101
4-11- الضغط الجوي 102
4-12- دافعة أرخميدس 107
4-13- الوزن الحجمي – الكتلة الحجمية - الكثافة 110
الكتلة الحجمية 111
الكثافة 111
الكتلة 113
الثقل 113
مفهوم الثقالة (السقوط الحر): 114
تمارين 117
الفصل الخامس 121
علم الحركة 121
5-1- مقدمة 121
5-2- قوانين نيوتن للحركة: 122

5-3- الحركة وأنواعها: 125
5-4- حركة قذيفة 132
5-5- السقوط الحر: 138
5-6- كمية الحركة 139
5-7- مصونية كمية الحركة: 140
5-8- الصدم: 140
الفصل السادس 143
الاهتزازات والأمواج 143
6-1- الحركة الاهتزازية: 143
6-2- خصائص الحركة الاهتزازية: 144
6-3- الحركة الموجية 147
6-4- أنواع الأمواج: 148
6-5- العلاقة بين سرعة الموجة والتواتر وطول الموجة: 150
6-6- الأمواج الصوتية: 151
تمارين 160
الفصل السابع 163
الكهرباء والمغناطيسية 163
7-1- مقدمة 163
7-2- الدارة الكهربائية 164
7-3- جهة الإلكترونات وجهة التيار: 165
7-4- العلاقة بين شدة التيار وكمية الكهرباء: 168
7-5- فرق الكمون الكهربائي: 168
7-6- مفهوم المقاومة الكهربائية 170
7-7- ربط المقاومات على التسلسل: 173
7-8- ربط المكثفات: 174
7-9- القوة المحركة الكهربائية لمولد: 175

7-10- قانون جول: 176
والاستطاعة: 177
قانون أوم: 177
7-11- آثار التيار الكهربائي 178
7-12- المغناطيسية 182
7-13- مفهوم التحريض الكهرطيسي: 183
الفصل الثامن 187
النظرية النسبية لآينشتاين و تطبيقاتها 187
8-1- مقدمة: 187
8-2- النظرية النسبية الخاصة 188
8-3- فرضيات النظرية النسبية: 188
8-4- سرعة الضوء: 191
8-5- الطاقة والكتلة: 192
8-6- الزمان في النسبية: 193
الفصل التاسع 195
تطبيقات الفيزياء 195
9-1- مقدمة: 195
9-2- المحرك الكهربائي: 195
9-3- مزلاج الباب: 196
9-4- جرس الباب: 196
9-5- مكنة البيع لكشف القطع النقدية المزورة: 196
9-6- معيار الوقود في السيارة: 197
9-7- نصائح فيزيائية: 198
9-8- الفيزياء في حياتنا اليومية: 199
9-9- تطبيقات الليزر: 201
9-10- الساعات الذرية 206

9-11- الألياف الضوئية: 208
9-12- القمر و البحر: 209
9-13- الأمواج الكهرومغناطيسية: 209
الباب الثاني 237
المفاهيم الكيميائية 237
الفصل الاول 239
تاريخ الكيمياء 239
1-1- مقدمة: 239
1-2- مفهوم الكيمياء: 240
1-3- مملكة الفراعنة: 242
1-4- الوجه اليوناني للرواية: 246
1-5- بلاد ما بين النهرين: 247
1-6- ابجدية الكيمياء: 248
1-7- المراحل التي مر بها علم الكيمياء: 250
1-8- دور العلماء المسلمين في تطوير علم الكيمياء : 251
1-9- أهمية علم الكيمياء: 253
الفصل الثاني 257
قوانين الاتحادات الكيميائية 257
2-1- تعاريف كيمائية: 257
2-2- قانون مصونية المادة: 260
2-3- قانون النسب الثابتة: 261
2-4- قانون النسب المضاعفة: 261
2-5- قانون غاي لوساك: 262
2-6- قانون أفوكادرو: 263
2-7- قانون الأعداد المتناسبة قانون ريختر: 263

2-8- قانون انحفاظ الكتلة: 263
2-9- قانون فاراداي: 264
الفصل الثالث 267
بنية الذرة 267
3-1- مقدمة 267
3-2- نظرية بور في بنية الذرة: 268
3-3- الكتلة الذرية: 270
3-4- الكتلة الذرية لعنصر: 270
3-5- الكتلة الذرية الغرامية: 270
3-6- الجزيئات: 271
3-7- الكتلة الجزيئية: 272
3-8- الكتلة الجزيئية الغرامية: 272
الفصل الرابع 275
الروابط الكيميائية - الشحنة الكهربائية 275
4-1- مقدمة: 275
4-2- الروابط الكيميائية: 277
4-3- الروابط بين الجزيئات: 284
4-4- توزع الشحنات الكهربائية: 286
4-5- التكافؤ الكيميائي 287
4-6- كتابة صيغ المركبات الكيميائية: 291
4-7- تسمية المركبات الكيميائية: 293
الفصل الخامس 295
الحموض والاسس - التفاعلات الكيميائية 295
اولا: الحموض 295
5-1- مقدمة: 295

5-2- حمض كلور الماء 295
5-4- حمض الآزوت 296
5-5- حمض الخل 297
5-6- الوظيفة الحمضية: 297
5-7- خواص المحاليل الحمضية: 297
5-8- الحموض القوية والحموض الضعيفة: 299
ثانيا: الأسس 299
5-1- مقدمة: 299
5-2- الوظيفة الأساسية 300
5-3- تعداد الوظيفة الأساسية: 300
5-4- الأسس القوية والأسس الضعيفة: 301
5-5- خواص المحاليل الأساسية: 301
ثالثا: التفاعلات الكيميائية 302
5-1- التفاعلات الكيميائية: 302
5-2- الحساب الكيميائي: 303
5-3- الأكسدة والإرجاع 306
الفصل السادس 315
الجزيئات الأكثر انتشاراً 315
6-1- الهواء: 315
6-2- الأوكسجين 316
6-3- الهيدروجين 322
6-4- الماء 326
الفصل السابع 333
الكيمياء العضوية 333
7-1- مقدمة: 333
7-2- أهمية الكيمياء العضوية: 333

7-3- مصادر المركبات العضوية: 333
7-4- خواص المواد العضوية: 336
7-5- التطبيقات المختلفة للمركبات العضوية 337
7-6- استخدامات الكيمياء في حياتنا: 343
7-7- المواد البديلة للكيمياء: 352
7-8- سحر الكيمياء: 357
تمارين ومسائل عامة 366
مسائل محلولة 371
المصطلحات العلمية 375
المراجع العلمية 385

Damascus University

المقدمة

يتأثر المنهج بالفلسفة التي ينطلق منها مخطوطه، ويعّد الإدراك الفلسفي والمعرفي عاملاً مهماً لبناء المنهج في أي مجتمع، فكل منهج يقوم على أسس فلسفة تربوية معينة، وقد تعددت الفلسفات وانعكست آثارها على المناهج الد راسية. فكان لكل منها الرأي في آلية وضع المنهج المدرسي وبنائه، وكان لكل منها تصور معين لعمل الطالب وعمل المعلم وكيفية التقويم في العملية التعليمية. وترى المدرسة الواقعية أن التربية لابد أن تهتم بشؤون المتعلم، فتصبح مهمة المدرسة إطلاق القدرات الابداعية وتهذيبها عنده، وأن تبحث التربية حول مشكلات نماء الإحساس بالمسؤولية الاجتماعية عند المجتمع، فتصبح مهمة المدرسة أيضاً تحقيق التعاون الاجتماعي أو الطلابي. وترى المدرسة الواقعية أن التربية هي الحياة نفسها، فهي عملية مستمرة، وتؤكد على أن يتصل النشاط بميول المتعلم وحاجاته، وأن تنظم الخبرات المدرسية في صورة مشكلات، وأن دور المعلم موجه ومرشد وميسر التعاون بين الأفراد. فهي تهتم بالأشياء الحادثة والواقعة بالفعل في عالمنا الذي نعيش فيه، كما تهتم بالتغير والتجريب والعمل المنتج لا مجرد التأمل أو التعليم النظري. فالفلسفة الواقعية ترى أن المناهج المدرسية تنشأ وتنمو وتتطور في ضوء علاقاتها بحاجات الطلاب ومشكلاتهم وفى ضوء علاقتهم بالمواقف المتعددة للحياة التي يعيشونها. تم إبراز أسس الفيزياء و الكيمياء بشكل يتناسب مع اهتمامات الطلاب/الطالبات. حيث يحتوي هذا الكتاب على مقدار معين من المعلومات العلمية وتطبيقاتها في الحياة العملية يتناسب مع اهتمامات الطلاب/الطالبات. فقد تم استخدام إحدى الوسائل الحديثة في مجالات التعليم والتعلم المسماة باسم المدخل المنظومي في التعليم والتعلم. ويعتمد فكر المدخل المنظومي على توصيل المعلومة للمتعلم بصورة مبسطة وسهلة وفي أقصر وقت

ممكن ومن دون اللجوء للإطالة، لكي يستوعب الدارس الموضوع العلمي ويفهمه؛ لذلك استُخدمت استراتيجية الربط المنظومي للعلاقات العلمية مع مراعاة إعطاء نبذة علمية عن الخلفية ذات العلاقة بموضوع الدرس بالمحاضرة؛ بمعنى أن يتم توضيح الخلفية العلمية لموضع المحاضرة وشرحها والتأكد من استيعاب الدارسين لها بحكم أن لديهم فكرة عنها من قبل ، ثم يلي ذلك توصيل موضوع المحاضرة بصورة مترابطة منظومية مبسطة وفي أقصر وقت من دون اللجوء للمنهجية الخطية التي تحتاج لوقت طويل، وممل لتوصيل المعلومة العلمية للدارس؛ وبشكل يفرض على الدارس اللجوء للحفظ أكثر من التركيز في استيعاب المادة العلمية وفهمها. ويحتوي الكتاب على العديد من الأشكال المنظومية ثلاثية الأبعاد التي تبرز التفاعلات العضوية بشكل مترابط مبسط يجعل الدارس يستوعبها من دون اللجوء إلى الحفظ. تم إبراز المادة العلمية في جزئين مرتبطين ببعضهما برباط التطبيق العملي في الحياة، وهما :

- الخلفية العلمية لأسس الفيزياء والكيمياء .
- تطبيقاتها العملية في الحياة .

حيث يتناول الجزء الأول أساسيات الفيزياء كموضوع المقرر بجانب أسس الكيمياء العامة والتي تعّد الأساس لاستيعاب تطبيقات الفيزياء وتفهمها في حياتنا. أما الجزء الثاني أساسيات الكيمياء كموضوع المقرر بجانب أسس الفيزياء العامة التي تعّد الأساس لاستيعاب تطبيقات الكيمياء كما يركز على تطبيقات أسس الكيمياء العضوية العامة. فهذا الجزء مرتبط ارتباطاً منظومياً مع محتويات الجزء الأول. كما تم إبراز بعض التطبيقات الصناعية والزراعية والاقتصادية لبعض التفاعلات العضوية.

المؤلفان

أ.م.د. أحمد اليحيى د. خلود الجزائري

الباب الأول
المفاهيم الفيزيائية

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الأول

نبذة عن تاريخ الفيزياء

1-1- تطور علم الفيزياء

علم الفيزياء: هو القاعدة الأساسية لمختلف العلوم، فهو يقدم التفاصيل العميقة لفهم كل شيء بدءاً بالجسيمات الأولية إلى النواة، والذرة، والجزيئات، والخلايا الحية، والمواد الصلبة، والسائلة، والغازات، والبلازما (الحالة الرابعة للمادة)، والدماغ البشري، والأنظمة المعقدة، والكمبيوترات السريعة، والغلاف الجوي، والكواكب، والنجوم، والمجرات، والكون نفسه. أي إن الفيزيائيين يختصون بمعرفة أصغر عنصر لهذا الكون وهو الجسيمات الأولية إلى الكون الفسيح مرورا بالتفاصيل التي ذكرناها. اشتهر علم الفيزياء بصعوبته مقارنة بالعلوم الأخرى، ولكن كنوع من التحدي الذي نواجهه في حياتنا، فإن النجاح في دراسة الفيزياء له متعة خاصة. فمن حصل على شهادة علمية في أحد تخصصات الفيزياء، فيكون مرشحاً للنجاح في العديد من المجالات التي قد يوضع بها. فعلم الفيزياء يكسب دارسه العديد من المهارات، ومنها:

- التمثيل الرياضي لأية مشكلة لإيجاد الحل المنطقي لها.
- اكتساب المهارات الكافية لتصميم التجارب وإجرائها، العمق في إيجاد تفسير لنتائج التجارب.
- اكتساب الخبرات في مجال البحث العلمي.

كان معظم العلماء المشهورين، مثل: آينشتاين ونيوتن وماكسويل .... كانوا فيزيائيين. يمكننا القول: إن الفيزيائيين هم أكثر العلماء المدربين في مجالات عدة، مثل: الرياضيات والكمبيوتر؛ بل إنهم أحياناً يتفوقون على أقرانهم المتخصصين لأنهم يتعاملون مع هذه العلوم على أساس تطبيقي، كما أن الفيزيائي يمكن أن

يكسر الحواجز بين العلوم التطبيقية الأخرى كالكيمياء والبيولوجيا والجيولوجيا والهندسة والطب ولا يجد الفيزيائي صعوبة في فهم أي نوع من العلوم المختلفة، ولأهمية هذا العلم ظهرت تخصصات تجمع الفيزياء مع العلوم الأخرى، مثل: الجيوفيزياء والبيوفيزياء. عندما تظهر تطبيقات علمية جديدة أو أجهزة متقدمة فإن علم الفيزياء يكون مطلوباً. الفيزياء الكلاسيكية، الميكانيكا، الديناميكا الحرارية، الكهرباء والمغناطيسية، الضوء، الفيزياء الحديثة، النظرية النسبية، ميكانيكا الكم، الفيزياء الذرية، الفيزياء الجزيئية، الفيزياء النووية، فيزياء الحالة الصلبة علوم فيزياء تطورت بتطور مفاهيم الفيزياء الحديثة:

الليزر، والطاقة الشمسية، والبلازما، والأغشية الرقيقة، والألياف الضوئية، والفيزياء الإشعاعية، والجسيمات الأولية، والفلك في تاريخ الفيزياء مراحل تحدد كيفية تطور هذا العلم نذكر أهمها:

1-1-1- العصور القديمة:

لم يكن للقدماء إلا بعض المفاهيم النسبية في الفيزياء، حيث كانت لهم بعض المعارف في الكهرباء الساكنة (اكتشاف من طرف الإغريق (Ambre) والخواص الكهربائية للكهرمان في القرن السادس قبل الميلاد، واختراع البوصلة من طرف الصينيين في القرن الأول بعد الميلاد، وكانت لهم دراية فيما يخص قوانين الانعكاس الضوئي، وبعض المعطيات الخاصة بالصوت؛ ميكانيكا السوائل، وعلم الفلك(Archimède) .

1-1-2- العصور الوسطى:

شهدت هذه المرحلة بعد زوال الحضارتين الإغريقية والرومانية جموداً للتقدم العلمي، وازدهاره، وخاصة في ميدان الفيزياء، لكن في المرحلة نفسها **ظهر العرب وأدوا دوراً مهماً فيما يخص المحافظة على ما أنجز سابقاً، ولقد تمت ترجمته وتطويره حيث لوحظ تقدماً في الرياضيات(الأرقام، الجبر) وفي مجالات**

أخرى من العلوم التي سهلت فيما بعد تطور ميدان الفيزياء... شهدت هذه المرحلة تطوراً في مجالات عدة منها: علم الفلك، وعلم الضوء. وبرزت خلال هذه الفترة : النظرية النسبية، ونظرية الكم التي أعطت دفعاً لظهور الفيزياء الذرية في الثلاثينيات (آينشتاين – بلانك).

بعد عام 1930 ازدهر علم الفيزياء، وكان التطور سريعاً جداً بفضل تطور علم الإلكترونيات والإعلام الآلي. حيث ظهر ميدان جديد في مجال: فيزياء الجسيمات، والفيزياء الفلكية.

1-2- دور العلماء العرب والمسلمين في تطور علم الفيزياء

أشهر علماء العرب الذين أسهموا خاصة في علم الفلك:

ابن باجه – ابن عراق – أبو الفضل الحارثي – البيروني – ابن البرغوث – ابن اللجائي –أبو كامل الحاسب –ثابت بن قرة – ابن البناء– ابن المجدي –أبو معشر البلخي –الخازن – ابن الخياط –ابن مسعود –ابن الصفار –الخوارزمي – الإدريسي –الطوسي –أبو بكر ابن أبي عيسى –ابن سمعون – ابن سينا – أبو جعفر الخازن– البتاني –القزويني – ابن الشاطر –أبو علي الخياط – البغدادي– المجريطي

نذكر من بين علماء العرب والمسلمين:

1-ابن باجة

هو أبو بكر محمد بن يحيى بن الصائغ التُجيبي، السرقسطي، المعروف بابن باجه، أول مشاهير الفلاسفة العرب في الأندلس، كما انصرف في حياته، فضلاً عن الفلسفة، إلى السياسة، والعلوم الطبيعية، و**الفلك**، والرياضيات، والموسيقى، والطب. وبرز في الطب خاصة . توفي في فاس (المغرب) سنة 529 هـ .ويسرد ابن أبي أصيبعة لائحة بثمانية وعشرين مؤلفاً ينسبها إلى ابن باجه، تقع في ثلاث فئات مختلفة:

شروح أرسطو تالس، تأليفات إشراقية، ومصنفات طبية .فمن تأليفه في الطب: (كلام على شيء من كتاب الأدوية المفردة لجالينوس)، (كتاب التجربتين على أدوية ابن وافد)، (كتاب اختصار الحاوي للرازي)، و(كلام في المزاج بما هو طبي).وكان له إسهام ملحوظ في علم الفيزياء، وكان يعرف في الغرب باسم ديناميكا ابن باجة، حيث برزت آثاره في مؤلفات قاليلي وأعماله، إذ كان يعتمد آراءَ ابن باجة الذي عرفه الغرب من خلال استشهادات ابن رشد بآرائه في شرحه للكتاب الرابع في فيزياء أرسطو.

2-ابن سينا

هو أبو علي الحسين بن عبدالله بن سينا ، ولد في قرية (أفشنة) الفارسية في صفر من سنة 370 هـ .ثم انتقل به أهله إلى بخارى حيث كانت الفارسية لغة البلاط، والعربية لغة الديوان والمراسلات .وفي بخارى تعمق في العلوم المتنوعة من فقه وفلسفة وطب، وبقي في تلك المدينة حتى بلوغه العشري. ثم انتقل إلى خوارزم عام 392 (حيث مكث حوالي عشر سنوات) وألف ما يقارب مئتين وخمسين مؤلفاً بين كتاب ورسالة ومقالة في كل من: الرياضيات، والمنطق، والأخلاق، والطبيعيات، والطب، والفلسفة. وأهم إنجازات ابن سينا في الطبيعيات تمثل في مجال الميكانيكا حيث بين ابن سينا أنواع القوى، وعناصر الحركة، والمقاومة المعيقة للحركة.

أنواع القوى المؤثرة على الجسم : كما يُصنفها ابن سينا إلى ثلاثة أنواع، منها: القوى التي تعيد الأجسام إلى حالتها الأساسية وسماها بالقوى الطبيعية، وهي التي نعرفها اليوم بقوة الثقالة أو الجاذبية الأرضية، والقوة الثانية: هي القوة القسرية التي تجبر الجسم على التحرك أو السكون، والقوة الثالثة: هي القوة الكامنة في الفلك العلوي التي تحرك الجسم بإرادة متجهة حسب قوله.

تطرق ابن سينا في كتابه (**الشفاء**) إلى أمور ستة تتعلق بالحركة والمتمثلة بـ المتحرك، المحرك، وما فيه، وما منه، وما إليه والزمان حيث ذكر في كتابه الإشارات والتنبيهات بعدم وجود قوة طبيعية في الجسم كحركة إلى ما لا نهاية.

3-ابن الهيثم

هو أبو علي الحسن بن الهيثم، والمهندس البصري المتوفى عام 430 هـ، ولد في البصرة سنة 354 هـ على الأرجح. وقد انتقل إلى مصر حيث أقام بها حتى وفاته .لابن الهيثم عدد كبير من المؤلفات شملت مختلف أغراض العلوم. وأهم هذه المؤلفات: كتاب المناظر، وكتاب الجامع في أصول الحساب، وكتاب في حساب المعاملات، وكتاب شرح أصول إقليدس في الهندسة والعدد، وكتاب في تحليل المسائل الهندسية، وكتاب في الأشكال الهلالية، ومقالة في التحليل والتركيب، ومقالة في بركار الدوائر العظام، ومقالة في خواص المثلث من جهة العمود، ومقالة في الضوء، ومقالة في المرايا المحرقة بالقطوع، ومقالة في المرايا المحرقة بالدوائر، ومقالة في الكرة المحرقة، ومقالة في كيفية الظلال، ومقالة في الحساب الهندي، ومسألة في المساحة، ومسألة في الكرة، وكتاب في الهالة وقوس قزح، وكتاب صورة الكسوف، واختلاف مناظر القمر، ورؤية الكواكب ومنظر القمر، وسمت القبلة بالحساب، وارتفاعات الكواكب، وكتاب في هيئة العالم. ويرى البعض أن ابن الهيثم ترك مؤلفات في الإلهيات والطب والفلسفة وغيرها إذ إن كتاب المناظر كان ثورة في عالم البصريات. فابن الهيثم لم يتبيَّن نظريات بطليموس؛ ليشرحها ويجري عليها بعض التعديل؛ بل إنه رفض عدداً من نظرياته في علم الضوء، بعدما توصل إلى نظريات جديدة غدت نواة علم البصريات الحديث. ونحاول فيما يلي التوقف عند أهم الآراء الواردة في الكتاب حيث زعم بطليموس أن الرؤية تتم بواسطة أشعة تنبعث من العين إلى الجسم المرئي، وقد تبنى العلماء اللاحقون هذه النظرية. ولما جاء ابن الهيثم نسف هذه النظرية في كتاب المناظر،

فبين أن الرؤية تتم بواسطة الأشعة التي تنبعث من الجسم المرئي باتجاه عين المبصر بعد سلسلة من اختبارات أجراها ابن الهيثم حيث بيّن أن الشعاع الضوئي ينتشر في خط مستقيم ضمن وسط متجانس، وقد اكتشف ابن الهيثم ظاهرة انعكاس الضوء، وظاهرة انعطاف الضوء (أي انحراف الصورة عن مكانها في حال مرور الأشعة الضوئية في وسط معين إلى وسط غير متجانس معه). كما اكتشف أن الانعطاف يكون معدوماً إذا مرت الأشعة الضوئية وفقاً لزاوية قائمة من وسط إلى وسط آخر غير متجانس معه ثم كتب ابن الهيثم بحوثاً فيما يتعلق بتكبير العدسات؛ وبذلك مهّد لاستعمال العدسات المتنوعة في معالجة عيوب العين، وشرّح العين تشريحاً كاملاً، وبيّن وظيفة كل قسم فيها، وتوصل ابن الهيثم إلى اكتشاف وهمٍ بصريّ مراده أن المبصر، إذا ما أراد أن يقارن بين بعد جسمين عنه أحدهما غير متصل ببصره بواسطة جسم مرئي، فقد يبدو له وهماً أن الأقرب هو الأبعد، والأبعد هو الأقرب مثلاً، إذا كان واقفاً في سهل شاسع يمتد حتى الأفق، وكان يبصر مدينة في هذا الأفق. إن الأرض جسم مرئي يصل أداة بصره بالمدينة، (وإذا كان يبصر في الوقت نفسه القمر مطلاً من فوق جبل قريب منه)وما من جسم مرئي يصل أداة بصره بالقمر، القمر في هذه الحالة يبدو وهماً أقرب إليه من المدينة.

4-أبو الريحان البيروني (362 هـ 443 - هـ):

هو أبو الريحان محمد بن أحمد البيروني، ولد في خوارزم عام 362 هـ. ترك البيروني ما يقارب المائة مؤلف شملت حقول التاريخ، والرياضيات، والفلك، وسوى ذلك، وأهم آثاره:اكتشف طريقة لتعيين الوزن النوعي؛ فضلاً عن ذلك قام البيروني بدراسات نظرية وتطبيقية على ضغط السوائل وتوازنها. كما شرح كيفية صعود مياه الفوارات والينابيع من الأسفل إلى الأعلى، وكيفية ارتفاع السوائل في الأوعية المتصلة إلى مستوى واحد، على الرغم من اختلاف أشكال هذه الأوعية وأحجامها.

وقد نبّه إلى أن الأرض تدور حول محورها، ووضع نظرية لاستخراج محيط الأرض.

1-3- تواريخ بعض الظواهر الفيزيائية والظواهر الكيميائية

المصباح الكهربائي (1879) - المنظار الفلكي (1608) - البوصلة بداية التاريخ - الطائرة (1903)- القنبلة الذرية (1945) - السينما الناطقة (1926-1922)

-القرص المضغوط(1979) -أول سيارة بالبنزين (1893) - ميزان روبرفال (1670) - التلفاز الملون (1950) - الورق (حوالي 105 قبل الميلاد).

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الثاني

الضوء

2-1- مقدمة:

شغلت الرؤية وطبيعة النور بال الإنسان منذ أقدم العصور، فقد كانت خواص الضوء مثاراً لدهشته وإثارته نحو إجراء تجارب لتفسير الظواهر الضوئية المختلفة، وقد تعددت هذه التفسيرات، وتطورت بمدى اختلاف تلك الظواهر وتعددها. ولكن كل هذه التجارب والفرضيات عن طبيعة الضوء لم تتبلور على أسس علمية حتى نهاية القرن السابع عشر عندما أعلن العالم نيوتن نظريته الجسيمية، والعالم هويجنس نظريته الموجية.

- تنص النظرية الجسيمية على أن الأشعة الضوئية ما هي إلا سيل من الجسيمات متناهية الدقة من نوع خاص تصدر عن الجسم المضيء؛ فتؤثر بضرباتها على شبكية العين؛ ليدرك الإنسان إثارتها كالإحساس بالنور.
- أما النظرية الموجية: فإنها تعّد الضوء موجة منتشرة في الأثير بسرعة كبيرة جداً من المنبع الضوئي، وقد استطاعت هذه النظرية تفسير ظاهرتي الانعكاس والانكسار، إلا أنها لم تستطع تفسير انتشار الضوء وفق خطوط مستقيمة. بقيت هذه النظرية إلى أن جاء العالم مكسويل حين أثبت نظرياً أن الأمواج الكهرطيسية يجب أن تنتقل بسرعة الضوء. ونتيجة لذلك تتوضح حقيقة الضوء المرئي: بأنه عبارة عن موجات كهرطيسية أطوالها بين:

- 760 nm من أجل أشعة حمراء.
- 400 nm من أجل أشعة بنفسجية.

ولم يقتصر مجالها على تفسير الطيف المرئي؛ بل أدخل ضمن مجال تفسيرها كل الأمواج الكهرطيسية بدءاً بالأمواج الراديوية الطويلة مروراً بالأشعة السينية

وحتى أشعة غاما γ القصير جداً. وتنتشر كل هذه الموجات في الخلاء بسرعة انتشار الضوء المرئي نفسه ناسفة بذلك النظرية الموجية التي افترضت الأثير شرطاً لانتشار الموجة الضوئية، وقد أكد ذلك تجريبياً العالم هرتز حيث اكتشف وجود الأمواج الكهرطيسية التي تولّدها المهتزات الكهربائية في الخلاء. وبهذا زال افتراض وجود الأثير بظهور حقيقة أن الضوء هو موجة كهرطيسية وحاملها الحقل الكهرطيسي الذي يمكن ألا يوجد في المادة فقط؛ وإنما في الخلاء أيضاً، حيث إن النقاط التي يصلها الضوء تبدي اهتزازات توافقية بكلٍّ من الحقلين الكهربائي والمغناطيسي، وينشأ نتيجة لذلك حقل كهرطيسي متغير.

وضع العالم بلانك نظريته الكوانتيّة التي تعد أن إشعاع الطاقة الكهرطيسية وامتصاصها لا يتم بشكل مستمر؛ إنما بشكل متقطع على شكل وجبات منفصلة سمّاها الكمّات الضوئية.

وقد أشار آينشتاين بنظريته النسبية إلى أن الضوء يتمتع بخاصة وحيدة على الأقل، وهي: الأثر الكهرضوئي والتي يمكن تفسيرها كون أن الضوء مكوّناً من كمّات، حيث قال: إن الكمات ليست وجبات منفصلة من الطاقة الكهرطيسية فحسب؛ وإنما هي جسيمات ضوئية موزعة على كامل الموجة سماها الفوتونات التي تملك طاقة محددة تتناسب مع تواتر الموجة υ وفق العلاقة الآتية:

$$\text{الطاقة} \leftarrow E = h\,\upsilon \rightarrow \text{نيو} \qquad (1)$$

حيث h ثابت بلانك = 6.62×10^{-34} جول ثانية J. Sec

إن النظرية الكوانتيّة تتمم النظرية الكهرطيسية، ووجودهما معاً يؤكد الحقيقة الآتية: يتميز الضوء بطبيعة مزدوجة موجية وجسيمية في آن واحد، وإن الفوتونات تسلك سلوكاً موجيّاً في انتشار الضوء من نقطة لأخرى.

2-2- المبادئ الأساسية للضوء:

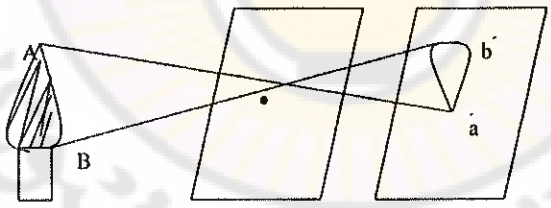
الظواهر الضوئية كثيرة جداً، والأسس النظرية لتفسيرها لا تنحصر في إطار واحد للدراسة؛ لذلك تم تصنيفها إلى:

- الضوء الهندسي.
- الضوء الموجي.
- الضوء الكوانتي.

سوف نعتمد في دراستنا للظواهر الضوئية على الضوء الهندسي، حيث يعتمد في الأساس على مفهوم الأشعة الضوئية التي تخضع في انتشارها لقانوني الانعكاس والانكسار. ويمكن القول: إن الضوء الهندسي يتناول دراسة الظواهر الضوئية جميعها التي يمكن تفسيرها وفق المبادئ الآتية:

2-2-1- مبدأ الانتشار المستقيم للضوء:

يظهر الانتشار المستقيم للضوء بوضوح عند تشكل الخيال (الظل) للأجسام المتوضعة أمام حزمة ضوئية. أو يمكن إثبات ذلك من خلال تشكل خيال جسم ما من خلال فتحة ضيقة في حاجز، كما هو موضح بالشكل (1,2) الآتي:



الشكل (1,2)

الجسم في هذه التجربة عبارة عن شمعة تصدر ضوءاً أبيض، يتجه أحد الأشعة المنبعثة من A نحو الثقب ليمر من خلاله إلى النقطة a` وكذلك الشعاع المنبعث من B والذي يمر من خلال الثقب ليصل إلى النقطة b`. ونرى نتيجة لذلك كيف يتشكل خيال مقلوب للشمعة بأكملها على حاجز يقع خلف الحاجز الذي يحوي

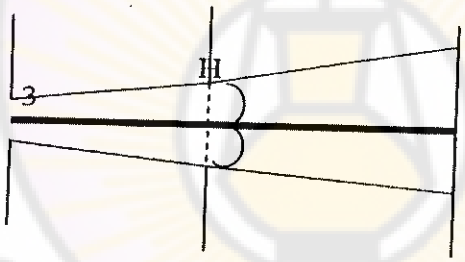
الثقب. حيث إن الخيال يصغر عند تقريب حاجز الخيال من الثقب، ويكبر نتيجة إبعاده عنه.

2-2-2- مبدأ استقلالية الحزم الضوئية:

ذلك المبدأ يعني إمكانية تقسيم الحزمة الضوئية إلى حزم أضيق تأثيراً لكل منها، ومستقل عن تأثير الأخرى، أي إن انتشار حزمة ضوئية في وسط ما لا يرتبط بوجود حزم ضوئية أخرى تنتشر فيه.

إن هذا المبدأ يبقى دقيق الفاعلية ما لم تظهر حادثة التداخل، بينما يبقى مبدأ الانتشار المستقيم للضوء يبقى محققاً ما لم تظهر حادثة الانعراج. ويمكن توضيح ذلك من خلال التجربة الآتية:

ليكن لدينا حاجز عاتم يحوي فتحة دائرية متغيرة، كحظّار آلة التصوير في الشكل (2,2) الآتي:



الشكل (2,2)

حيث يمكن تصغير أبعاد الفتحة وتوسيعها بحسب الحاجة، ويمكن الحصول على حزم ضوئية ضيقة بإمرار حزمة حقيقية من الضوء خلال الحظّار، وكلما صغّرنا فتحة الحظّار حصلنا على حزم أضيق. وباستمرار تضييق الفتحة إلى حد كبير يمكن التصور بالحصول على شعاع ضوئي وفق خط مستقيم.

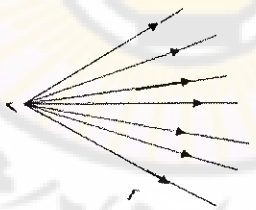
لكن هذه العملية مستحيلة؛ لأنه عند تضييق الفتحة إلى حد معين نُفَاجأ بانعراج الضوء عن مساره الأصلي على شكل مخروط من الضوء، وتسمى هذه الظاهرة بحادثة الانعراج ذات الزاوية ϑ التي يصنعها الضوء المنعرج مع الاتجاه الأصلي

للانتشار. وتدل التجربة بأن الزاوية ϑ ترتبط بطول موجة الضوء λ وبأبعاد الفتحة D وفق العلاقة الآتية:

$$\vartheta \approx \frac{\lambda}{D} \qquad (2)$$

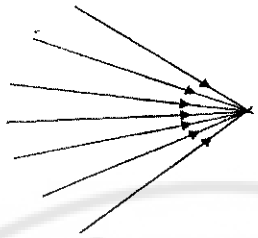
من هذه العلاقة نجد أنه يمكن الحصول على شعاع وحيد كخط مستقيم، عندما ($\lambda \to 0$) ولكن هذا مستحيل فيزيائياً إذ لا يوجد موجة بطول يساوي 0.

من هنا نجد أن الشعاع الضوئي كمفهوم رياضي مجرد لا يمكن الحصول عليه كشعاع ضوئي منفرد، والضوء الهندسي ما هو إلا حالة خاصة حدّية من الضوء الموجي. ورغم ذلك فإنه يمكن الحصول على حزم ضوئية ضيقة جداً توافق الانتشار المستقيم إلى درجة ممكنة عندما تكون أبعاد الفتحة كبيرة إلى حدٍّ كافٍ بالنسبة إلى طول موجة الضوء المستخدم. وبالرغم من أنه لا وجود حقيقي للشعاع فإنه يمكن أن نطلق اسم الشعاع الضوئي على كل مستقيم ينتشر وفقه الضوء. أما الحزمة الضوئية، فتتألف من مجموعة أشعة ضوئية تنبعث من منبع واحد. إذا كان المنبع نقطياً، فإن الحزمة المنبعثة عنه تكون مخروطية متباعدة، كما في الشكل (3,2) الآتي:



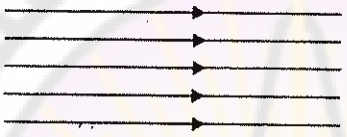
الشكل (3,2)

وإذا كانت الحزمة متجمعة في نقطة واحدة تكون مخروطية متقاربة كما في الشكل (4,2):



الشكل (4,2)

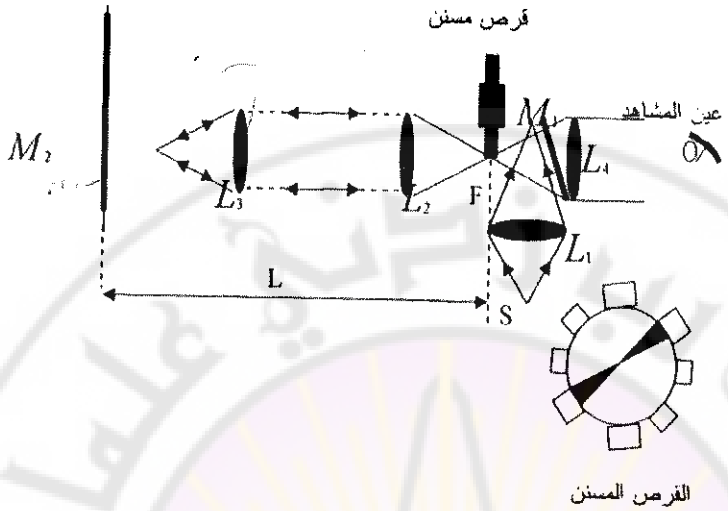
وعندما يكون المنبع الضوئي نقطي في اللانهاية نحصل على حزمة متوازية كما في الشكل (5,2):



الشكل (5,2)

– ولا بد من الإشارة هنا إلى أن التطور التقني للأجهزة الضوئية قد أحدث منابع ضوئية شبه متوازية، تدعى الليزرات، حيث يمكن عزل مجال ضيق جداً من الأطوال الموجية من (1 .... 10) نانومتر باستخدام المرشحات الضوئية نحصل على ضوء وحيد اللون تقريباً.

2-2-3- سرعة انتشار الضوء:



الشكل (6,2)

إن السرعة الهائلة للضوء تحتاج في تعيينها إلى مسافات كبيرة يقطعها الضوء ليصبح بالإمكان تحديد الزمن الذي يستغرقه الضوء لاجتياز تلك المسافة، لذا فكر العلماء باستخدام طرق فلكية لقياس المسافات الفاصلة بين الشمس والأرض أو بين الأرض والقمر، ثم تعيين الزمن، ومن ثم تعيين السرعة.

قاس الفيزيائي هال فيزو ولأول مرة سرعة الضوء بطريقة غير فلكية كما في المثال الآتي.

يصدر المنبع S حزمة ضوئية تتجمع بواسطة العدسة L_1، وبعد انعكاسه عن المرآة M_1 يتشكل للمنبع خيال في الفراغ عند F، يخترق الضوء المتجمع في F العدسة L_2 ويبرز منها على شكل حزمة ضوئية متوازية تسقط على العدسة L_3 وتتجمع بعد مرورها في نقطة على المرآة M_2 المتوضعة في المستوي المحرقي للعدسة L_3. ينعكس الضوء عائداً من المسار الأصلي السابق. انظر الشكل (6,2)

إذا كانت المسافة L بين M_2 و F تساوي L = 8.63 km عندما يطرق الضوء المرآة M_1 لمدة ثانية فإن جزءاً منه ينفذ إلى عين المراقب من خلال العدسة L_4 وسوف يرى المراقب خيال المنبع المتشكل بواسطة الضوء الذي قطع المسافة 2L (ذهاباً وإياباً) بين القرص المسنن F والمرآة M_2.

لتعيين الزمن اللازم لسير الحزمة مسافة 2L يعمل على تقطيع الضوء العائد من M_2 باستخدام العجلة المسننة سريعة الدوران.

إذا ضبطت سرعة العجلة بحيث إنه في أثناء الزمن 2L/c (زمن ذهاب الضوء ورجوعه) تكون العجلة دارت بما يكفي لكي تصطدم الومضة العائدة من M_2 بالسن الثاني للفتحة التي عبر منها الضوء في أثناء الذهاب، عند ذلك يسقط الضوء العائد من M_2 على وجه السن من جهة M_2 ولن يصل إلى عين المشاهد.

إذا كانت سرعة العجلة متوافقة تماماً كما افترضنا أعلاه، فإن كل ومضة مارة من فتحة ما سوف تعود وتصطدم بالسن الذي يلي تلك الفتحة، وبهذا لن يرى المشاهد سرعة الضوء بتدوير العجلة مع زيادة سرعتها الزاوية W ببطء من الصفر إلى أن يختفي خيال المنبع S الذي كان يراه المراقب في البداية.

بفرض أن Θ هي الزاوية المقابلة لقوس الدائرة من مركز الفتحة إلى مركز السن الذي يليها؛ فيكون الزمن اللازم لدوران العجلة مسافة زاوية ثيتا يساوي تماماً الزمن 2L/c وبما أن:

$$\Theta = Wt \Rightarrow t = \frac{\Theta}{W}.$$

فإننا نحصل على العلاقة:

$$\frac{\Theta}{W} = \frac{2L}{C} \Rightarrow C = \frac{2WL}{\Theta} \qquad (3)$$

إن هذه الطريقة تستخدم في وقتنا الحاضر لتعيين سرعة انتشار الإلكترونات والجسيمات الأخرى.

ونتيجة لما تقدم فإنه من العلاقة (3) يمكن حساب سرعة الضوء في الخلاء، وقد وجد أن سرعة الضوء $C = 3.13 \times 10^8$ m/s.

مثال:

إذا كان عدد أسنان العجلة المسننة المستخدمة في تجربة فيزو (720) سناً أكبر سرعة زاوية للعجلة كي يتلاشى عندها خيال المنبع مع العلم أن:

$L = 8.63$ km $C = 3 \times 10^8$ m/s

2-2-4- سرعة انتشار الموجة الكهرطيسية:

تعتمد سرعة الانتشار على الخواص الكهربائية والمغناطيسية للوسط التي تصاغ حسب نظرية مكسويل بالعلاقة الآتية:

$$V = \frac{C}{\sqrt{\mu \cdot \varepsilon}} \qquad (4)$$

حيث:

C: سرعة الضوء في الخلاء.

μ: النفاذية المغناطيسية (ميو).

ε: ثابت العزل الكهربائي.

. في أغلب المواد العازلة يمكن عدّ $\mu = 1$ وبالتالي تصبح العلاقة (4):

$$V = \frac{C}{\sqrt{\varepsilon}} \qquad (5)$$

تدعى نسبة سرعة الضوء في الخلاء إلى سرعته في الوسط قرينة الانكسار المطلقة لذلك الوسط ويرمز لها بـ n.

$$n = \frac{C}{V} \qquad (6)$$

حيث:

n: قرينة الانكسار.

C: سرعة الضوء في الخلاء.

V: سرعة الضوء في الوسط.

وبما أن C أكبر بكثير من V (C >> V) في أي وسط كان، فإن قرينة الانكسار للوسط دوماً أكبر من 1.

ترتبط سرعة الضوء في الخلاء بطول موجته بالعلاقة الآتية:

$$C = \lambda_0 \tau \qquad (7)$$

وترتبط سرعة الضوء بطول الموجة في الوسط بالعلاقة الآتية:

$$V = \lambda \tau \qquad (8)$$

يمكن أن نحصل من العلاقتين (7) و (8) على قرينة الانكسار في الوسط:

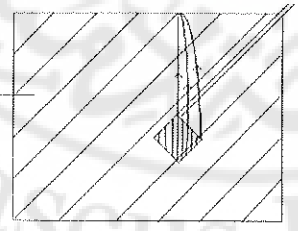
$$n = \frac{C}{V} = \frac{\lambda_0}{\lambda} \qquad (9)$$

أي إن طول موجة الضوء في الوسط:

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{n} \qquad (10)$$

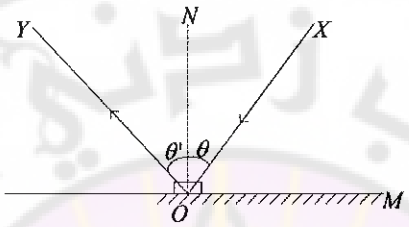
2-2-5- انعكاس الضوء:

عندما تنظر إلى جسم في غرفة مظلمة بعد إسقاط ضوء الشمس عليه، فإنك تراه؛ لأن أشعة الشمس تصل إلى عينيك بعد ارتدادها من سطح الجسم. وهذا ما يسمى بانتشار الضوء، وهو ارتداد الأشعة الواردة على جسم ما في الاتجاهات كافة. انظر الشكل (7,2):



الشكل (7,2)

ولو قمت باستخدام مرآة عادية مستوية، فتلاحظ تشكل بقعة ضوئية على الجدار المقابل للثقب (الفتحة) التي يرد منها الضوء، وهذا يدل على أن الأشعة الضوئية الواردة ارتدت (انعكست) باتجاه واحد وهو ما يسمى بانعكاس الضوء (Reflection).



الشكل (8,2)

فالشعاع ox هو الشعاع الوارد من المنبع الضوئي (شمعة، شمس،...) والساقط على السطح العاكس (سطح مرآة أملس،..). كما في الشكل (8,2)

تسمى النقطة (O) نقطة الورود وهي نقطة التقاء الشعاع الوارد من السطح العاكس (المرآة). وتسمى ON بالناظم وهو العمود المقام من نقطة الورود على السطح العاكس، و OY بالشعاع المنعكس.

والزاوية ($\hat{\theta}$) بين الناظم والشعاع الوارد بزاوية الورود، والزاوية ($\hat{\theta}$`) بين الناظم والشعاع المنعكس بزاوية الانعكاس.

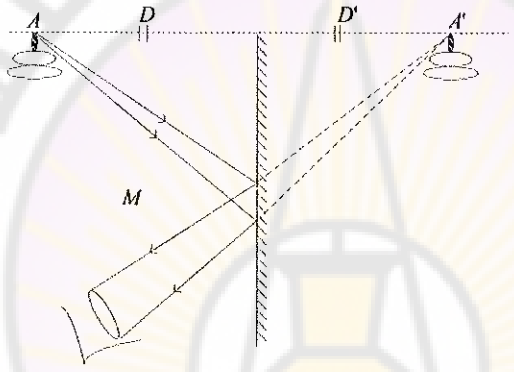
2-2-6- قانونا الانعكاس:

1 . بقياس زاوية الورود $\hat{\theta}$ وزاوية الانعكاس $\hat{\theta}$ ، بالمنقلة نجدهما متساويتين، وهذا ما يدعى بالقانون الأول للانعكاس. (زاوية الورود = زاوية الانعكاس)

2 . يقع الشعاع الوارد، والمنعكس، والناظم في مستوٍ واحد عمودي على السطح العاكس (القانون الثاني).

ومن الجدير ذكره بأنه لو بادلنا موضعي الشعاع الوارد والمنعكس ببعضهما، فسنحصل على النتيجة نفسها والسبب هو أن انتشار الضوء لا يتوقف على الطريق الذي يسلكه وجهة انتشاره.

هذا وتشكل المرآة المستوية لجسم موضوع أمامها خيالاً وهمياً (لا يمكن رؤيته على حاجز)، طوله يساوي طول الجسم، ومناظراً للجسم بالنسبة للمرآة؛ أي أن بعد الخيال عن المرآة يساوي بعد الجسم عنها، ويقع خلف المرآة (انظر الشكل (9,2))، ومعكوس الجوانب بالنسبة للجسم.



الشكل (9,2)

A، الجسم.

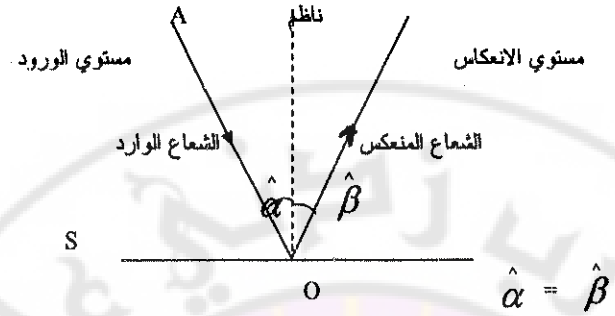
A`، الخيال.

D، بعد الجسم عن المرآة.

D`، بعد الخيال عن المرآة.

[علل لماذا رسمت الخطوط خلف المرآة بشكل متقطع؟].

2-2-7- انعكاس الضوء على السطوح المستوية:



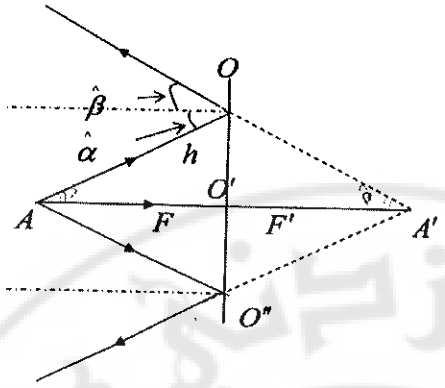
الشكل (10,2)

لنفرض أن الشعاع (AO) هو شعاع وارد من المنبع الضوئي، والساقط على السطح المستوي الصقيل (S) بالنقطة (O) بزاوية ورود $\hat{\alpha}$، فإنه سوف يرتد عند نقطة الورود (O) بزاوية انعكاس $\hat{\beta}$ كما في الشكل (10,2) وتدل التجارب بأن مستويي الورود والانعكاس منطبقان وزاويتي الورود والانعكاس متساويتان أي أن $\hat{\alpha} = \hat{\beta}$. ينعكس بعض الضوء على أي سطح فاصل بين وسطين، ولكي نجعل نسبة الضوء المنعكس قريبة من النسبة (100%)، فلا بدَّ من صقل السطح العاكس صقلاً جيداً مثل: المرآة المستوية.

2-2-8- خيال نقطة حقيقية في المرآة المستوية:

لنضع نقطة مضيئة (A) أمام مرآة مستوية تنبعث منها الأشعة الضوئية في الاتجاهات جميعها، ولنختر ثلاثة أشعة، كما في الشكل (11,2):

Damascus University



الشكل (11,2)

إن الشعاع الضوئي الوارد (OA) ينعكس كأنه قادم من (A`)، وإن زاوية الورود ($\hat{\alpha}$) تساوي زاوية الانعكاس ($\hat{\beta}$).

وكذلك فإن الشعاع (O``A) ينعكس كأنه قادم من (A`).

أما الشعاع (O`A) فإنه سوف يرتد على نفسه؛ لأن زاوية الورود معدومة.

فإذا رمزنا لبعد النقطة (A) عن المرآة بـ (F) وبعد (A`) عن المرآة بـ (F`) فإنه:

من المثلث (AO`O):

$$tg\alpha = \frac{h}{F} \qquad (1)$$

ومن المثلث (A`O`O): $$tg\beta = \frac{h}{F`} \qquad (2)$$

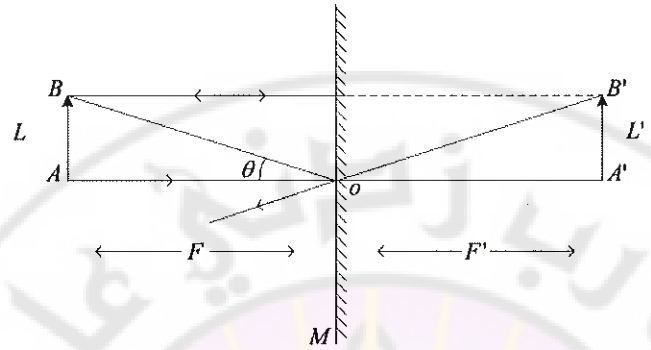
وبما أن $\hat{\alpha} = \hat{\beta}$ ينتج أن: $$tg\hat{\alpha} = tg\hat{\beta} \qquad (3)$$

من العلاقات (1) و (2) و (3) نجد أن:

$$\frac{h}{F} = \frac{h}{F`} \Rightarrow F = F`$$

هذا يدل على أن المرآة مستوية لتشكل نقطة حقيقية موضوعة أمامها خيالاً وهمياً مناظراً لها.

أما إذا وضعنا بدلاً من النقطة المضيئة جسماً (مثل شمعة) لها طول محدد، فسنحصل على خيال له الطول نفسه كما في الشكل (12,2):



الشكل (12,2)

L: طول الجسم المضيء (الشمعة).

`L: طول الخيال في المرآة.

F: بعد الجسم عن المرآة.

`F: بعد الخيال عن المرآة.

المثلث ABO قائم الزاوية في A ⇐

$$tg\theta = \frac{L}{F}$$

والمثلث A`B`O قائم أيضاً في A` ⇐ $tg\theta = \frac{L`}{F`}$

وبما أن tg θ = tg θ` (زاوية ورود = زاوية انعكاس).

نحصل على:

$$\frac{L}{F} = \frac{L`}{F`} = \alpha$$

وهو قانون التكبير الخطي.

ففي المرآة المستوية: F = F`، L = L` أي أن α = 1.

ومعنى ذلك أن المرآة المستوية تشكل للجسم الحقيقي الواقع أمامها خيالاً صفاته:

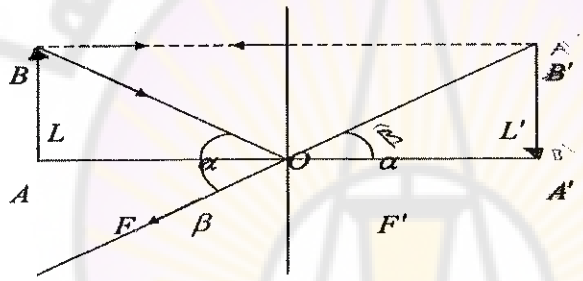
أ . وهمي /غير حقيقي/.

ب . مناظراً للجسم بالنسبة للمرآة.

ج . طوله = طول الجسم.

2-2-9- خيال جسم في المرآة المستوية:

إذا كان طول الجسم (AB) هو (L) وطول الخيال هو (L`)، كما هو مبين في الشكل (13,2):



الشكل (13,2)

فإنه من المثلث القائم (AOB) نجد أن:

$$\text{tg}\alpha = \frac{L}{F} \qquad (1)$$

ومن المثلث القائم (OA`B`) نجد أن:

$$\text{tg}\beta = \frac{L`}{F`} \qquad (2)$$

من (1) و (2) نجد أن:

$$\frac{L}{F} = \frac{L`}{F`} = \gamma$$

وهذا يسمى بقانون التكبير الخطي.

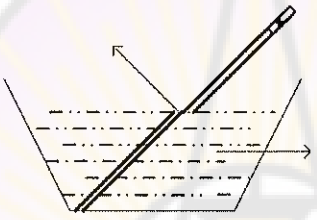
وفي حالة المرآة المستوية نجد أن:

F = F` وبالتالي فإن: L = L`

وهذا يؤدي إلى أن $\gamma = 1$ أي إن المرآة المستوية تشكل للجسم الواقع أمامها خيالاً وهمياً مناظراً للجسم بالنسبة للمرآة.

2-2-10- انكسار الضوء Light Refraction:

إذا غمرت جزءاً من قلم رصاص في الماء بصورة مائلة على سطحه الحر (انظر الشكل (14,2))، فستلاحظ أن القلم مكسور في نقطة التلامس مع الماء، وقد يبدو للناظر أن القسم المغمور في الماء أقرب إلى سطح الماء مما هو عليه في الحقيقة.



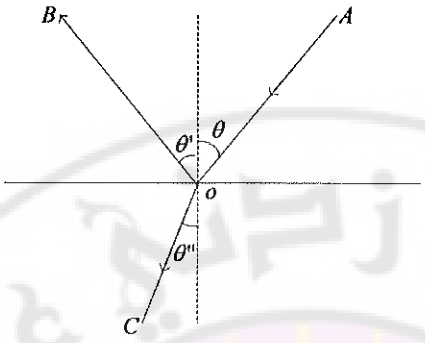
الشكل (14,2)

نقول هنا: إن الضوء قد تغير مساره في أثناء اختراقه للسطح الفاصل بين وسطين مختلفين (ماء . هواء) وهذا هو الانكسار الضوئي.

فالانكسار الضوئي: هو التغير المفاجئ الذي يطرأ على مسير الأشعة الضوئية في أثناء ورودها بشكل مائل (غير شاقولي) على سطح فاصل بين وسطين شفافين مختلفين.

أما سبب انكسار الضوء، فيعود إلى اختلاف سرعته حسب الوسط الشفاف الذي ينتشر فيه وقرينة انتشاره أيضاً، فكلما كان الوسط أشد كسراً للضوء قلت سرعة انتشار الضوء. وعلى هذا فإننا نلاحظ أن سرعة انتشار الضوء في الهواء تختلف عن سرعته في الماء أو في الزيت أو... والسبب هو أن الكثافة الضوئية للماء أعلى منها للهواء..

ويمكن تمثيل ذلك هندسياً كما في الشكل (15,2).



الشكل (15,2)

S: سطح فاصل بين وسطين مختلفين (هواء . ماء أو زجاج).

AO: شعاع وارد.

BO: شعاع منعكس.

CO: شعاع منكسر.

θ, θ`: زاويتا الورود والانعكاس.

θ``: زاوية الانكسار محصورة بين الناظم والشعاع المنكسر.

نلاحظ أن الشعاع الوارد والمنكسر والنظام يقعان في مستوٍ واحد، ولكن بجهتين مختلفتين بالنسبة للناظم.

وبالنسبة لوسطين مختلفين فإن النسبة:

$$\frac{\sin\theta}{\sin\theta``} = \text{const}$$

حيث $\hat{\theta}$ زاوية الورود، $\hat{\theta}``$ زاوية الانكسار.

الثابت هنا يسمى بقرينة الانكسار n وفق العلاقة:

$$\frac{\sin\theta}{\sin\theta``} = n$$

ومن هنا نستنتج تعريف لقرينة الانكسار هذه هو:

$$n = \frac{C}{V}$$

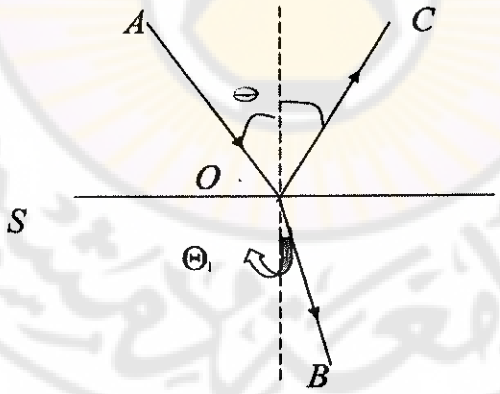
حيث:

C: سرعة الضوء في الهواء.

V: سرعة انتشار الضوء في أي وسط آخر (زجاج، ماء..). غير أن سرعة الضوء تتغير حسب الوسط المار فيه ودوماً سرعة الضوء في الهواء أعلى من سرعته في أي وسط أي أن $V < C$.

ويختلف بعد أو قرب الشعاع المنكسر من الناظم حسب وروده من وسط أقل كسراً (أقل كثافة) إلى وسط أشد كسراً، أو وروده من وسط أشد كسراً (ماء، زجاج) إلى وسط أقل كسراً. أما في حالة ورود الشعاع الضوئي عمودياً على السطح الفاصل (الكاسر) فإنه يتابع سيره من دون انكسار. وهنا تكون الزوايا $\theta, \theta', \theta''$ معدومة؛ لأن الشعاع ينطبق على الناظم.

2-2-11- انكسار الضوء على السطوح المستوية:



الشكل (16,2)

عندما يرد شعاع (AO) على سطح مستوي (S) لوسط زجاجي، فإنه ينقسم إلى شعاعين، كما في الشكل (16,2).

أحدهما ينعكس باتجاه (OC) وفق قانوني الانعكاس والذي ينص على أن زاوية الورود تساوي زاوية الانعكاس.

أما الشعاع الآخر فإنه ينكسر، ويسير باتجاه جديد وفق (OB) ضمن الزجاج أو الماء صانعاً زاوية انكسار (Θ_1) مع الناظم على السطح الفاصل بين وسطين.

ويمكن تلخيص قوانين الانكسار كالآتي:

1 . الشعاعان الوارد والمنكسر والناظم في نقطة الورود (O) تقع جميعها في مستوي واحد، ويقع الشعاعان الوارد والمنكسر بجهتين مختلفتين بالنسبة للناظم.

2 . من أجل وسطين مختلفين فإن النسبة:

$$\frac{\sin\Theta}{\sin\Theta_1} = \text{const}$$

أي إنها تساوي مقداراً ثابتاً يساوي إلى نسبة قرينتي انكسار الزجاج والهواء حيث إن:

Θ هي زاوية الورود و Θ_1 هي زاوية الانكسار؛ وبالتالي فإن العلاقة تصبح:

$\frac{\sin\Theta}{\sin\Theta_1} = n$ قانون سنل أو ديكارت.

حيث n هي قرينة الانكسار النسبية.

وينسب هذا القانون إلى العالم (سنل) حيث إن قرينة الانكسار:

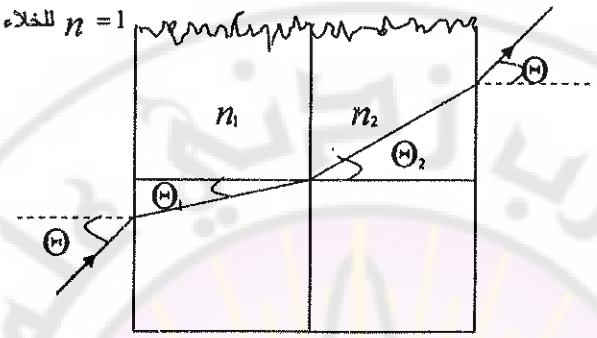
$$n = \frac{C}{V}$$

التي تساوي سرعة انتشار الضوء في الخلاء بالنسبة لسرعته في الوسط.

وعليه فإن السبب في انكسار الضوء هو اختلاف سرعته باختلاف الوسط المادي الشفاف الذي ينتشر فيه، وينتشر الضوء في الأوساط المادية الشفافة بسرعات أقل من سرعة انتشاره في الخلاء وبالتالي فإن:

$C > V$

وبشكل عام فإنه من أجل وسطين محددين بسطوح مستوية ومتوازية، كما هو مبين في الشكل (17,2) الآتي:



الشكل (17,2)

فإن الشعاع الضوئي الوارد على سطح الوسط الأول بزاوية ورود Θ سيبرز من السطح الثاني بزاوية مساوية لزاوية الورود Θ، ولكنه ينكسر في الوسط الأول بزاوية Θ_1، وفي الوسط الثاني بزاوية Θ_2.

وباستخدام قانون (سنل) السابق نجد أن:

$$\frac{\sin\Theta}{\sin\Theta_1} = n_1 \qquad (1)$$

وكذلك:

$$\frac{\sin\Theta}{\sin\Theta_2} = n_2 \qquad (2)$$

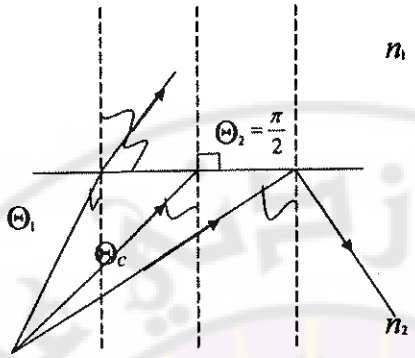
وبقسمة 2 على 1 نجد:

$$\frac{\sin\Theta_1}{\sin\Theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

ومنه نحصل على قانون سنل بصيغته العامة:

$$\text{Sin}\ \Theta_2\ n_2 = \sin\Theta_1\ n_1$$

2-2-12- الانعكاس الكلي لشعاع ضوئي:



الشكل (18,2)

يبين الشكل (18,2) حالة ورود حزمة ضوئية من منبع ضوئي يقع في الوسط الأول كالزجاج الذي قرينة انكساره n_1 إلى وسط ثاني هو الهواء والذي قرينة انكساره n_2.

إن الزاوية الحرجة Θ_C يمكن الحصول عليها بجعل $\Theta_2 = \frac{\pi}{2}$ و من قانون سنل للانكسار نجد:

$$n_1 \sin \Theta_1 = n_2 \sin \Theta_2$$

$$n_1 \sin \Theta_C = n_2 \sin \frac{\pi}{2}$$

$$\sin \Theta_C = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow$$

$$\sin \Theta_C = \frac{1}{1.5} \Rightarrow \Theta_C = 41.8^o$$

عندما تكون زاوية الورود $\Theta_C < \Theta_1$ فإن الشعاع الضوئي لا ينفذ إلى الوسط الثاني، وينعكس كلياً داخل الوسط الذي ورد منه، وتسمى هذه الظاهرة الفيزيائية بظاهرة الانعكاس الكلي، ولها تطبيقات كثيرة منها:

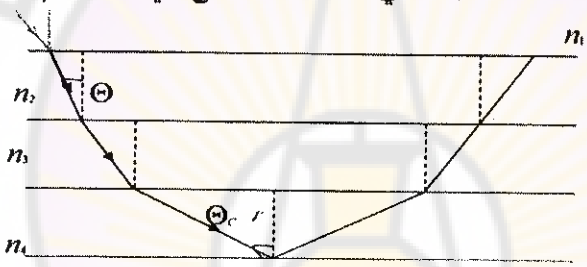
الألياف الزجاجية حيث يمكن للضوء المرور ضمن أنبوب زجاجي طويل، ومتعرج من دون تسريب يذكر للطاقة الضوئية.

علاقة قرينة الانكسار بدرجة الحرارة:

العلاقة بين قرينة الانكسار ودرجة الحرارة علاقة عكسية، أي إن قرينة الانكسار تتناقص كلما ازدادت درجة الحرارة، وهذا ما يمثل ظاهرة السراب على أنها انعكاس كلي ناتج عن تغير قرينة الانكسار في طبقات الهواء المختلفة.

فعند ورود أشعة الشمس على الطبقة الأولى بزاوية ورود Θ فإن هذه الزاوية سوف تزداد حتى تصبح $\Theta = \Theta_C$ أي إن زاوية الورود = الزاوية الحدية (الحرجة).

ويحدث بعد ذلك الانعكاس الكلي، كما هو واضح في الشكل (19,2) الآتي:



الشكل (19,2)

الانعكاس والانكسار على السطوح الكروية:

عندما ترد حزمة ضوئية على السطح الكروي الفاصل بين وسطين شفافين متجانسين كما في الشكل:

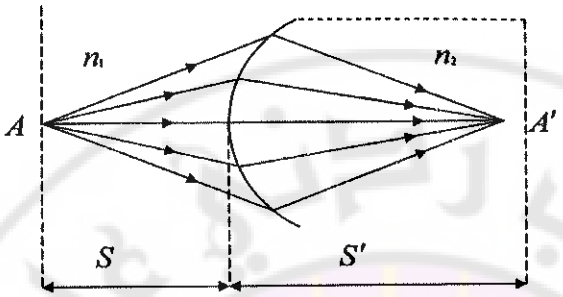
فإن قسماً منها ينكسر إلى الوسط الثاني محققاً بذلك قانون الانكسار.

وقسماً آخر ينعكس بزاوية انعكاس مساوية لزاوية الورود.

فإذا درسنا الانكسار على هذا السطح حصلنا على ما يسمى بالكاسر الكروي.

فإذا درسنا الانعكاس على هذا السطح حصلنا على ما يسمى بالمرايا الكروية.

يعرف الكاسر الكروي بنصف قطره (R) وبقرينتي انكسار الوسطين اللذين يؤلفان الشكل (20,2):



الشكل (20,2)

وتُعطى معادلة الأبعاد في الكاسر الكروي (قانون غوث للكاسر الكروي) بالعلاقة الآتية:

$$\frac{n_1}{S}+\frac{n_2}{S`}=\frac{n_1-n_2}{R}$$

حيث:

n_1: قرينة انكسار الوسط الأول.

n_2: قرينة انكسار الوسط الثاني.

S: بعد النقطة (A) عن الكاسر.

S`: بعد خيال هذه النقطة (A`) عن الكاسر.

لو جعلنا نصف قطر الكاسر الكروي $R = \infty$ فإن الكاسر الكروي يصبح مستوياً أي:

$$\frac{n_1}{S}+\frac{n_2}{S`}=0\Rightarrow S`=-\frac{n_2}{n_1}S$$

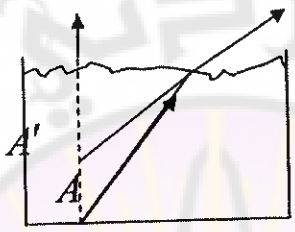
وتشير الإشارة السالبة إلى وجود الخيال الوهمي في جهة الجسم نفسه بالنسبة إلى السطح الكاسر المستوي. يمكن استخدام هذه العلاقة لإيجاد العمق الظاهري لجسم موجود داخل الماء.

مسألة:

وُضِعَ جسم على بعد 6 سم تحت سطح الماء والمطلوب:

احسب العمق الظاهري للجسم علماً أن قرينة انكسار الماء $n = \frac{4}{3}$

الحل:



$$S' = -\frac{n_2}{n_1} S \Rightarrow S' = -\frac{1}{\frac{4}{3}} \times 6 = -\frac{18}{4} = -4.5cm$$

2-3- المرايا الكروية

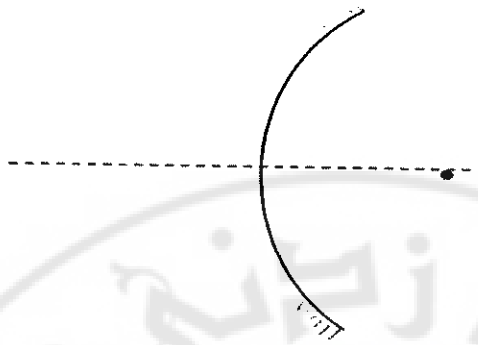
2-3-1- مقدمة:

تعرف المرآة الكروية بنصف قطرها (R) فقط، وتكوّن للجسم خيالاً مكبّراً أو مصغّراً أو مساوياً للجسم، وقد يكون حقيقياً (يمكن استقباله على حاجز) أو وهمياً (لا يمكن استقباله على حاجز).

تؤدي المرآة الكروية دوراً مهماً في حياتنا اليومية، فهي تُستخدم على نطاق واسع في المنازل، وفي الطب، وفي بعض الآلات البصرية، مثل: المجهر لتركيز الضوء على الأقسام المراد فحصها، وفي السيارات.

2-3-2- المرايا الكروية نوعان:

أ . **المرآة المقعرة:** يكون فيها السطح العاكس للمرآة هو السطح المقابل لمركز المرآة، كما في الشكل:

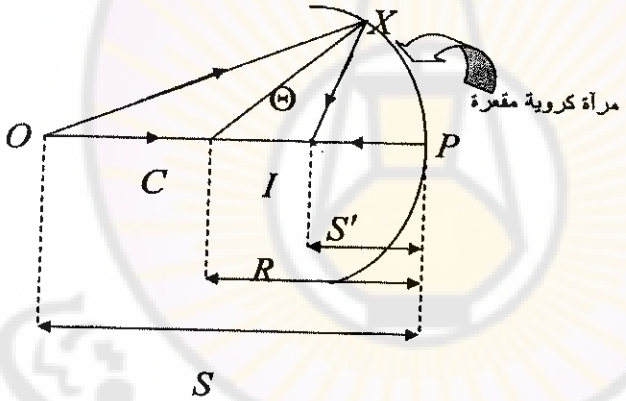


الشكل (21,2)

ب . المرآة المحدّبة: يكون فيها السطح العاكس غير مقابل لمركز المرآة.

2-3-3- قوانين المرايا الكروية:

1 . قانون ديكارت:



الشكل (22,2)

يبين الشكل (22,2) حجماً نقطياً ضوئياً (O) يقع على المحور الأصلي للمرآة المقعرة، ولنفرض أن الشعاع (OX) الصادر من (O) ينعكس في الاتجاه (XI) صانعاً زاوية (Θ) مع الناظم (CX).

وإن الشعاع (OP) الوارد إلى (P) ينعكس مرتداً على نفسه؛ لأن (CP) ناظم على المرآة في (P) وإن زاوية الورود = الصفر.

إن نقطة تقاطع الشعاعين (I) هي خيال (O) بالنسبة للمرآة.

فإذا كان بُعد النقطة (O) عن رأس المرآة (P) هو (S) الذي يمثل بعد الجسم و (S`) هو بعد الخيال (I) عن رأس المرآة و (R) هو نصف قطر المرآة الذي يمثل البعد بين (C) و (P) فإن قانون ديكارت يصبح على النحو الآتي:

$$\frac{1}{S}+\frac{1}{S`}=\frac{2}{R}$$

وإذا كانت النقطة المضيئة بعيدة جداً عن المرآة بحيث يمكن عدُّ بعدها عن المرآة ($S = \infty$) فإن العلاقة السابقة تصبح:

$$\frac{1}{\infty}+\frac{1}{S`}=\frac{2}{R}\Rightarrow S`=\frac{R}{2}$$

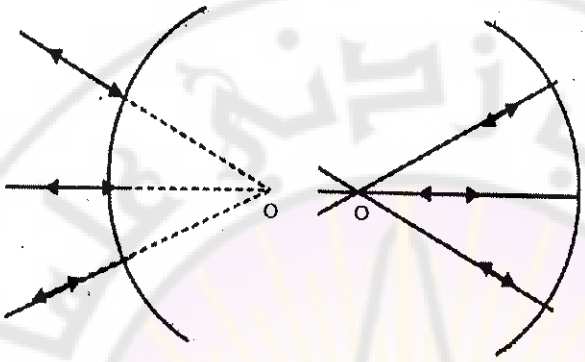
أي أن بعد خيال النقطة المضيئة البعيدة جداً عن المرآة = $\frac{R}{2}$ هذا البعد يدعى البعد المحرقي ويرمز له بـ F ويصبح قانون ديكارت على النحو الآتي:

$$\frac{1}{S}+\frac{1}{S`}=\frac{1}{F}$$

ودستور التكبير الخطي يُعطى بالعلاقة الآتية:

$$m=-\frac{S`}{S}$$

2-3-4- خواص المرايا الكروية:



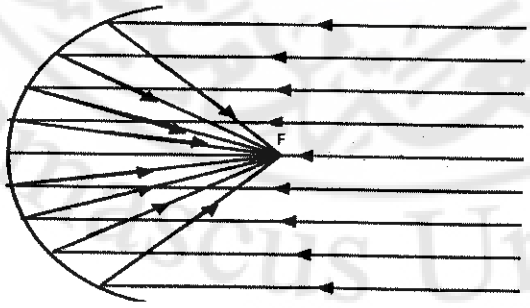
الشكل (23,2)

1 . خاصة المركز:

كل شعاع ضوئي يرد إلى مرآة كروية ماراً من مركزها ينعكس مرتداً على نفسه؛ لأن هذا الشعاع ناظمي على مرآة مستوية صغيرة مماسة للسطح الكروي في نقطة ورود، كما في الشكل (23,2).

2 . خاصة المحرق الأصلي:

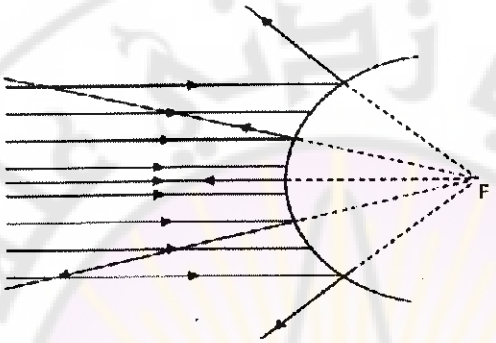
أ . حالة المرآة المقعرة:



الشكل (24,2)

عندما تسقط الأشعة الضوئية المتوازية والموازية للمحور الأصلي للمرآة على المرآة المقعرة، فإنها تنعكس، وتتجمع في نقطة واحدة على المحور الأصلي، هذه النقطة تسمى بالمحرق الأصلي (F) وهو حقيقي، كما في الشكل (24,2).

ب . حالة المرآة المحدبة:



الشكل (25,2)

عندما تسقط الأشعة المتوازية والموازية للمحور الأصلي على المرآة المحدبة؛ فإنها تنعكس على شكل حزمة متباعدة، ولكن ممداتها تلتقي في نقطة واحدة تقع خلف المرآة تدعى المحرق الأصلي الخيالي، كما في الشكل (25,2)، وهو وهمي حيث لا يمكن استقبالها على حاجز؛ لذلك فإن البعد المحرقي سالب عند تطبيق قانون ديكارت.

2-4- العدسات

2-4-1- مقدمة:

تؤدي العدسات Lenses دوراً مهماً في حياتنا، فتساعدنا على القراءة والكتابة، وبها نستطيع أن نلتقط الصور بآلات التصوير، كما أنها تستخدم في المجهر وفي المناظير الفلكية لتقريب الأشياء وغير ذلك. والعدسة: هي جسم شفاف مصنوع من الزجاج أو البلاستيك محصور بين سطحين كرويين أو سطح كروي وآخر مستوٍ.

العدسة: وسط شفاف متجانس، مصنوع من مادة كاسرة للضوء، كالزجاج أو البلاستيك، وهو محصور بين سطحين منحنيين، ولا يمكن أن يكون أحد السطحين مستوياً، والآخر منحنياً كروياً، أو على شكل قطع مكافئ.

2-4-2- أنواع العدسات

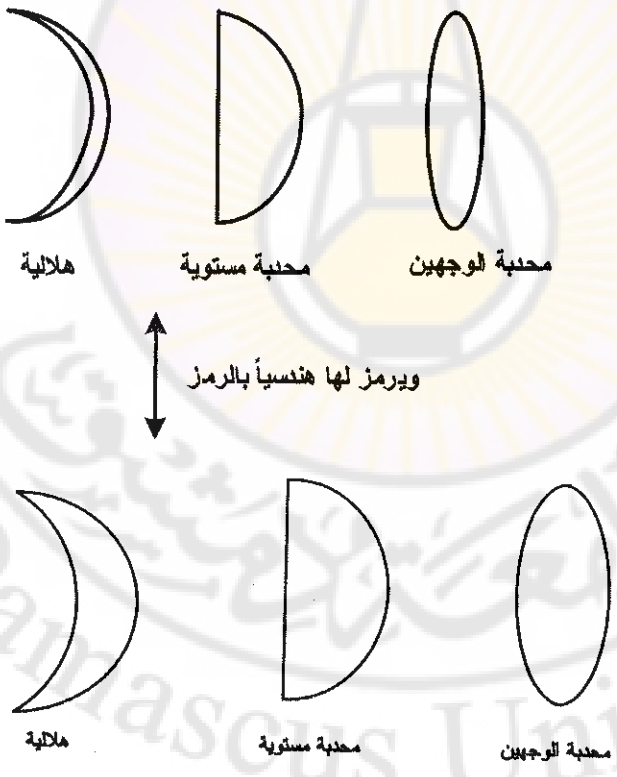
أ . عدسات مقرّبة:

تكون حوافها أرق من وسطها، ولها ثلاثة أشكال، انظر الشكل (26,2):

1 . محدبة الوجهين.

2 . محدبة مستوية.

3 . هلالية.



الشكل (26,2)

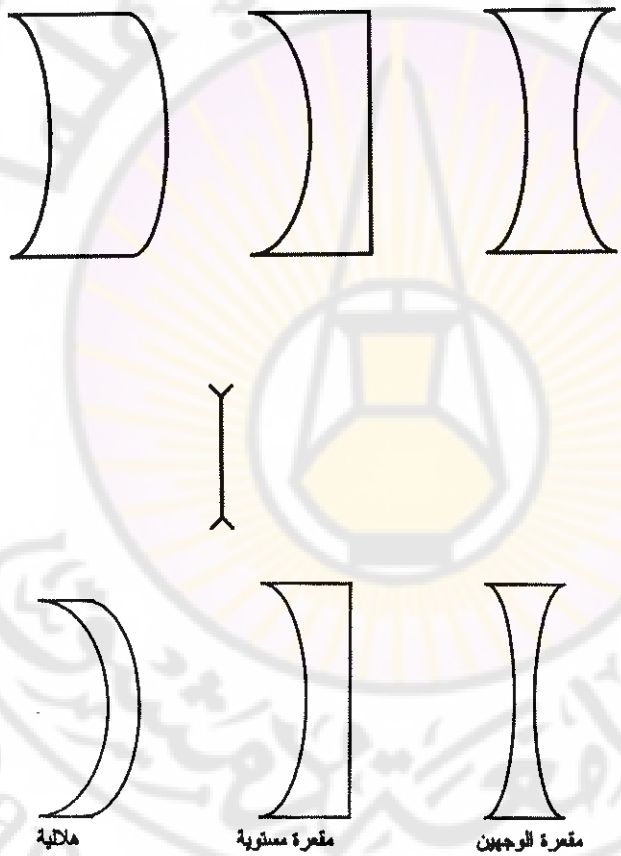
ب . عدسات مبعّدة:

حوافها تكون أثخن من وسطها، ولها ثلاثة أشكال، انظر الشكل (27,2):

1 . مقعرة الوجهين.

2 . مقعرة مستوية.

3 . هلالية.

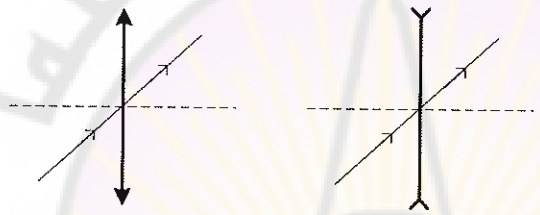


الشكل (27,2)

2-4-3- خواص العدسات:

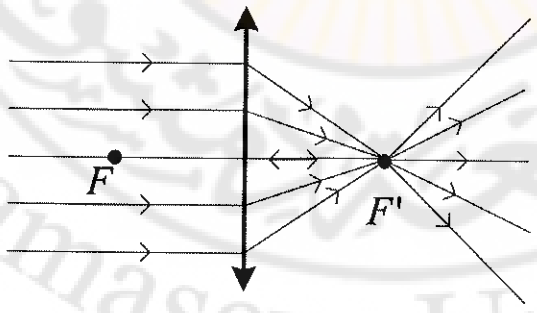
1 . العدسات المقربة:

أ . خاصة المركز البصري: كل شعاع ضوئي يرد ماراً من المركز البصري لعدسة مقربة يجتازها من دون أن ينحرف، انظر الشكل (28,2):



الشكل (28,2)

ب . خاصة المحرق الأصلي الخيالي: كل شعاع ضوئي يسقط على عدسة مقربة موازياً لمحورها الأصلي يبرز منها ماراً من محرقها الأصلي الخيالي، انظر الشكل (29,2)



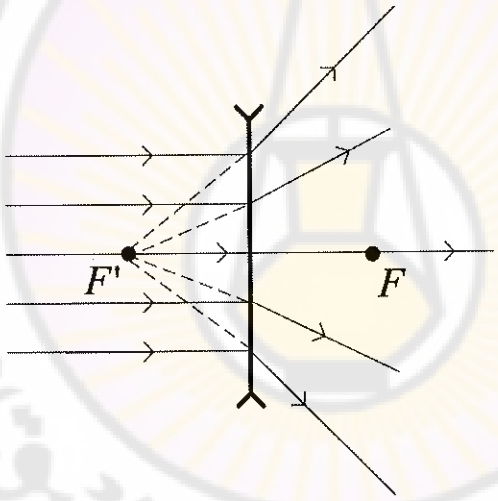
الشكل (29,2)

ج . كل شعاع ضوئي يمر من المحرق الأصلي لعدسة مقربة يبرز موازياً لمحورها الأصلي.

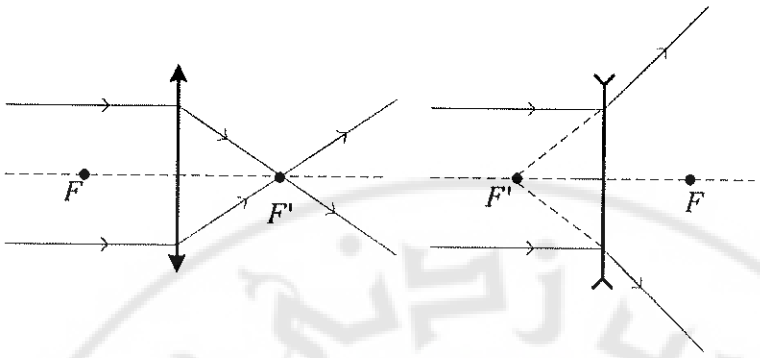
2 . العدسات المبعدة:

أ . خاصة المركز البصري: كل شعاع ضوئي يرد ماراً من المركز البصري لعدسة مبعدة يبرز منها ماراً من دون أن ينحرف.

ب . خاصة المحرق الأصلي الخيالي: كل شعاع ضوئي يسقط على عدسة مبعدة موازياً لمحورها الأصلي يبرز كأنه صادر عن محرقها الأصلي الخيالي. ويلاحظ أن هذا المحرق وهمي.



ويمثل ذلك كله بالرسم الهندسي المبسط:

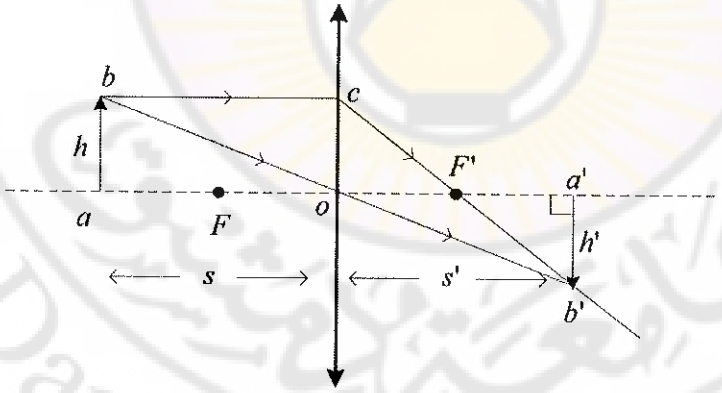


ج . خاصة المحرق الأصلي الجسم: كل شعاع وارد يمر ممدده من المحرق الأصلي الجسمي لعدسة مبعدة يبرز موازياً لمحورها الأصلي.

2-4-4- تشكل الأخيلة في العدسات:

أ . تشكيل خيال لجسم في عدسة مقربة:

نعتمد في تشكيل هذا الخيال على رسم شعاع ضوئي موازٍ للمحور البصري للعدسة، فيبرز ماراً من المحرق الخيالي 'F، كما في الشكل (30, 2):



الشكل (30,2)

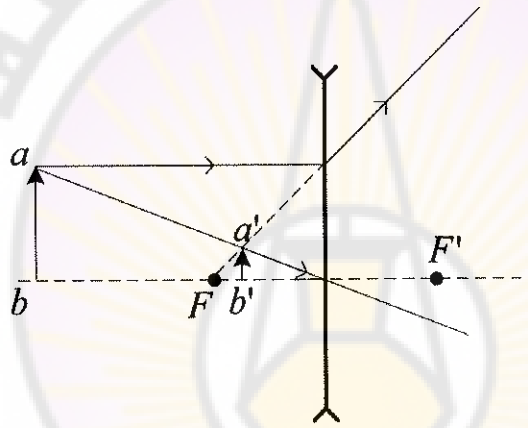
وكل شعاع يمر بالمركز البصري فيبرز ويستمر دون أن ينحرف. إن نقطة لقاء هذين الشعاعين هما رأس الجسم ab.

صفات الخيال: مقلوب، أصغر من الجسم (إذا كان الرسم دقيقاً)، حقيقي لأنه ناتج عن تلاقي الأشعة البارزة (أي يمكن استقباله على حاجز).

ب . تشكيل خيال لجسم في عدسة مبعدة:

نرسم شعاعاً موازياً للمحور الأصلي، فيبرز وكأنه صادر عن المحرق الجسمي (الأصلي).

نرسم شعاعاً من المركز البصري، فيبرز من دون أن ينحرف، انظر الشكل (31,2).



الشكل (31,2)

صفات الخيال: وهمي (غير حقيقي)؛ لأنه ناتج عن تلاقي امتدادات الأشعة، ولا يمكن استقباله على حاجز، أصغر من الجسم، صحيح غير مقلوب.

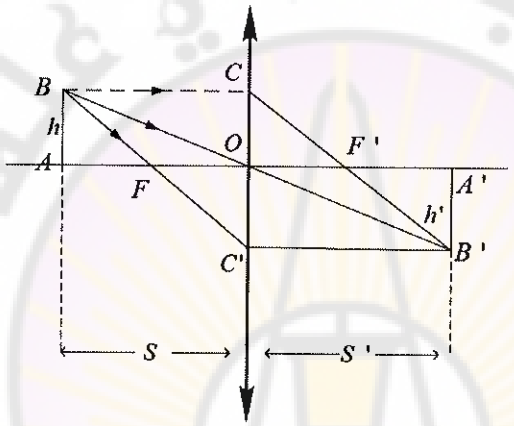
2-4-5- القانون العام للعدسات:

1 . العدسات المقربة:

لنضع جسماً مضيئاً (AB) أمام عدسة مقرّبة، وعمودياً على محورها الأصلي وطوله (h) (كما في الشكل (31,1).

ومن أجل تعيين خيال الجسم (h) نرسم الشعاع (BC) الموازي للمحور الأصلي للعدسة، الذي يبرز ماراً من المحرق الأصلي، ونرسم أيضاً الشعاع (BC`) المار من المحرق الأصلي الجسمي والذي يبرز من العدسة موازياً لمحورها الأصلي.

كما يمكن رسم الشعاع (BO) المار من المركز البصري (O) ويبرز من العدسة على استقامة واحدة.



وتتلاقى الأشعة في النقطة (B`) التي تمثل خيال (B)، ويكون العمود (A`B`) هو خيال الجسم الذي طوله (h`).

فإذا كان بُعد الجسم عن العدسة (S) وبُعد الخيال عن العدسة (S`) والبُعد المحرقي F للعدسة يكون:

$$OF = OF` = F$$

حيث S، S` تعّد:

- موجبة إذا كانت حقيقية.
- سالبة إذا كانت وهمية.

وكذلك (h) و (h`) تعّد:

- موجبة إذا كانت فوق المحور الأصلي.

• سالبة إذا كانت تحت المحور الأصلي.

ومنه فإن:

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{S}+\frac{1}{S`}$$

ودستور التكبير الخطي يعطى بالعلاقة:

$$m=\frac{h`}{h}=-\frac{S`}{S}$$

2 . العدسات المبعدة:

$$-\frac{1}{F}=\frac{1}{S`}-\frac{1}{S}$$

$$m=\frac{h`}{h}=-\frac{S`}{S}$$

وتقريب العدسة هو مقلوب بعدها المحرقي (F) أي إن:

$$\gamma=\frac{1}{F}$$

ويقدر التقريب بالكسيرة وهي تقريباً عدسة مقربة بعدها المحرقي متر واحد.

فمثلاً تقريب عدسة بعدها المحرقي F = 50 cm هو:

$$\gamma=\frac{1}{F}=\frac{1}{0.5}=2 \text{ كسيرة}$$

وتقريب عدسة بعدها المحرقي F = -20 cm هو:

$$\gamma=\frac{1}{F}=-\frac{1}{0.2}=-5 \text{ كسيرة}$$

ويدعى تبعيداً.

لذلك تتميز العدسات في طب العيون بتقريبها، وليس ببعدها المحرقي.

نتيجة:

كلما كان البعد المحرقي للعدسة صغيراً كان تقريب العدسة أكبر وعالياً، ويُقدَّر بالكسيرة.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الثالث

الحرارة Heat

3-1- مقدمة

الحرارة موجودة في كل مكان على سطح الكرة الأرضية، ولكنها تختلف بشدتها من موقع لآخر، ومن قارة إلى أخرى. فهي تختلف في الموقع الواحد من الظل إلى الخلاء، ومن المناطق الواقعة في القطب الشمالي إلى المناطق الواقعة في خط الاستواء، وهذا يعود إلى مدى تعرض هذه الأماكن إلى المنابع الحرارية.

فالحرارة هي السبب في تغير درجة حرارة الأجسام، وتغيير الحالة الفيزيائية لها في درجة حرارة ثابتة. ويسمى كل جسم يعطي الحرارة للوسط المحيط به: منبعاً حرارياً، ومن أهم المنابع الحرارية:

- الشمس: تعد من أهم مصادر الحرارة في الكون التي تؤمن استمرارية الحياة على سطح الكرة الأرضية.
- الفحم والنفط والغاز الطبيعي: تعّد من أهم المصادر الحرارية اللازمة للحياة اليومية، والصناعية.
- الطاقة الكهربائية: تتحول إلى طاقة حرارية بواسطة بعض الأجهزة كالمدافئ، والأفران الكهربائية.
- الأفران الذرية: تنشر كمية هائلة من الحرارة من خلال التفاعلات النووية الحاصلة التي تستخدم في توليد الكهرباء، والأغراض الأخرى.

3-2- طرق انتقال الحرارة:

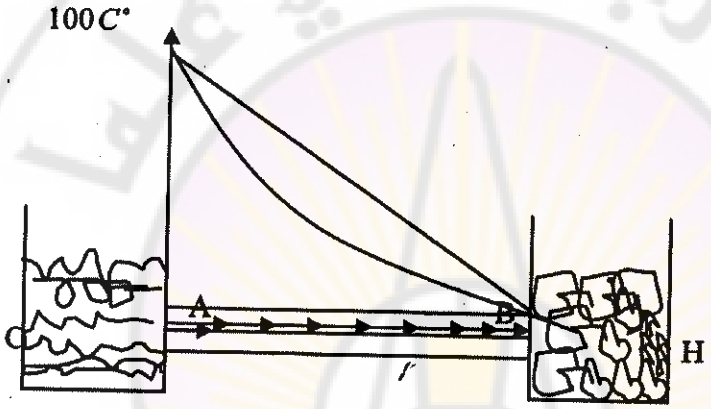
انتقال الطاقة الداخلية من جسم إلى آخر من دون القيام بعمل يسمى انتقال الحرارة، وبحصل ذلك نتيجة للتحولات التي تطرأ على الجزيئات والذرات.

والحرارة تنتقل من المنابع الحرارية إلى الوسط المحيط بها بإحدى الطرق الآتية:

3-2-1- بالتوصيل (النقل):

يحدث ذلك عند تصادم جسيمات المادة، حيث تعطي الجزيئات ذات الطاقة الحركية العالية جزءاً من طاقتها إلى الجزيئات ذات الطاقة الحركية المنخفضة.

ولكي ندرس الحرارة بتفصيل أكبر نفرض أن سلكاً معدنياً ثُبِّتت نهايَتاه إلى جداري خزانين معدنيين (C, H) الأول (C) يحتوي على ماءٍ في درجة الغليان والثاني (H) يحتوي على ماءٍ مثلجٍ، كما في الشكل (1,3)



الشكل (1,3)

الحرارة تتدفق عبر السلك من (A) إلى (B) عن طريق انتقال جزء من حرارة ذراته الساخنة الموجودة بالقرب من الماء الساخن إلى الذرات المجاورة لها إلى أن تصل درجة الحرارة إلى الطرف الآخر للسلك. وهكذا تكون الحرارة قد انتقلت إلى كامل الجسم من دون انتقال ذراته أو جزيئاته.

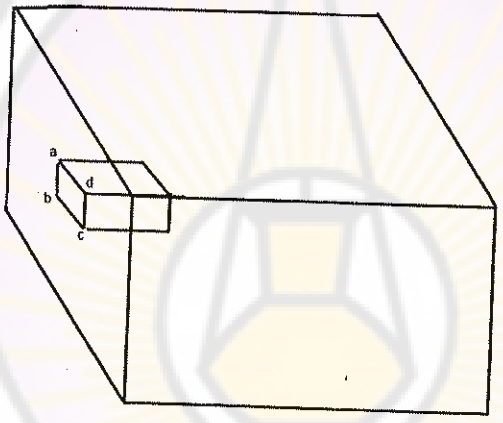
وعندما تصبح الشروط مستقرة تُقاس درجة حرارة السلك (Θ) في نقاط مختلفة على طوله بواسطة مزدوجات حرارية تُلحم عليه.

يوضح المنحني في الشكل السابق كيفية انخفاض الحرارة على طول السلك من النهاية الساخنة إلى النهاية الباردة.

أما الخط المنتظم في الشكل أيضاً، فهو يعبر عن تغير درجة الحرارة على طول السلك، ولكن بشكل منتظم؛ لأنّ السلك يكون في هذه الحالة معزولاً بواسطة عازل جيد للحرارة كالصوف أو القطن مثلاً. وبمقارنة بسيطة بين المنحنيين نجد الفرق واضحاً بينهما.

يعزى هذا الفرق إلى أن السلك غير المعزول يفقد جزءاً من حرارته إلى الهواء المحيط به بواسطة الحمل.

لنعد الشريحة (abcd) جزءاً عنصرياً من لوح معدني سماكته كبيرة، كما في الشكل (2,3) الآتي:



الشكل (2,3)

ونرمز $\frac{\varphi}{t}$ بكمية الحرارة المتدفقة من خلاله في الثانية الواحدة.

تعتمد قيمة $\frac{\varphi}{t}$ على التدرج الحراري، وبما أن بعض المواد أكثر نقلاً للحرارة من غيرها فهي تعتمد أيضاً على نوع مادة اللوح المستخدم.

وبصورة عامة عندما تتدفق الحرارة عمودياً على مساحة معينة داخل المادة، فإن (K) يعرف بالتدفق الحراري بالثانية الواحدة من خلال واحدة المساحة في واحدة التدرج الحرارية، ويسمى بالناقلية الحرارية.

فإذا رمزنا لمساحة الشريحة بـ (S) وسماكتها بـ (L)، ودرجة حرارة وجهيها (φ_1)، (φ_2) وإذا فرضنا أنه لا يوجد فقدان للحرارة من جوانبها عندئذ فإن التدفق الحراري من خلالها في الثانية الواحدة يعطى بالعلاقة:

$$\phi = \frac{\varphi}{t} = K\frac{S(\varphi_2 - \varphi_1)}{L}$$

$$\frac{\varphi}{St} = K\frac{(\varphi_2 - \varphi_1)}{L}$$

أي إن تدفق الحرارة خلال المتر المربع الواحد في الثانية الواحدة يساوي: تدرج الحرارة × الناقلية الحرارية.

ويكتب الشكل التفاضلي في المعادلة السابقة على النحو الآتي:

$$\frac{1}{S} = \frac{d\varphi}{dt} = -K\frac{d\Theta}{dt}$$

تعني الإشارة السالبة في العلاقة السابقة أن (Θ) تتناقص مع ازدياد معدل التدفق خلال كل مقطع $\frac{d\varphi}{dt}$ يكون ثابتاً.

أما إذا كانت المادة غير معزولة، فإن معدل التدفق خلال كل مقطع $\frac{d\varphi}{dt}$ يتناقص عند الانتقال من الطرف الساخن إلى الطرف البارد؛ وبالتالي فإن تدرج الحرارة $\frac{d\varphi}{dt}$ يتناقص أيضاً من الطرف الساخن إلى الطرف البارد.

إذا عرّضنا القسم العلوي لأنبوب اختبار يحوي سائلاً ما إلى منبع حراري، فإن السائل يسخن في الأعلى حتى يصل إلى درجة الغليان، أما السائل في الأسفل يبقى في الدرجة العادية.

نتيجة:

إن السوائل رديئة النقل للحرارة؛ وبالتالي يمكن تقسيم المواد من حيث الناقلية الحرارية إلى قسمين رئيسين:

1 . مواد جيدة النقل للحرارة: كالمعادن، وتختلف في درجة ناقليتها من معدن إلى آخر.

2 . مواد رديئة النقل للحرارة: كالخشب، والزجاج، والغازات، والسوائل وتختلف في درجة رداءتها من مادة إلى أخرى.

3-2-2- بالحمل:

تنتقل الحرارة في السوائل والغازات عن طريق حركة جزيئات المادة من المواضع الساخنة إلى المواضع الباردة. وتحدث الحركة بسبب اختلاف الكثافة بين نقطة وأخرى من السائل أو الغاز، وهذا يعود إلى اختلاف درجة الحرارة.

فعند تسخين وعاء يحوي ماء فإن الماء يبدأ بالتسخين في أسفل الوعاء وتقلّ كثافته، ثم يرتفع إلى الأعلى ليحل محله الماء الأكثر كثافة الموجود في الأعلى، ويسخن هذا بدوره ويرتفع للأعلى وهكذا، فالماء يسخن بانتقال جزيئاته على شكل تيارات تدعى تيارات الحمل.

والحمل نوعان:

- إما حراً، وفيه تقل كثافة الجزيئات الساخنة، فتصعد إلى أعلى، ويحل محلها الجزيئات الباردة.
- وإما قسرياً، وفيه تجبر الجزيئات على الحركة بمؤثر خارجي، كأن نرسل تياراً من الهواء فوق الجسم أو أن نحرك الجسم الساخن.

ومن أمثلة النقل بالحمل:

- التدفئة المركزية.
- المداخن وعملها في تدفئة الحجيرات.

إن التدفق الحراري (ϕ) الذي يعطيه السطح الساخن للسطح الملامس له يتناسب طرداً مع السطح (S) ومع الفرق بين درجة حرارة السطح (Θ) ودرجة الحرارة الوسطى (Θ_0) للوسط:

$$\phi = K \cdot S (\Theta - \Theta_0)$$

حيث: (K) عامل التوصيل الحراري بالحمل، وهو يتعلق بالوسط الذي يجري فيه الحمل الحراري وبخواص السطوح التي تعطي الحرارة. ويتعلق أيضاً بوضع هذه السطوح في الفراغ بالنسبة للأوساط المحيطة.

ملاحظة: علل:

- إن الحرارة المنبعثة عن أي منبع مشع لا يمكن أن تنتقل بالتوصيل؟

لأن الهواء عازل للحرارة.

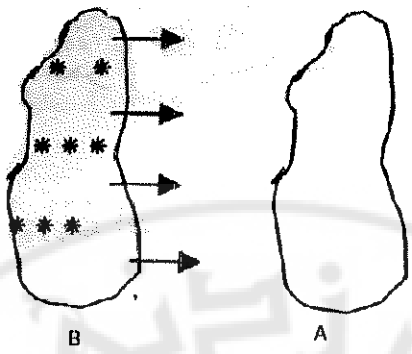
- ولا يمكن أن تنتقل الحرارة بالحمل؟

لأن الهواء الساخن يصعد للأعلى ولا يهبط للأسفل.

لذلك لا بد من طريقة ما لانتشار الحرارة بالإشعاع على شكل أشعة، وهي التي لا تحتاج فيها الحرارة لوسط مادي لكي تنتشر فيه.

3-2-3- التبادل الحراري بالإشعاع:

إن ذرات جسم ساخن أو جزيئاته موجودة بحركة حرارية شديدة تشع أمواجاً كهرطيسية حاملة للطاقة، ويبرد الجسم نتيجة لذلك. وإذا امتص الجسم الأمواج الكهرطيسية الساقطة عليه، فإن شدة الحركة الحرارية للذرات أو الجزيئات تزداد، ويسخن الجسم. فكل جسم مشع يمتص في الوقت نفسه الأمواج الساقطة عليه من الأجسام الأخرى. فمن أجل جسمين (A) و (B) مختلفين في درجة حرارتيهما، كما في الشكل (3,3).



الشكل (3,3)

فإن الجسم (A) الذي درجة حرارته أعلى يشع بشدة، ويعطي الجسم (B) الذي حرارته أدنى طاقة أكثر مما يأخذ منه، وبالنتيجة يعطي الجسم (A) الجسم (B) تدفقاً حرارياً قدره ($\Delta\phi$) يساوي الفرق بين التدفقين (ϕ_1) و (ϕ_2) الناتجين عن هذين الجسمين أي إن:

$$\Delta\phi = \phi_1 - \phi_2$$

يمكن أن يحدث التبادلُ الحراري بالإشعاع من خلال وسط مادي شفاف للإشعاع أو من خلال الهواء. ويتميز التبادل الحراري بالإشعاع بالتالي:

1. تنتقل موجات الإشعاع الحراري بالفراغ بالسرعة ذاتها التي ينتقل بها الشعاع الضوئي.
2. إذا سقطت موجات الإشعاع الحراري على جسم تحولت إلى طاقة حرارية.
3. ينطبق على الموجات الإشعاعية قوانين الضوء في الانعكاس والانكسار.
4. تنطبق قوانين الاستقطاب والانعراج والتداخل في الضوء على موجات الإشعاع الحراري.

مسألة:

احسب كمية الحرارة التي تنتقل خلال جدار من الإسمنت مساحته ($2\ m^2$) وسماكته ($10\ cm$) خلال ساعة واحدة.

إذا كانت درجة حرارة أحد الجانبين (28°C)، والجانب الآخر (8°C) وإذا علم أن الناقلية الحرارية للإسمنت ($K = 0.13\ w/mK^{o}$).

3-3- كمية الحرارة:

قياس كمية الحرارة، يعتمد على مبدأين يمثل كل منهما شكلاً خاصاً لمبدأ مصونية الطاقة.

1 . مبدأ التوازن الحراري:

عند وضع جسمين مختلفين في درجة حرارتيهما في جملة مغلقة، فإن الجسم الأسخن تنخفض درجة حرارته والجسم الأبرد ترتفع درجة حرارته، وتستمر هذه العملية حتى يحصل بينهما التوازن الحراري.

وتكون كمية الحرارة التي يخسرها الجسم الساخن تساوي كمية الحرارة التي يكتسبها الجسم البارد.

2 . مبدأ التحول المعكوس:

إن كمية الحرارة التي يكتسبها جسم كي ترتفع درجة حرارته من الدرجة (Θ_1) تساوي كمية الحرارة التي يفقدها عندما يطرأ عليه تحول عكوس، فيبرد من الدرجة (Θ_2) إلى الدرجة (Θ_1).

وتقاس كمية الحرارة بالحريرة: وهي كمية الحرارة اللازمة لتسخين (1g) من الماء المقطر درجة مئوية واحدة.

ولها مضاعفات هي الحرة حيث:

- كل (10^3) حريرة = 1 حرة.
- جول (J) 4.186 = 1 حريرة. ويسمى المعادل الميكانيكي للحريرة.

لقد بينت التجارب أن كمية الحرارة (φ) التي تكتسبها، أو تخسرها كتلة معينة من جسم ما:

- تتناسب طرداً مع كتلة المادة (M).
- تتناسب طرداً مع ارتفاع درجة الحرارة.
- تتوقف على طبيعة المادة.

ويعبر عن ذلك بالقانون الآتي:

$$\varphi = C \cdot M (\Theta_2 - \Theta_1)$$

حيث:

C: هي الحرارة الكتلية (الحرارة النوعية).

والحرارة الكتلية لجسم ما: هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة قدرها (1g) من الجسم درجة مئوية واحدة.

وواحدتها هي $gr. {}^{o}C$/ حريرة.

وفي الجملة الدولية $J/kg.{}^{o}C$.

الجدول الحرارة الكتلية لبعض المواد:

الأجسام الصلبة	حريرة /gr.°C	الأجسام السائلة	حريرة /gr.°C
الرصاص	0.031	الزئبق	0.03
القصدير	0.05	الزيت	0.3
النحاس	0.95	البنزين	0.45
الحديد	0.11	البترول	0.5
الألمنيوم	0.21	الغول	0.6
الجليد	0.53	الماء	1

ومن الجدول نستنتج:

1 . الحرارة الكتلية للزئبق هي الأصغر بين السوائل؛ الأمر الذي أدى إلى استعماله في موازين الحرارة إذ إنه يمتص حرارة ضئيلة من الوسط الذي نقيس درجة حرارته، فلا تتغير درجة حرارة هذا الوسط عند القياس.

2 . الحرارة الكتلية لجسم ما وهو في الحالة السائلة أكبر من حرارته الكتلية وهو في الحالة الصلبة (كالماء).

3 . الحرارة الكتلية للماء أكبر من الحرارة الكتلية للمواد الصلبة والسائلة في الطبيعة، وهذا يفسر لنا سبب اعتدال مناخ الأقاليم المجاورة للبحر، وعدم اختلاف درجة الحرارة بين الليل والنهار.

ذلك أن ماء البحر تمتص في النهار كمية كبيرة من الحرارة بسبب كبر حرارته الكتلية ولا ترتفع درجة حرارته كثيراً، وعندما يحل الظلام يعطي البحر الحرارة الكبيرة التي اختزنها في أثناء النهار؛ مما يجعل درجة الحرارة لا تنخفض كثيراً عن درجة حرارة النهار.

أما في الأقاليم البعيدة عن البحر فلا تختزن الصخور والرمال والأتربة كمية كبيرة من الحرارة في النهار، بالرغم من ارتفاع درجة حرارتها نظراً لصغر حرارتها الكتلية؛ لذلك يعطي الهواء بعد غروب الشمس كمية قليلة من الحرارة؛ مما يجعل الفارق كبيراً بين الليل والنهار في هذه المناطق.

3-4- تأثير الحرارة في الأجسام:

إن معظم الأجسام على اختلاف أشكالها، وأنواعها، وحالاتها، صلبة كانت أم غازية، تتأثر بارتفاع درجة الحرارة وانخفاضها، فهي تتمدد بالتسخين وتتقلص بالتبريد.

وهذه الظاهرة الفيزيائية لها تأثيرات كبيرة في حياتنا العملية؛ لذلك يجب مراعاتها إما للاستفادة منها أو لدرء الأخطار التي تنشأ عنها.

مثال:

بناء الجسور: فعندما تُبنى الجسور يؤخذ بالحسبان التمدد والتقلص للمواد التي استُخدمت لبناء هذه الجسور. كذلك الأمر بالنسبة لبناء المخازن والمصانع التي تدخل في تركيبها المواد المعدنية.

3-4-1- تمدد الأجسام الصلبة:

أ . التمدد الطولي للأجسام الصلبة:

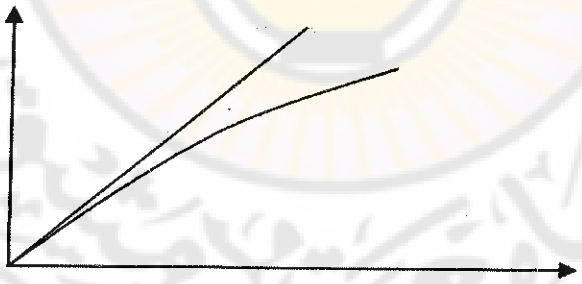
عند تسخين سلك معدني كالنحاس نلاحظ ازدياد في طوله ذلك بارتفاع درجة حرارته، وعند أخذ سلك آخر أطول من السلك السابق نلاحظ أن تمدده يزداد بازدياد طوله. إذا كررنا هذه العملية باختيار أسلاك مختلفة من مواد مختلفة كالحديد والألمنيوم وغيرها نجد بأن: التمدد الطولي يختلف من معدن إلى آخر.

نتيجة:

- مقدار التمدد الطولي يتناسب طرداً مع ارتفاع درجة الحرارة.
- مقدار التمدد الطولي يتناسب طرداً مع طول السلك قبل التسخين (L_0).
- مقدار التمدد الطولي يتوقف على طبيعة المادة.

على ضوء ما تقدم إذا فرضنا أن (L_0) طول السلك المعدني قبل التسخين في الدرجة (0) و (L) طوله في الدرجة (Θ).

فإنه بتأثير ارتفاع درجة الحرارة يتغير التمدد النسبي $\frac{L-L_0}{L_0}$.



وعندما تكون التغيرات في درجة الحرارة ليست كبيرة يمكننا أخذ جزء من المنحني وفرضه مستقيماً كما في الشكل السابق. ويمكن عندها وضع الدستور الآتي:

$$L = L_0 (1 + \alpha \Theta)$$

حيث:

α: هو عامل التمدد الطولي الوسطي بين الدرجتين (0^oC) والدرجة (Θ)، وهي خاصة مميزة للمادة.

ولمعرفة تغير التمدد الطولي لسلك معدني بين درجتين للحرارة غير مساويتين للصفر، فإن الدستور يعطى بالعلاقة الآتية:

$$\alpha = \frac{1}{L} \times \frac{dL}{d\Theta}$$

وهو يعبر عن التمدد الطولي الحقيقي في الدرجة (Θ).

تمرين:

طول سلك معدني في الدرجة (0°) = 20 cm، سخن إلى الدرجة θ فأصبح طوله 20.1 cm. فإذا علمت أن عامل التمدد الطولي للسلك α = 0.00002 درجة$^{-1}$، احسب θ. ثم احسب الزيادة في طول السلك.

ب . التمدد الحجمي للأجسام الصلبة:

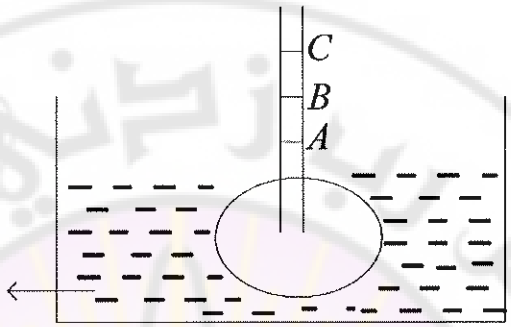
إن حادثة التمدد الحجمي تخضع لعوامل مشابهة للتمدد الطولي. وتدل التجارب على أن:

- مقدار التمدد الحجمي يتناسب طرداً مع الارتفاع في درجة الحرارة.
- مقدار التمدد الحجمي يتناسب طرداً مع حجم الجسم الأصلي.
- مقدار التمدد الحجمي يتوقف على طبيعة مادة الجسم.

3-4-2- تمدد الأجسام السائلة:

إذا ملأتَ حوجلة أو دورقاً بسائل ملون ثم أغلقتها بإحكام بسدادة يخترقها أنبوب زجاجي ضيق، فسيندفع الماء أو السائل إلى الأنبوب، ويصل إلى النقطة B. وإذا

غمرت هذه الحوجلة فجأة في ماء ساخن، ينخفض السائل إلى النقطة (A)، ثم يرتفع إلى النقطة C فوق B، ونفسر ذلك بأن الحوجلة تمددت أولاً فانخفض السائل إلى (A) ثم تمدد السائل الملون فارتفع إلى النقطة C، انظر الشكل (4,3).



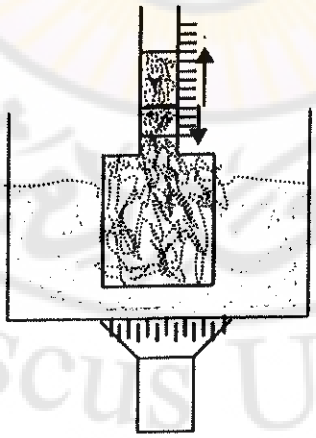
الشكل (4,3)

يمثل حجم السائل المحصور بين A و C التمدد الحقيقي للسائل بينما يمثل الحجم المحصور بين B و C بتمدد السائل بالنسبة للإناء أو ما يسمى بالتمدد الظاهري للسائل. أما الحجم المحصور بين A و B فهو تمدد الإناء.

فالتمدد الحقيقي للسائل = التمدد الظاهري للسائل + تمدد الإناء

$$AB + BC = AC$$

ويتوقف هذا التمدد على طبيعة السائل ودرجة الحرارة وعلى حجمه الابتدائي.



أي إن:

الزيادة الحقيقية في حجم أي سائل تتوقف على طبيعته، والزيادة الظاهرية في حجم أي سائل تتوقف على طبيعته وعلى طبيعة الإناء الذي يحتويه. وتدل التجارب على أن الزيادة الحقيقية:

- تتناسب طرداً مع حجمه الابتدائي في الدرجة (0°C).
- تتناسب طرداً مع ارتفاع درجة حرارته.
- تتعلق بطبيعة السائل.

3-4-3- تمدد الأجسام الغازية:

يتمدد حجم الغاز بالتسخين تحت ضغط ثابت، وينقص حجمها بالتبريد. وتتمدد المتساوية من الغازات بالمقدار نفسه إذا كان ارتفاع درجة الحرارة متساوياً تحت ضغط ثابت. ويزداد ضغط الغاز بالتسخين إذا بقي حجم الغاز ثابتاً، وأن هذه الزيادة لا تتعلق بطبيعة الغاز.

❖ **الآلات الحرارية:**

تعتمد الآلات الحرارية في عملها على الحرارة، وهي كثيرة في عصرنا مثل:

- محركات الديزل التي تعمل نتيجة احتراق الوقود.
- الآلات البخارية وأجهزة التدفئة المركزية.
- المحطات الحرارية:
- الأفران المتنوعة والمنتشرة في كل مكان التي تعمل على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية، وكذلك تحويل الوقود إلى طاقة حرارية نتيجة لاحتراقه.
- هناك أهم جهاز وهو جهاز الطاقة الشمسية الذي تم انتشاره على نطاق واسع لرخص ثمنه، وقلة كلفته، وتخفيض التلوث في الطبيعة. وهو منتشر في أوروبا

وبشكل خاص في ألمانيا التي تعّد رائدة في هذا المجال، وهناك مناطق في ألمانيا لديها كفاية ذاتية للطاقة بالاعتماد على الطاقة الشمسية.

❖ **مقياس درجة الحرارة:**

لصنع مقياس لدرجة الحرارة، يلزم اختيار خاصيته من الخواص الفيزيائية التي تتغير بتغير درجات الحرارة، مثل: تمدد السوائل أو الغازات أو تغير مقاومة سلك البلاتين، أو غير ذلك. ويتم أيضاً اختيار عددٍ من درجات الحرارة الثابتة، مثل: درجة انصهار الجليد، ودرجة غليان الماء، ودرجة غليان الكبريت، ودرجة انصهار بعض المعادن النقية.

❖ **النقطة الثابتة العيارية:**

هي درجة حرارة ثابتة في ظروف معينة، مثل درجة انصهار الجليد تحت الضغط الجوي النظامي، ودرجة غليان الماء تحت الضغط الجوي النظامي.

❖ **سلالم درجات الحرارة:**

في هذه السلالم النقطتان الثابتتان، هما: درجة انصهار الجليد، وهي النقطة السفلى ($0C^o$)، ودرجة غليان الماء في الضغط الجوي العادي، وهي النقطة العليا وأعطيت القيمة ($100\ C^o$)، وقسم التدريج بين هاتين النقطتين إلى 100 قسم متساوٍ، وأطلق على كل منها درجة مئوية (درجة سلزيوس C^o)، ويرمز لدرجة الحرارة المقاسة على هذا السلم بالرمز t_C، ويسمى هذا السلم بسلم سلزيوس نسبة إلى الفلكي السويسري الذي ابتكر هذا المقياس سنة 1742 م.

1- سلم فهرنهايت:

لقد أُدخل هذا السلم سنة 1709 م، وهو يرجع إلى الفيلسوف الألماني الحامل لهذا الاسم، وفي هذا المقياس النقطة الثابتة الصغرى هي درجة انصهار الجليد، وأعطيت القيمة ($32F^o$)، والنقطة الثابتة العظمى هي درجة غليان الماء في

الضغط الجوي العادي، وأعطيت القيمة $212F^0$، أي إن عدد أقسام التدريج 180 قسماً متساوياً، أطلق كل منها درجة فهرنهايت، ويرمز لدرجة الحرارة بالرمز t_F.

2- السلم المطلق:

يعرف الصفر المطلق، بأنه درجة الحرارة التي يتلاشى عندها حجم الغاز، نظرياً مع ثبوت الضغط، وهذه الدرجة على السلم المئوي هي (273.15^o) والعلاقة بين مقياس كلفن، والسلم المئوي يمكن أن تكتب كالآتي:

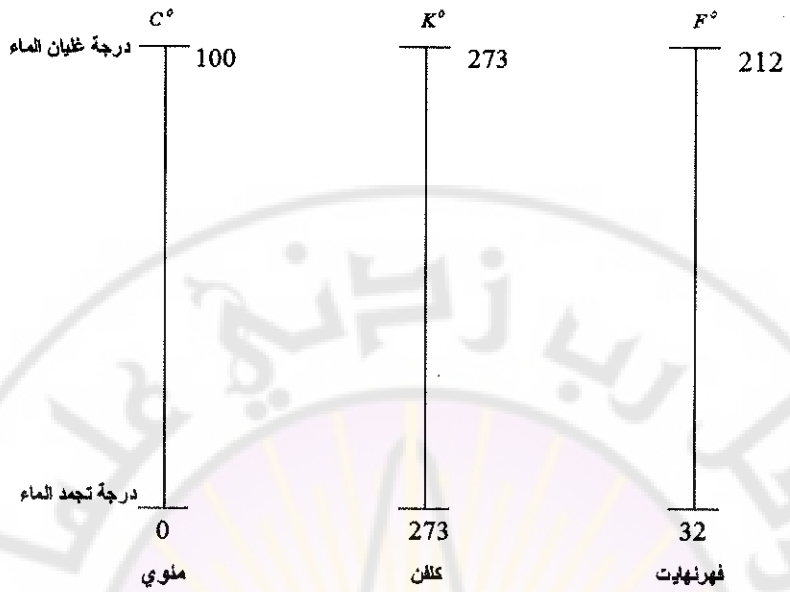
$$T_K = t_C + 273.15 \ \ (K^o)$$

حيث T_K: درجة الحرارة على مقياس كلفن، t_C درجة الحرارة على المقياس المئوي.

من هذه العلاقة نجد أن صفر السلم المطلق يقع أسفل صفر السلم المئوي بمقدار (273.15^o)

- العلاقة بين سلالم درجات الحرارة:

تتضح من خلال الشكل ومن أجل نقطتي درجة انصهار الجليد ودرجة غليان الماء في الضغط الجوي العادي.



مثال:

حول درجات الحرارة الآتية من التدريج المئوي إلى التدريج الفهرنهايتي:

a) $60\,C^o$ b) $-5\,C^o$ c) $-115C^o$

الحل:

$$t_F = \frac{9}{5}t_C + 32$$

a)
$$t_F = \frac{9}{5}(60) + 32$$
$$t_F = 140\,F^o$$

b)
$$t_F = \frac{9}{5}(-5) + 32$$
$$t_F = 23\,F^o$$

c)
$$t_F = \frac{9}{5}(-115) + 32$$
$$t_F = -238\,F^o$$

مثال:

حول درجات الحرارة الآتية إلى كلفن:

(a $20C^o$ (b $-50\,C^o$ (c $-30C^o$

الحل:

(a

$$t_K = t_C + 273$$
$$t_K = 20 + 273 = 293\,K^o$$

(b

$$t_K = -50 + 273$$
$$t_K = 223\,K^o$$

(c

$$t_K = 30 + 273$$
$$t_K = 303\,K^o$$

مثال:

حول درجات الحرارة الآتية من الفهرنهايت إلى الدرجة المئوية:

(a $100\,F^o$ (b $0\,F^o$ (c $-27\,F^o$

الحل:

$$t_C = \frac{5}{9}(t_F - 32)$$

(a

$$t_C = \frac{5}{9}(100 - 32)$$
$$t_C = 32.3\,C^o$$

(b

$$t_C = \frac{5}{9}(0 - 32)$$
$$t_C = -17.7\,C^o$$

(c

$$t_C = \frac{5}{9}(-27 - 32)$$
$$t_C = -32.7\,C^o$$

الفصل الرابع

القوى والطاقة

القوى:

4-1- تعريف القوة:

هي عبارة عن مؤثر قادر على تغيير الحالة الحركية للجسم أو تغيير شكل الجسم.

4-2- أنواع القوى وتمثيلها:

4-2-1- القوى على حامل واحد:

تمثل القوة هندسياً بشعاع $\overrightarrow{ON}$ كما في الشكل، عناصره:

- المبدأ: نقطة تأثير القوة.
- الحامل: حامل القوة (المستقيم الذي تؤثر القوة وفقه).
- الجهة: جهة القوة: (جهة حركة الجسم الخاضع لهذه القوة بمفردها).
- الطويلة: تمثل شدة القوة، وتتناسب طرداً معها.

مثال:

نترك كرة كتلتها $(M = 0.8Kg)$ تسقط بتأثير ثقلها فقط، والمطلوب:

- كتابة عناصر قوة ثقل الكرة.
- تمثيل قوة الثقل بشعاع مع عدّ أن: $g = 10 m.s^{-2}$ (تسارع الجاذبية الأرضية).

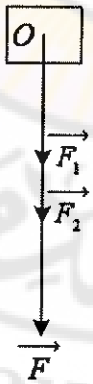
الحل:

عناصر قوة الثقل $\overrightarrow{W}$:

- نقطة التأثير: مركز ثقل الكرة (O).
- الحامل: الشاقول المار من مركز ثقل الكرة (O).
- الجهة: نحو الأسفل.
- الشدة: $W = mg = 0.8 \times 10 = 8\,N$.

- محصلة قوتين على حامل واحد وبجهة واحدة:

هي قوة وحيدة $\overrightarrow{F}$ لها العناصر الآتية:



- نقطة تأثيرها: نقطة التأثير المشتركة للقوتين ($\overrightarrow{F_1}$, $\overrightarrow{F_2}$).

- حاملها: حامل القوتين.
- جهتها: بجهة القوتين.
- شدتها: مجموع شدتي القوتين $F = F_1 + F_2$.

• محصلة قوتين على حامل واحد وبجهتين متعاكستين:

هي قوة وحيدة $\overrightarrow{F}$ لها العناصر الآتية:

- نقطة تأثيرها: نقطة التأثير المشتركة للقوتين $(\overrightarrow{F_1}, \overrightarrow{F_2})$.
- حاملها: حامل القوتين.
- جهتها: بجهة القوة الأكبر $\overrightarrow{F_1}$.
- شدتها: مجموع شدتي القوتين $F = F_1 - F_2$

مثال:

في لعبة شد الحبل بين طالبين، كانت شدة قوة الطالب الأول $F_1 = 80\,N$ والثاني $F_1 = 60\,N$

• إلى أي جهة ينزاح الحبل؟

بجهة القوة الأكبر $\overrightarrow{F_1}$.

• ما شدة القوة التي سببت انزياح الحبل؟ وماذا نسمي هذه القوة؟

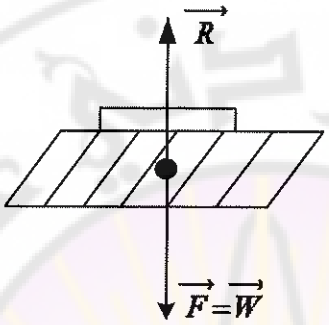
شدة القوة تكون: $F = 80 - 60 = 20\,N$ وتسمى محصلة القوتين.

4-2-2- الفعل ورد الفعل:

هما قوتان منطبقتان حاملاً، متعاكستان جهة، متساويتان شدةً، لهما نقطة تأثير مشتركة.

- ضع كتاباً على سطح أفقي أملس كما في الشكل، هل يتحرك الكتاب أم يبقى ساكناً؟

يبقى ساكناً.



- كيف تفسر سكونه؟

– يؤثر الكتاب في السطح بقوة $\overrightarrow{F}$ متجهة نحو الأسفل شدتها تساوي شدة قوة ثقله W. ويؤثر في السطح في الكتاب بقوة شاقولية $\overrightarrow{R}$ متجهة نحو الأعلى (قوتان متعاكستان مباشرة تلغي كل منهما تأثير الأخرى)

- قوة تأثير الكتاب في السطح الأملس $\overrightarrow{F}$ تدعى: قوة الفعل.
- قوة تأثير السطح في الكتاب هي $\overrightarrow{R}$ وتدعى: قوة رد الفعل.

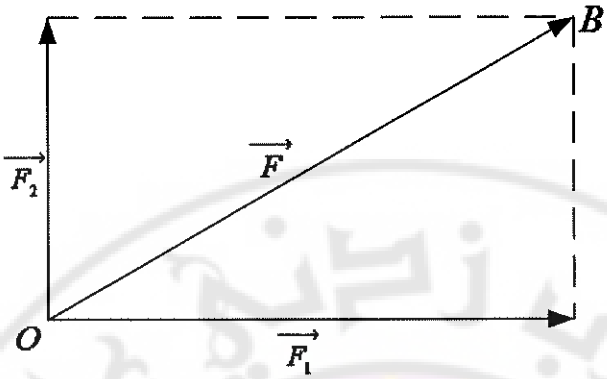
لكل فعل رد فعل ينطبق عليه حاملاً ويعاكسه جهة ويساوي شدة.

أي: $\overrightarrow{F} = -\overrightarrow{R}$ وهذا ما يسمى مبدأ الفعل ورد الفعل.

4-2-3- القوى المتلاقية:

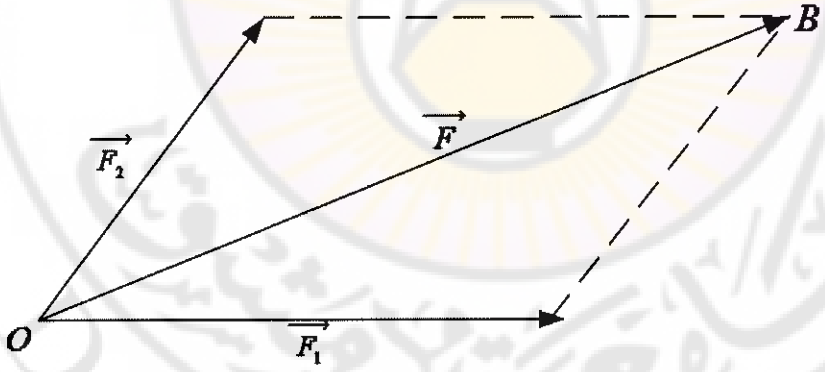
هي القوى التي تتلاقى حواملها في نقطة واحدة.

- عناصر محصلة قوتين متعامدتين:



- نقطة تأثيرها: نقطة التأثير المشتركة O للقوتين.
- حاملها: قطر المستطيل (OB) المنشأ على القوتين.
- جهتها: من O إلى الرأس المقابل B.
- شدتها: تحسب من العلاقة $F=\sqrt{F_1^2+F_2^2}$

- عناصر محصلة قوتين متعامدتين:
-

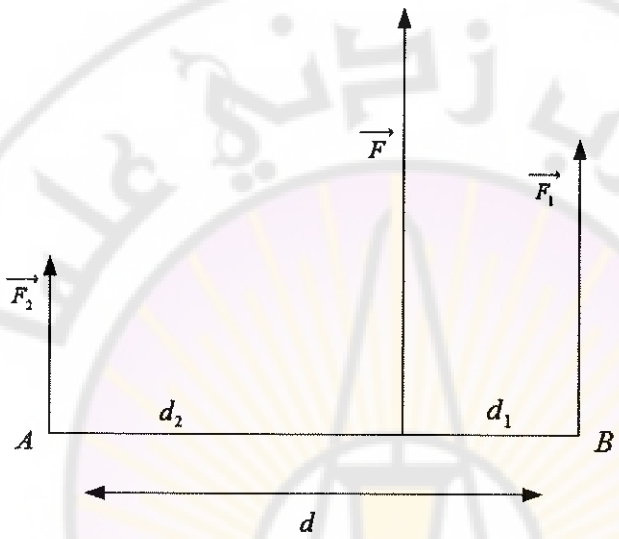


- نقطة تأثيرها: نقطة التأثير المشتركة O للقوتين.
- حاملها: قطر متوازي الأضلاع (OB) المنشأ على القوتين.
- جهتها: من O إلى الرأس المقابل B.
- شدتها: تمثل طول قطر متوازي الأضلاع (قياس بالمسطرة).

4-2-4- القوى المتوازية:

هي القوى التي تكون حواملها متوازية.

- عناصر محصلة قوتين متوازيتين وبجهة واحدة.



- نقطة تأثيرها: تقع على القطعة المستقيمة (AB) الواصلة بين نقطتي تأثير القوتين وأقرب إلى القوة الكبرى وتحقق العلاقة:

$$F_1 d_1 = F_2 d_2$$

- حاملها: يوازي حاملي القوتين $\overrightarrow{F_1}$, $\overrightarrow{F_2}$.
- جهتها: بجهة القوتين $\overrightarrow{F_1}$, $\overrightarrow{F_2}$.
- شدتها: حاصل جمع شدتي القوتين: $F = F_1 + F_2$.

بترتيب العلاقة: $F_1 d_1 = F_2 d_2$ نجد:

$$\frac{F_1}{d_2} = \frac{F_2}{d_1}$$

وحسب خصائص التناسب نكتب:

$$\frac{F_1}{d_2}=\frac{F_2}{d_1}=\frac{F_1+F_2}{d_1+d_2}=\frac{F}{d}\Rightarrow$$

$$\frac{F}{d}=\frac{F_1}{d_2}=\frac{F_2}{d_1}$$

حيث:

F_1 : شدة القوة الأولى.

F_2 : شدة القوة الثانية.

F : شدة المحصلة.

d_1 : بعد حامل القوة الأولى $\overrightarrow{F_1}$ عن حامل المحصلة F .

d_2 : بعد حامل القوة الثانية $\overrightarrow{F_2}$ عن حامل المحصلة F .

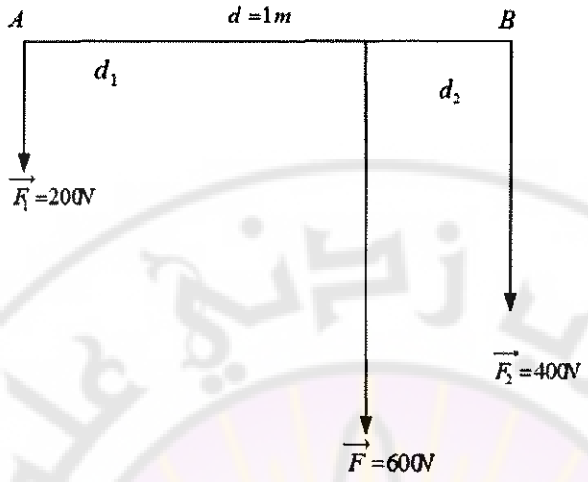
d : البعد بين حاملي القوتين $\overrightarrow{F_2}$, $\overrightarrow{F_1}$.

تمرين:

أين تتوقع أن تقع النقطة O (نقطة تأثير المحصلة)، إذا كانت القوتان متساويتين بالشدة؟

مثال:

ساق مهملة الكتلة طولها $1m$ نعلق في طرفيها ثقلين الأول $200N$ والثاني $400N$ ، والمطلوب: حدد بالكتابة، والرسم عناصر محصلة القوتين (الثقلين).



الحل:

- نقطة التأثير: تقع على الساق المستقيمة بين نقطتي تأثير القوتين وأقرب إلى القوة الأكبر $\overrightarrow{F_2}$ وتحقق العلاقة:

$$\frac{F}{d}=\frac{F_1}{d_2}=\frac{F_2}{d_1}$$

نطبق:

$$\frac{600}{1}=\frac{200}{d_2}=\frac{400}{d_1}$$

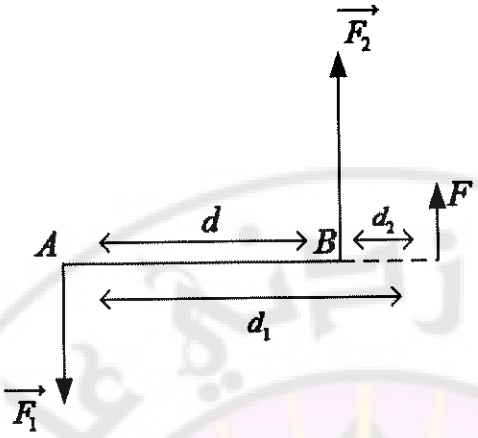
$$d_1=\frac{400}{600}=\frac{4}{6}=\frac{2}{3}\ m$$

وكذلك:

$$d_2=\frac{200}{600}=\frac{1}{3}\ m$$

- الحامل: يوازي حاملي القوتين.
- الجهة: بجهة القوتين.
- الشدة: $F=F_1+F_2=200+400=600\ N$.

- عناصر محصلة قوتين متوازيتين وبجهتين متعاكستين:



- نقطة تأثيرها: تقع على امتداد القطعة المستقيمة AB الواصلة بين نقطتي تأثير القوتين وأقرب إلى القوة الأكبر $\overrightarrow{F_2}$ وتحقق العلاقة:

$$F_1 d_1 = F_2 d_2$$

- حاملها: يوازي حاملي القوتين $\overrightarrow{F_1}$, $\overrightarrow{F_2}$.

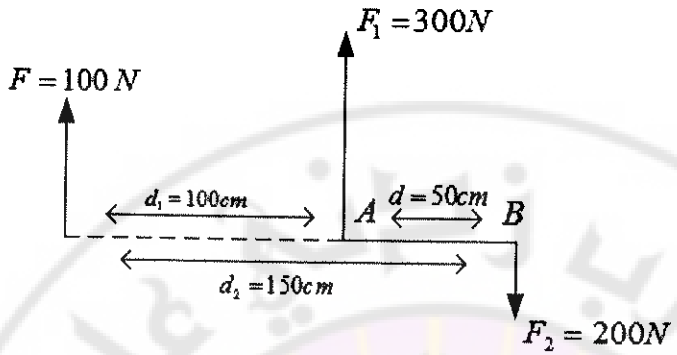
- جهتها: بجهة القوة الأكبر $\overrightarrow{F_2}$.

- شدتها: حاصل طرح شدتي القوتين: $F = F_2 - F_1$.

مثال:

ساق مهملة الكتلة طولها $AB = 50\,cm$ تؤثر في كل من طرفيها قوتان متوازيتان ومتعاكستان بالجهة ($\overrightarrow{F_1}$, $\overrightarrow{F_2}$) شدتاهما $F_2 = 300\,N$, $F_2 = 200\,N$. حدد بالكتابة والرسم عناصر محصلة القوتين.

الحل:



- الحامل يوازي: حاملي القوتين.
- الجهة: بجهة القوة الأكبر $\overrightarrow{F_1}$.
- الشدة: $F = F_2 - F_1 = 300 - 200 \Rightarrow F = 100\,N$.
- نقطة التأثير: تقع على المستقيم الواصل بين نقطتي تأثير القوتين وخارج القطعة المستقيمة وأقرب إلى القوة الأكبر وتحقق العلاقة:

$$\frac{F}{d} = \frac{F_1}{d_2} = \frac{F_2}{d_1}$$

$$\frac{F}{d} = \frac{F_2}{d_1} \Rightarrow \frac{100}{50} = \frac{200}{d_1} \Rightarrow d_1 = \frac{200 \times 50}{100} = 100\ cm$$

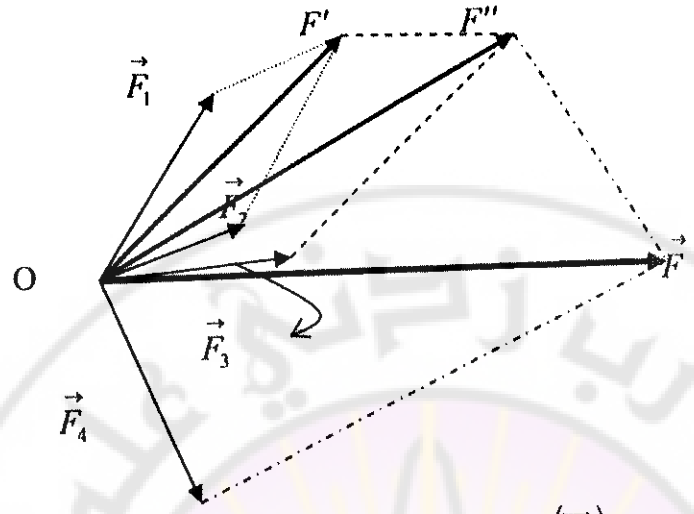
$$d_2 = \frac{F_1 \times d}{F} = \frac{300 \times 50}{100} = 150\ cm$$

إذا كان هناك أكثر من قوتين، فلحساب المحصلة هناك طريقتان:

أ . نطبق قاعدة متوازي الأضلاع:

القوى: $\left(\overrightarrow{F_1}\right)$، $\left(\overrightarrow{F_2}\right)$، $\left(\overrightarrow{F_3}\right)$، $\left(\overrightarrow{F_4}\right)$.

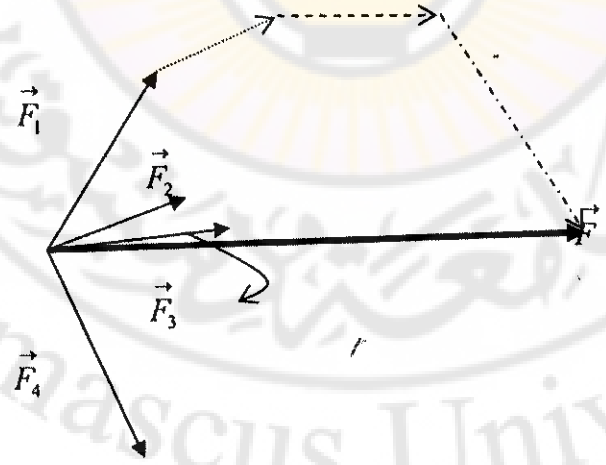
فنجد محصلة $\left(\overrightarrow{F_1}\right)$، $\left(\overrightarrow{F_2}\right)$ ولتكن (F').



ومحصلة (F`) و $\left(\overrightarrow{F_3}\right)$ ولتكن(F``).

ثم محصلة (F``) و $\left(\overrightarrow{F_4}\right)$ ولتكن $\left(\overrightarrow{F}\right)$.

ب . أو نرسم من نهاية $\left(\overrightarrow{F_1}\right)$ شعاعاً مسايراً لـ $\left(\overrightarrow{F_2}\right)$ هذا المساير نرسم شعاعاً مسايراً لـ $\left(\overrightarrow{F_3}\right)$، ومن نهاية هذا الشعاع المساير الثاني نرسم شعاعاً مسايراً لـ $\left(\overrightarrow{F_4}\right)$، ثم نصل بداية $\left(\overrightarrow{F_1}\right)$ ونهاية الشعاع المساير الأخير فنحصل على المحصلة $\left(\overrightarrow{F}\right)$، كما في الشكل:



Damascus University

- وهناك أنواع عديدة للقوى منها:

1 . القوة العضلية.

2 . قوة الرياح.

3 . قوة الماء.

4 . القوة المغناطيسية.

5 . قوة الثقالة والجاذبية الأرضية.

6 . قوة المرونة.

4-3- عزم القوة:

4-3-1- تعريف عزم القوة:

هو فعلها التدويري في الجسم.

4-3-2- العوامل التي يتوقف عليها عزم القوة:

- طول ذراع القوة R (بعد حامل القوة عن محور الدوران).
- شدة القوة المؤثرة في الجسم F.

4-3-3- قانون عزم القوة:

عزم القوة = طول ذراع القوة × شدة القوة.

أي: $\Gamma = R\,F$

حيث:

Γ: عزم القوة $(m.N)$.

R: ذراع القوة (m).

F: شدة القوة (N).

من العلاقة السابقة نجد بأن عزم القوة يتناسب طرداً مع كل من شدة القوة وذراع القوة.

4-3-4- انعدام عزم القوة:

- ينعدم عزم القوة إذا كان حاملها ماراً بمحور الدوران أو موازياً له.
- المجموع الجبري لعزوم القوى حول محور الدوران يساوي الصفر.

اصطلاح:

دوماً نختار جهة موجبة لدوران الجسم حول محور دورانه وهي عكس جهة دوران عقارب الساعة، أي:

- $\Gamma > 0$ إذا سبب دوراناً بعكس جهة دوران عقارب الساعة.
- $\Gamma < 0$ إذا سبب دوراناً مع جهة دوران عقارب الساعة.

4-4- عزم المزدوجة:

4-4-1- تعريف المزدوجة:

قوتان متوازيتان حاملاً، ومتعاكستان جهةً، ومتساويتان شدةً.

4-4-2- عزم المزدوجة:

هو فعلها التدويري في الجسم.

4-4-3- العوامل المؤثرة في عزم المزدوجة:

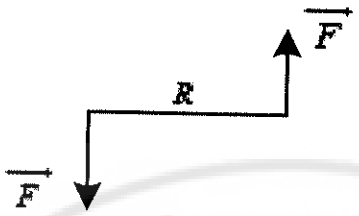
يتوقف عزم المزدوجة على عاملين، ويزداد بازديادهما:

- ذراع المزدوجة R : البعد العمودي بين حاملي قوتيها.
- الشدة المشتركة لقوتي المزدوجة $F = F_2 = F_1$.

4-4-4- قانون عزم المزدوجة:

عزم المزدوجة = طول ذراع المزدوجة × شدة إحدى قوتيها.

Damascus University



$$\Gamma = R \times F$$

حيث:

Γ: عزم القوة $(m.N)$.

R: ذراع القوة (m).

F: شدة القوة (N).

مثال:

احسب المزدوجة التي يطبقها سائق السيارة على المقود، إذا كانت شدة كل من قوتيها $50\,N$ وقطر المقود $60\,cm$.

الحل:

$$\Gamma = R \times F$$

$$\Gamma = 0.6 \times 50 = 30\ m.N$$

4-5- توازن جسم صلب:

4-5-1- مركز ثقل جسم صلب: هز مركز توازن هذا الجسم.

4-5-2- شرط توازن الجسم الصلب:

- انعدام محصلة القوى المؤثرة فيه (التوازن الانسحابي).
- انعدام العزم الحاصل للقوى المؤثرة فيه حول محور دوران ثابت (التوازن الدوراني).

4-5-3- أنواع توازن الجسم الصلب:

للجسم الصلب ثلاثة أنواع من التوازن، وهي:

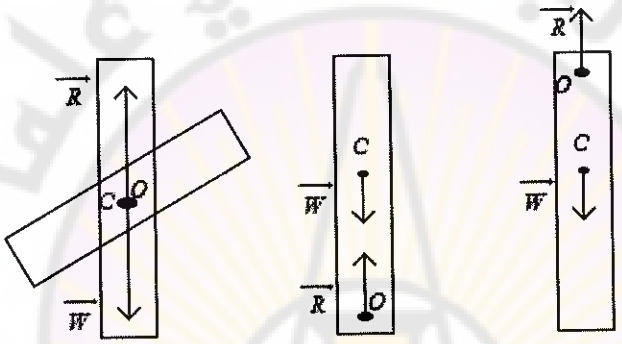
التوازن المستقر، والتوازن القلق، والتوازن المطلق.

في حالة التوازن المستقر: يكون محور التعليق فوق مركز الثقل وعلى شاقوله.

في حالة التوازن القلق: يكون محور التعليق تحت مركز الثقل وعلى شاقوله.

في حالة التوازن المطلق: يكون محور التعليق ماراً من مركز الثقل.

ويوضح الشكل الآتي حالات التوازن الثلاث:



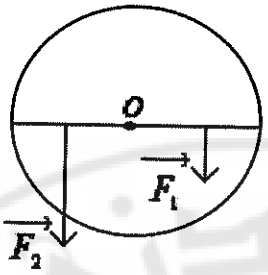
توازن قلق

حل المسألة الآتية:

تؤثر قوتان شاقوليتان ($\overrightarrow{F_2}$, $\overrightarrow{F_1}$) في قرص قابل للدوران حول محور أفقي كما في الشكل، حيث شدة القوة الأولى $(30N)$ وذراعها $(20cm)$، وشدة القوة الثانية $(60N)$ وذراعها $(10cm)$، والمطلوب:

1- احسب عزم كل من هاتين القوتين بالنسبة لمحور الدوران.

2- بين بالحساب هل القرص متوازن دورانياً؟



❖ **الطاقة**

4-6- مفهوم الطاقة:

تعد الطاقة أحد أهم المفاهيم الفيزيائية الرئيسة التي تتميز بتعدد أشكالها وإمكانية تحولها من شكل إلى آخر وفق قانون مصونية الطاقة، وتعني قدرة الجسم على القيام بعمل.

4-7-انواع الطاقة

4-7-1-الطاقة الكامنة الثقالية E_P:

وهي الطاقة التي يختزنها الجسم (بالنسبة لسطح الأرض) وذلك نتيجة العمل الذي صرف عليه لرفعه إلى وضع جديد عن سطح الأرض.

- العوامل التي تتوقف عليها الطاقة الكامنة الثقالية هي:
  - ثقل الجسم W.
  - ارتفاع الجسم d عن سوية معينة.
- قانون الطاقة الكامنة الثقالية:

يعبر عنها بالعلاقة:

$$E_P = W\,d = mg\,d$$

حيث:

E_P: الطاقة الكامنة الثقالية (J).

d : ارتفاع الجسم (m).

m : كتلة الجسم (kg).

g : تسارع الجاذبية الأرضية $(m.s^{-2})$.

4-7-2- الطاقة الحركية E_K :

وهي الطاقة الناتجة عن حركة الجسم.

- العوامل التي تتوقف عليها الطاقة الحركية هي:
  - سرعة الجسم المتحرك v.
  - كتلة الجسم المتحرك m.
- قانون الطاقة الحركية:

تعطى الطاقة الحركية لجسم كتلته m يتحرك حركة انسحابية بسرعة v بالعلاقة:

$$E_K = \frac{1}{2} m v^2$$

حيث:

E_K : الطاقة الحركية (J).

m : كتلة الجسم (kg).

v : سرعة الجسم $(m.s^{-1})$.

مثال:

احسب الطاقة الحركية لسيارة كتلتها $(4000\ Kg)$ وسرعتها $(10 m.s^{-1})$.

الحل:

نطبق القانون:

$$E_K = \frac{1}{2} m v^2$$

$$E_K = \frac{1}{2} \times 4000 (10)^2$$

$$E_K = 2000 \times 100 = 2 \times 10^5 \ J$$

مثال:

احسب سرعة كرة كتلتها $(1\ Kg)$ وطاقتها الحركية $(200\ J)$.

الحل:

$$E_K = \frac{1}{2} m v^2$$

$$v^2 = \frac{2E_K}{m} = \frac{2 \times 200}{2} = 200$$

$$v = \sqrt{200} = 10\sqrt{2} \ m.s^{-1}$$

4-7-3- الطاقة الكلية (الميكانيكية) E:

الطاقة الكلية للجسم: هي مجموع طاقته الحركية والكامنة أي:

$$E = E_P + E_K$$

4-8- مبدأ مصونية الطاقة:

الطاقة لا تفنى ولا تخلق من العدم، بل تتحول من شكل إلى آخر من دون زيادة أو نقصان.

مسألة محلولة:

المسألة الأولى:

جسم كتلته $m = 10\ Kg$ ساكن على ارتفاع $x_1 = 8m$ من سطح الأرض وكون تسارع الجاذبية الأرضية $g = 10 m.s^{-2}$، والمطلوب:

1- احسب عند الارتفاع السابق كلاً من: الطاقة الكامنة الثقالية للجسم، وطاقته الحركية، وطاقته الكلية.

2- يسقط الجسم على ارتفاع $x_2 = 5m$ من سطح الأرض، احسب عند هذا الارتفاع كلاً من طاقته الكامنة، وطاقته الحركية، وسرعته عندئذٍ.

الحل:

$$E_{P1} = mg x_1$$
$$= 10 \times 10 \times 8 = 800J$$

$v = 0$ الجسم في حالة سكون:

$$E_{K1} = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m (0)^2 = 0\ J$$
$$E = E_{P1} + E_{K1}$$
$$= 800 + 0 = 800J$$
$$E_{P2} = mg x_2$$
$$= 10 \times 10 \times 5 = 500J$$
$$E = E_{P2} + E_{K2} \Rightarrow E_{K2} = E - E_{P2}$$
$$E_{K2} = 800 - 500 = 300J$$
$$E_{K2} = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow$$
$$v^2 = \frac{2E_{K2}}{m} = \frac{2 \times 300}{10} = 60 \Rightarrow v = \sqrt{60}\ m.s^{-1}$$

المسألة الثانية:

يُبذل عمل قيمته $120J$ لرفع جسم كتلته $m = 6Kg$ إلى ارتفاع d من سطح الأرض، كون تسارع الجاذبية الأرضية $g = 10 m.s^{-2}$ ، والمطلوب:

1- احسب الطاقة الكامنة الثقالية للجسم.

2- احسب الارتفاع d.

الحل:

الطاقة الكامنة = العمل المبذول أي:

$$E_P = W = 120J$$

$$E_P = mg\,d \Rightarrow d = \frac{E_P}{mg}$$

$$d = \frac{120}{6\times 10} = 2\,m$$

المسألة الثالثة:

تتحرك عربتان بالسرعة نفسها $(v = 20\,m.s^{-1})$ كتلة الأولى $(2000\,Kg)$، وكتلة الثانية $(3000\,Kg)$، أي تمتلك العربتان طاقة حركية أكبر؟ ثم احسب النسبة E_{K1}/E_{K2}.

الحل:

$$E_{K1} = \frac{1}{2}m_1 v^2$$

$$E_{K1} = \frac{1}{2}\times 2000\times 400 = 4\times 10^5\ J$$

$$E_{K2} = \frac{1}{2}m_2 v^2$$

$$E_{K2} = \frac{1}{2}\times 3000\times 400 = 6\times 10^5\ J$$

$$\frac{E_{K1}}{E_{K2}} = \frac{4\times 10^5}{6\times 10^5} = \frac{2}{3}$$

❖ **العمل والاستطاعة:**

4-9- تعريف العمل:

حاصل جداء القوة بالانتقال، ويعطى بالعلاقة:

$$W = F.d$$

واحدة العمل في (SI) هي الجول $j = N.m$

الجول: هو عمل مبذول نتيجة قوة تساوي 1 نيوتن بإزاحة 1 متر.

ملاحظة: جول عالم فيزيائي إنكليزي.

4-10- الاستطاعة:

هي العمل المبذول خلال واحدة الزمن.

$$P = \frac{w}{t} = \frac{F.d}{t} = FV$$

واحدة الاستطاعة في الجملة الدولية (SI) هي الواط.

الواط: هو عمل مبذول مقداره جولاً واحداً خلال ثانية واحدة.

وهناك واحدة أخرى للاستطاعة وهي الحصان البخاري، وهناك علاقة بين الواط والحصان البخاري:

كل 1 حصان بخاري = 756 واط.

مثال:

احسب العمل المبذول لرفع جسم ثقله $(mg = 500\ N)$ مسافة $(3\ m)$ فوق سطح الأرض، ثم احسب الاستطاعة المستهلكة لرفع الجسم خلال $(2\ s)$.

الحل:

$$W = F.d$$

لكن:

$$F = mg = 500N$$

1) $$W = 500 \times 3 = 1500\ j$$

2) $$P = \frac{W}{t} \Rightarrow P = \frac{1500}{2} = 750\ wat$$

مثال:

سيارة أطفال صغيرة كتلتها $(5\ kg)$ تتحرك بسرعة $(5\ m.s^{-1})$، احسب الطاقة الحركية للسيارة، إذا تضاعفت السرعة، احسب الطاقة الحركية أيضاً.

1) $E_K = \frac{1}{2} mV^2$

$E_K = \frac{1}{2} \times 5 \times 25$

$= 62.5\ J$

2) $V = 2V = 10\ m.s^{-1}$

$E_K = \frac{1}{2} \times 5 \times 100$

$= 250\ J$

4-11- الضغط الجوي

4-11-1- مقدمة

إذا أخذنا علبة فارغة من المعدن، وسخناها على منبع حراري، ثم سددناها بإحكام، وسكبنا عليها ماءً بارداً، نجد أن شكلها قد تشوه، وكأن أحداً قد ضغط عليها من الخارج إلى الداخل من الاتجاهات جميعها.

ماذا يحدث عندما يغطس الغطاس في الماء؟.

يؤثر الماء في جسم الغطاس من الاتجاهات جميعها من الأعلى ومن الأسفل ومن الجانب، وكلما ازداد عمق الغطس ازداد تأثير الماء حتى تأتي لحظة لا يستطيع الغطاس فيها تحمل ذلك التأثير. إذاً: كلما ازداد العمق ازداد وزن الماء فوق الغطاس ازداد الضغط عليه.

وما الغلاف الجوي الذي يحيط بالأرض إلا محيط من الهواء نعيش في قعره، وكما أن تأثير الماء يضغط في جسم الغطاس، يؤثر الهواء المحيط بنا فيضغط على أجسامنا بالاتجاهات جميعها. ويسمى الضغط الذي يمارسه الغلاف الجوي على أجسامنا بـ: الضغط الجوي. وقد اعتادت أجسامنا على هذا الضغط بحيث

أصبح يتعذر علينا أن نتنفس أو نحيا إذا تغير هذا الضغط كثيراً، تماماً كما اعتادت الأسماك والكائنات البحرية على العيش تحت الماء، فأصبح يتعذر عليها العيش خارجه.

الضغط الجوي النظامي = (1013) ميلي بار أو (760) ميلي متر زئبقي.

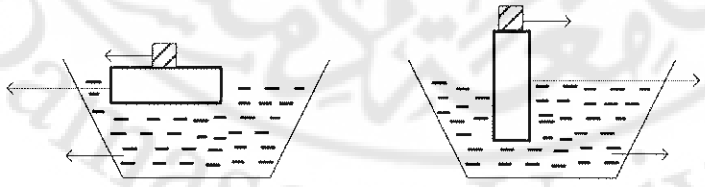
وعندما نرتفع في الجو تقل سماكة الهواء فوقنا، ويقل الضغط.

وعندما نرتفع عن سطح الأرض (5000 m)، يهبط الضغط الجوي إلى حوالي النصف. أي إن الضغط الجوي يتناسب عكساً مع الارتفاع أو الانخفاض عن سطح الأرض. ويمكن الاستفادة من هذه الخاصية لقياس الارتفاع عن سطح الأرض. ويتغير الضغط في المكان نفسه وأحياناً في اليوم نفسه. ومعرفة الضغط الجوي وتغيراته في مكان ما، ومعرفة درجة الحرارة، ودرجة رطوبة الهواء في ذلك المكان تساعد على التنبؤ بالأحوال الجوية.

4-11-2- الضغط Pressure

أولاً- ضغط الأجسام الصلبة:

إذا وضعت قطعة من خشب بشكل شاقولي فوق حوض بلاستيك فيه كمية من التراب أو الرمل الناعم. ثم وضعت فوق قطعة الخشب ثقلاً ما (حجرة، أوزان..) ثم رفعت الثقل والخشب فستلاحظ تشكل حفرة في الرمل أو التراب. وبتغير وضع الخشب من الشاقولي إلى الأفقي والوزن نفسه فستلاحظ أن عمق الحفرة المتشكلة أقل عمقاً من الحالة السابقة.



في الحالة الأولى تكون الحفرة المتشكلة في المادة الصلبة أكثر عمقاً بسبب توزع الثقل على مساحة صغيرة على قطعة الخشب بعكس الحالة الثانية التي يتوزع فيها الثقل على مساحة أكبر. أي بمعنى كلما كانت مساحة السطح أصغر كان الأثر (أثر الضغط) أكبر وأعمق. إن تأثير الثقل على قطعة الخشب هو ما يسمى بضغط الجسم الصلب، فهو (الضغط) قوة مؤثرة عمودية (شاقولية) على وحدة السطح (المساحة) المؤثرة فيه.

الضغط: هو قوة عمودية (شاقولية) تؤثر في وحدة المساحة من السطح الذي تؤثر فيه. ويتوقف على عوامل عديدة هي:

أ . يزداد الضغط كلما زادت القوة الضاغطة، أي يتناسب طرداً معها.

$$F \alpha P$$

حيث:

F هي القوة الضاغطة، وتقاس بالنيوتن (Newton)، P (الضغط) وواحدته N/m^2.

ب . يزداد الضغط بنقصان مساحة السطح التي تؤثر فيه القوة أي يتناسب عكسياً مع السطح (A).

$$P \alpha \frac{1}{A}$$

وبالتالي نتوصل إلى قانون الضغط وهو:

$$P = \frac{F}{A}$$

حيث: F: القوة الضاغطة وتقاس بـ نيوتن.

A: المساحة (مساحة السطح) ويقاس بـ $م^2$

P: الضغط ويقاس بـ نيوتن/$م^2$ أو الباسكال نسبة للعالم باسكال.

مثال:

جسم ثقله 40 N يستند على مساحة سطح مستطيل الشكل أبعاده 0.2m, 0.8 m. احسب قيمة الضغط على هذا السطح.

الحل:

المعطيات: $F = 40\ N$

$A = 0.8 \times 0.2 = 0.16\ m^2$

$P = ?$

نطبق القانون: $P = \frac{F}{A} = \frac{40}{0.16} = 250 N/m^2$

أو 250 باسكال.

تدريب:

جسم ثقله (50) نيوتناً، يستند إلى سطح على شكل مستطيل بعداه $l = 0.5\ m$ (الطول)، وعرضه $w = 0.2\ m$. احسب قيمة الضغط المطبق على هذا السطح؟

نطبق القانون العام:

$$P = \frac{F}{A}.$$

$$A = 0.5 \times 0.2 = 0.1\ m^2$$

$$P = \frac{50}{0.1}$$

$P = 500\ N/m^2$ أو باسكال

ما الذي يحدث إذا كان السطح على شكل مربع طول ضلعه 0.4 m؟

أما حالة السوائل كالماء، فإنها قد تضغط بقوة على جدران الوعاء الذي يحويها، ويزداد ضغط الماء كلما ازداد ارتفاعه (عمقه). ويقاس ضغط السوائل بمقياس يسمى المانومتر (Manometer). ولقد وجد أن ضغط الماء متساوٍ في النقاط جميعها التي تقع في مستوٍ واحد، ما وجد أن ضغط السائل في نقطة يزداد كلما

ازداد عمقها، ويزداد أيضاً بازدياد الثقل الحجمي للسائل. ويعطى قانون الضغط في السائل بالعلاقة:

$$P = \frac{W}{A} \quad N/m^2$$

حيث: W هو ثقل السائل، A: مساحة مقطع الأنبوب الذي يحوي السائل. P: ضغط السائل المتوازن.

ويمكن أن يكون ضغط السائل له علاقة بارتفاع السائل من خلال الآتي:

$$W = V \times \rho \text{(ثقل السائل)}$$

حيث V هو حجم السائل (يقاس بـ m^3)، ρ (هو الثقل الحجمي للسائل).

بالتعويض في قانون الضغط العام للسوائل:

$$P = \frac{A \times h \times \rho}{A}$$

حيث: $V = (A \times h)$ الحجم، h: الارتفاع (m)، A: المساحة

$$P = h \times \rho$$

أي إن الضغط يساوي الارتفاع × الثقل الحجمي للسائل.

ρ: الثقل الحجمي للسائل.

مثال:

احسب ضغط ماء البحر عند عمق 20 m، إذا كان الثقل الحجمي لماء البحر $\rho = 10250\ N/m^2$. ما قيمة القوة التي يؤثر بها الماء على سطح مساحته $1.5\ m^2$ عند هذا العمق؟

الحل:

المعطيات:

العمق أو الارتفاع:

$$h = 20\ m$$

$$\rho = 10250\ N/m^2$$

القانون:

$$P = h \times \rho$$

$$= 20 \times 10250 = 205000\ N/m^2$$

القوة:

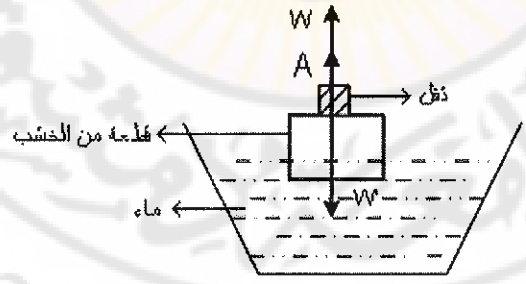
$$F = P \times A$$

$$= 205000 \times 1.5 = 307500\ N$$

4-12- دافعة أرخميدس

عندما يغمر جسم صلب في سائل متوازن لا يذوب فيه ولا يتفاعل معه (قطعة خشب في البحر) غمراً كاملاً ويحيط به السائل من كل الجوانب، فإن السائل يدفع بهذا الجسم بقوة تسمى دافعة أرخميدس. هذه الدافعة هي قوة بحد ذاتها حاملها شاقولي وجهتها نحو الأعلى وشدتها تساوي شدة السائل المزاح، ونقطة تأثيرها هي مركز ثقل السائل المزاح، وهي مركز الدفع.

فدافعة أرخميدس في السوائل هي قوة تظهر عند غمر الأجسام غمراً كلياً أو جزئياً وتدفع بتلك الأجسام نحو الأعلى بشكل شاقولي. كما هو واضح في الشكل والعلاقة:



$$A = W - W`$$

حيث:

A: هي قوة دافعة أرخميدس، وتساوي ثقل الماء المزاح (W``).

W: ثقل الجسم في الهواء وهو الثقل الحقيقي للجسم.

W`: ثقل الجسم في الماء وهو الثقل الظاهري للجسم.

وهناك بعض العوامل التي تؤثر في دافعة أرخميدس، أهمها تأثير حجم الجسم المغمور، فمثلاً إذا كان لديك علبتان متماثلتان بالكتلة (أسطوانة) مصنوعة أحدهما من الألمنيوم (Al) والأخرى من الحديد (Fe)، فسترى أن حجم أسطوانة الألمنيوم أكبر من حجم أسطوانة الحديد $V_{Al} > V_{Fe}$، وإذا غمرتهما بالماء، فسترى أيضاً أن دافعة أرخميدس تزداد بزيادة حجم الجسم المغمور؛ أي هناك تناسب طردي بينهما؛ وبالتالي تتناسب دافعة أرخميدس طرداً مع الثقل الحجمي للسائل.

قوة دافعة أرخميدس:

- حاملها: شاقولي.
- جهتها: للأعلى.
- شدتها: تساوي شدة ثقل السائل المزاح.
- نقطة تأثيرها: مركز ثقل السائل المزاح وهي تنطبق على مركز ثقل الجسم المغمور.

إذا كان الجسم متجانساً ولا يحوي تجويفاً داخلياً، والسائل متجانس أيضاً، فإن نقطة التأثير تدعى بـ (مركز الدفع).

ويؤدي أيضاً نوع السائل دوراً مهماً في دافعة أرخميدس؛ وبالتالي كلما ازداد الثقل الحجمي للسائل ازدادت دافعة أرخميدس.

إن دافعة أرخميدس تتناسب طرداً مع كل من الوزن الحجمي للسائل وحجم السائل المزاح، وتعطى وفق العلاقة الآتية:

$$A = V \times \rho_0$$

حيث:

A: دافعة أرخميدس (نيوتن).

ρ_0: الوزن الحجمي للسائل الغامر نيوتن/م^3.

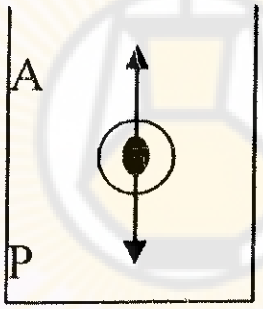
V: حجم السائل المزاح (حجم الجسم المغمور) m^3.

فإذا غمر جسم صلب وزنه (v) ووزنه الحجمي (ρ) في سائل متجانس ومتوازن وزنه الحجمي (ρ_0) فإنه يخضع لتأثير قوتين هما:

1. قوة ثقله (P): وهي قوة شاقولية جهتها للأسفل تؤثر في مركز ثقل الجسم.
2. قوة دافعة أرخميدس (A): وهي قوة شاقولية جهتها للأعلى تؤثر في مركز ثقل السائل المزاح.

وبالتالي تتناسب دافعة أرخميدس طرداً مع الثقل الحجمي للسائل.

ويبقى السؤال الذي نسأله: متى يغوص الجسم، ومتى يطفو، ومتى يبقى معلقاً في السوائل؟



أي إننا نميز ثلاث حالات:

أ . عندما يكون ثقل الجسم (W) أكبر من دافعة أرخميدس A، فالجسم يغوص.

W > A

ب . عندما يكون ثقل الجسم (W) مساوياً لدافعة أرخميدس، فالجسم يبقى معلقاً.

W = A.

ج . عندما يكون ثقل الجسم (W) أصغر من دافعة أرخميدس A، فالجسم يطفو $W < A$.

لقد تم الاستفادة من دافعة أرخميدس في صنع السفن والبواخر التي تصنع من الخشب أو من الفولاذ بحيث يكون ثقلها الحجمي أكبر من الثقل الحجمي للسائل (الماء). وعادة تحوي السفينة تجويفاً كبيراً؛ أي يكون حجمها كبيراً وثقلها الحجمي الوسطي أقل بكثير من الثقل الحجمي للماء؛ لذلك فهي تطفو على السطح. وتغوص السفينة إذا ما حدث في جسمها ثقب وتسرب الماء إلى الداخل، فيزداد الثقل وتبدأ بالغوص وتغرق. واستخدمت دافعة أرخميدس في الغازات لصنع المناطيد وتحليقها في الجو.

4-13- الوزن الحجمي – الكتلة الحجمية – الكثافة

لنأخذ بيضة ونغمرها في ماء عذب فنجدها تغوص حتى القعر؛ وذلك لأن ثقلها أكبر من دافعة أرخميدس أو لأن الوزن الحجمي لها أكبر من الوزن الحجمي للماء.

$$\rho < \rho_0$$

وإذا أضفنا للماء ملحاً حتى يصبح ($\rho = \rho_0$)، حيث إن:

(ρ_0) الوزن الحجمي للماء، نجد أن البيضة تستقر في وضع نضعها فيه داخل الماء. وإذا زدنا كمية الملح حتى يصبح المحلول مشبعاً، نجد البيضة بعد غمرها تتحرك إلى الأعلى؛ لأن وزنها أصبح أقل من دافعة أرخميدس أو لأن ($\rho < \rho_0$)، ثم تستقر بعد بلوغها سطح الماء، ويبرز جزء منها.

فالوزن الحجمي يعرف بالعلاقة:

$$\rho = \frac{P}{V}$$

(P): الثقل.

(V): الحجم.

❖ الكتلة الحجمية

$$\text{الكتلة الحجمية} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{حجم المادة}} \quad \text{أي} \quad \rho = \frac{m}{V}\ (kg/m^3)$$

وتدل التجارب على أن الكتلة الحجمية (μ) للهواء تساوي تقريباً (1.3 g/L).

❖ الكثافة

تختلف الكثافة من جسم صلب أو سائل أو غازي. فإذا أخذت كأساً ممتلئاً بالماء وآخر بالزيت ووزنتهما، فإنك ترى أن كأس الزيت أوزن من كأس الماء. فالسوائل تختلف في كتلتها المتماثلة معاً. أما الأجسام الصلبة، فتختلف كتلها المتماثلة في الحجم؛ أي إن كتلة مكعب من الحديد غير كتل مكعب من الخشب لها الحجم نفسه.

تعطى كثافة جسم صلب أو سائل بالعلاقة الآتية:

$$\text{كثافة جسم صلب أو سائل} = \frac{\text{كتلة الجسم}}{\text{كتلة الجسم نفسه من الماء المقطر (غرام)}}$$

أي:

$$D = \frac{m}{m`}$$

ونلاحظ أن الكثافة ليس لها واحدة لأنك تقسم كتلة/ كتلة = 1

أما بالنسبة للغازات، فإن كثافة غاز بالنسبة للهواء هي نسبة كتلة الغاز إلى كتلة الحجم نفسه من الهواء:

$$D_{(\text{للغاز})} = \frac{m\ (\text{للغاز بالغرام})}{(\text{كتلة الحجم نفسه من الهواء})} = \frac{(\text{غاز})}{(\text{هواء})}$$

فإذا كانت (D > 1) غاص الجسم في الماء.

فإذا كانت (D < 1) طاف الجسم على سطح الماء.

بما أن الماء أكثر السوائل شيوعاً على سطح الأرض، فمن المألوف حساب الكثافة النسبية للأحجام الصلبة والسائلة بالنسبة للماء.

أما بالنسبة للغازات، فإن كثافتها النسبية تحسب بالنسبة للهواء.

فإذا كانت الكتلة الحجمية لغاز أصغر من الكتلة الحجمية للهواء، كانت كثافته بالنسبة للهواء أصغر من الواحد، وكان أخف من الهواء، ويصعد عبره كما في حالة الهيدروجين.

أما إذا كانت الكتلة الحجمية لغاز أكبر من الكتلة الحجمية للهواء، كانت كثافته بالنسبة للهواء أكبر من الواحد، وكان أثقل من الهواء، ويهبط عبره كما في حالة غاز (CO_2) الذي كتلته ($1.96\ kg/m^3$).

ولهذا السبب يصعد الهواء الساخن نحو الأعلى والهواء البارد يهب نحو الأسفل.

مثال:

تعطى كتلة عينة من غاز أوكسيد الكربون (65 gr)، وحجم تلك العينة (22.4 lit)، وتبلغ كتلة الحجم نفسه من الهواء (29 gr). احسب 1 . الكتلة الحجمية لغاز CO_2، ثم احسب كثافة غاز أوكسيد الكربون (CO_2) بالنسبة للهواء.

الحل:

المعطيات: $m = 65\ gr$ ، $V = 22.4\ L$ ، $m` = 29\ gr$ للهواء.

أ . $$\mu = \frac{m}{V} = \frac{65}{22.4} = \frac{650}{224} = 2.9 gr/lit$$

ب . $$D = \frac{m}{m`} = \frac{65}{29} = 2.2$$

❖ الكتلة

تعاريف:

الكتلة (m): هي مقدار يتعلق بكمية المادة المكونة للجسم. فإذا وقعت علبة ممتلئة بالمسامير أو الطباشير على سطح طاولة ثم دفعتها وهي فارغة سترى أن دفعها وهي فارغة أسهل.

❖ الثقل

عندما كان العالم إسحاق نيوتن الإنكليزي الأصل يجلس في حديقته تحت شجرة التفاح، لاحظ سقوط التفاحة شاقولياً إلى الأرض. وبدأ بالتفكير في ذلك حتى توصل إلى أن الأرض هي التي تجذب الأجسام نحوها بقوة سماها قوة الجاذبية الأرضية أو ثقل الجسم (Earth Gravitation) وكان هذا أول قانون صاغه نيوتن في الحركة. فثقل الجسم هو قوة جذب الأرض له، أي إنها قوة لها عناصر أربعة هي: نقطة التأثير، الحامل، الجهة، الشدة.

أما نقطة التأثير، فهي مركز ثقل الجسم نفسه سواء كان مربعاً أو كروياً أو دائرياً. وحامل هذه القوة هو مستقيم شاقولي دائماً وجهتها نحو الأسفل باتجاه مركز الأرض، وشدة هذه القوة هو مقدار يميز قوة الثقل من حيث الكبر والصغر ويمكن قياس هذه الشدة مثلاً باستخدام الربيعة ذات النابض.

وهناك علاقة بين كتلة الجسم وثقله، فكلما ازدادت كتلة الجسم ازدادت قوة ثقله حسب المعادلة:

$$W = m \cdot g$$

حيث W: ثقل الجسم وتقاس بالنيوتن.

m: كتلة الجسم (كغ).

g: تسارع الجاذبية الأرضية m/s^2.

مثال:

جسم كتلته 50 gr. احسب ثقله بالنيوتن علماً بأن تسارع الجاذبية الأرضية 10 m/s^2.

الحل:

من القانون السابق نعوض: $50gr = \frac{50}{1000} = 0.50kg$

$W = 50 \times 10 =$

$= 0.50 \times 10 = 0.5$ neuton

❖ مفهوم الثقالة (السقوط الحر):

وجد العلماء أن قوة جذب الأرض للأجسام تتغير بحسب قرب أو بعد الجسم عن مركز الأرض أو بالابتعاد عن سطح الأرض. فمثلاً ثقل جسم ما يختلف إذا كان في قمة جبل أو على سطح البحر أو على خط الاستواء أو في أحد القطبين. أي إن الجاذبية الأرضية تتغير من مكان إلى آخر. فإذا كان لديك جسم ثقله 50 kg على سطح الأرض يصبح ثقله أقل على ارتفاع 1000 Km عن سطح الأرض، وهكذا ولكن تبقى كتلة هذا الجسم ثابتة.

فالكتلة مقدار ثابت بينما يختلف الثقل من مكان إلى آخر، وتقدر الكتلة بواحدات مثل الغرام، الكيلوغرام، الطن. والثقل بواحدات غرام ثقلي، كيلوغرام ثقلي، طن ثقلي، والنيوتن.

$1\ kg = 1000\ g$

$1\ kg.w = 10\ N$ (نيوتن)

مثال:

يعطى ثقل أحمد (40) كغ.ث احسب:

1 . ثقله بالنيوتن بفرض $g = 10\ m/s^2$

2 . كتلته: $W = 40 \times 10 = 400$ Newton

ومنه: $m = \frac{W}{g} = \frac{400}{10} = 40kg$

الكتلة الحجمية للغازات (μ):

تعرف الكتلة الحجمية لغاز بأنها كتلة عينة من هذا الغاز مقسومة على حجم تلك العينة أي إن:

$$\mu = \frac{m}{V}$$

حيث: m كتلة الغاز وتقدر بالغرام.

و V حجم الغاز ويقدر بالليتر.

وبالتالي فإن واحدة μ = g/lit.

أما الثقل الحجمي لأي مادة فهو ثقل واحدة الحجوم من المادة مقسوماً على حجم تلك المادة (أو العينة) ويعطى بالعلاقة:

$$\text{الثقل الحجمي لمادة} = \frac{\text{ثقل عينة من هذه المادة}}{\text{حجم تلك العينة}}$$

أو:

$$\rho = \frac{W}{V}$$

حيث W: ثقل عينة من مادة ما وتعطى واحداتها بـ (نيوتن، غرام ثقلي، غ. ث، أو كغ. ث).

V: حجم العينة وواحداتها بـ cm^3، m^3.

وعلى هذا فإن واحدات الثقل الحجمي ρ هي غ.ث/سم^{3}أو $gr.g/cm^3$.

مثال:

يعطى ثقل كأس وهو فارغ بـ 40 gr.g (40 غ.ث). نصب فيها كمية من الحليب 50 m.lit (50 ميلي ليتر). احسب ثقل الكأس وهي ممتلئة بالحليب مع العلم أن الثقل الحجمي (ρ) للحليب هو 1.03 gr.g/ml (1.03 غ.ث/مل).

الحل:

المعطيات:

$W_1 = 40$ gr.g (40 غ.ث)، $V_2 = 50$ ml، $\rho = 1.03$ غ.ث/مل.

المطلوب:

حساب W ثقل الكأس ممتلئاً بالحليب.

ثقل الكأس وهي ممتلئة بالحليب = ثقلها فارغة + ثقل الحليب

$$W = W_1 + W_2$$

إذن:

$$W = 40 + W_2$$

يحسب (W_2) ثقل الحليب من:

$$\Rightarrow \rho = \frac{W_2}{V_2}$$

أي إن:

$$W_2 = 1.03 \times 50 \Rightarrow$$

$W_2 = 51.50$ gr.g غرام ثقلي

نعوض في الشرط الأول:

$$W = W_1 + W_2$$

$W = 40 + 51.50 = 91.50$ غ.ث

تمارين

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- تعطى محصلة قوتين على حامل واحد وبجهة واحدة بالعلاقة:

a) $F = F_1 / F_2$.

b) $F = F_1 + F_2$.

c) $F = F_1 \times F_2$.

d) $F = F_1 - F_2$.

2- تؤثر في جسم صلب قوتان شاقوليتان نحو الأسفل شدتاهما $F_1 = 6\ N$, $F_2 = 4\ N$ فتكون شدة محصلتهما:

a) $12\ N$.

b) $4\ N$.

c) $10\ N$.

d) $2\ N$.

3- قوتان متعامدتان شدة الأولى $(F_1 = 3\ N)$، وشدة الثانية $(F_1 = 4\ N)$، فتكون شدة محصلتهما:

a) $12\ N$.

b) $5\ N$.

c) $7\ N$.

d) $1\ N$.

4- جسم ثقله $15\ N$ على ارتفاع $5m$ من سطح الأرض فإن طاقته الكامنة الثقالية تساوي:

a) $10\ J$.

b) $20\ J$.

c) $50\ J$.

d) $75\ J$.

5- جسم كتلته $2\ Kg$ وطاقته الحركية $25\ J$ فتكون سرعته:

a) $2\ m.s^{-1}$.

b) $25\ m.s^{-1}$.

c) $5\ m.s^{-1}$.

d) $6\ m.s^{-1}$.

6- تتناسب الطاقة الكامنة الثقالية لجسم على ارتفاع d من سطح الأرض:

a) طرداً مع كتلته.

b) عكساً مع مربع كتلته.

c) عكساً مع كتلته.

d) طرداً مع مربع كتلته.

7- تتناسب الطاقة الحركية لجسم يتحرك بسرعة ثابتة:

a) عكساً مع كتلته.

b) طرداً مع كتلته.

c) طرداً مع مربع كتلته.

d) عكساً مع مربع كتلته.

8- إن واحدة الجول تكافئ في الجملة الدولية (SI):

a) $Kg.m.s^{-2}$.

b) $Kg.m.$.

c) $Kg.m^2.s^{-2}$.

d) $Kg.m.s^{-1}$.

ثانيا- اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- وحدة قياس عزم القوة في الجملة الدولية هي:

a) m/g.

b) m/N.

c) $m.N$.

d) $m.g$.

2- قوة $\overrightarrow{F}$ عزمها حول محور الدوران هو Γ، نزيد ذراعها إلى مثلي ما كان عليه، ونزيد شدتها إلى ثلاثة أمثال ما كانت عليه فيزداد عزمها إلى:

a) 5Γ.

b) 6Γ.

c) 4Γ.

d) 3Γ.

3- يعطى عزم القوة حول محور الدوران بالعلاقة:

a) $\Gamma = R + F$.

b) $\Gamma = R \times F$.

c) $\Gamma = F - R$.

d) $\Gamma = F / R$.

4- نؤثر في النقطة A من باب البيت التي تبعد $80\,cm$ عن محور دورانه بقوة عمودية على الباب شدتها $(50\,N)$، فيكون عزم هذه القوة بالنسبة لمحور الدوران:

a) $60\,m.N$.

b) $40\,m.N$.

(c $50\,m.N$.

(d $80\,m.N$.

5- نؤثر في النقطة B من باب غرفة البيت التي تبعد مسافة R عن محور دورانه بقوة عمودية على سطح الباب شدتها $(40\,N)$، فيكون عزم هذه القوة بالنسبة لمحور الدوران $(50\,m.N)$، كم يكون طول الذراع.

(a $1.20\,m$.

(b $1.25\,m$.

(c $1.50\,m$.

(d $1\,m$.

ثالثاً- حل المسألتين الآتيتين:

المسألة الأولى:

نترك جسماً كتلته $40\ Kg$ ليسقط تحت تأثير ثقله فقط من ارتفاع $10\ m$، وبعدّ $g = 10\ m.s^{-2}$، والمطلوب:

1- ما نوع الطاقة التي يمتلكها الجسم عند الارتفاع السابق؟ واحسب قيمتها.

2- احسب قيمة كل من الطاقة الكامنة والطاقة الحركية على ارتفاع $5\ m$.

3- ما نوع الطاقة التي يمتلكها الجسم لحظة وصوله إلى سطح الأرض؟ مع حساب قيمتها.

4- احسب العمل المنجز في أثناء سقوط الجسم من الارتفاع $(d = 5\ m)$.

المسألة الثانية:

تتحرك سيارتان كتلة كل منهما $4000\ Kg$ بسرعتين مختلفتين $v_2 = 10\,m.s^{-1}$ ، $v_1 = 20\,m.s^{-1}$، أي تمتلك السيارتان طاقة حركية أكبر، ثم احسب النسبة $\frac{E_{K1}}{E_{K2}}$.

الفصل الخامس

علم الحركة

5-1- مقدمة

وحدات القياس في النظام الدولي (SI) (International System of Units)

- ماذا تعني كلمة القياس؟ هي مقارنة مقدار بمقدار آخر من نوعه (عملية نصف بها الأشياء وصفاً كمياً) وتوصف بالأرقام العددية والواحدات، وعملية القياس تدعى بالنظام المتري المختلف عن غيره.
- المقادير الفيزيائية الأساسية والكميات المشتقة منها:

المقادير الفيزيائية الأساسية: مثل (الطول- الكتلة- الزمن- التيار الكهربائي- درجة الحرارة) وهي مقادير عددية وغير شعاعية.

الكميات المشتقة منها: مثل: (المساحة- الحجم- السرعة- التسارع- الطاقة- الضغط)

منها ما هو عددي (المساحة، الحجم، الطاقة).

ومنها ما هو شعاعي (السرعة $\vec{V}$ ، التسارع $\vec{a}$، الضغط $\vec{P}$)

- معادلة الأبعاد للمقادير الفيزيائية ووحداتها، نذكر منها ما يأتي عبر هذا الجدول:

المقدار الفيزيائي	الرمز	الأبعاد	الوحدة (SI)
الكتلة	m	M	kg
الطول	d, l, x	L	m
الزمن	t	T	s
المساحة	S, A	L^2	m^2
الحجم	V	L^3	m^3
السرعة	v	$L.T$	$(m.s^{-1})\ m\backslash s$
التسارع	a	L/T^2	$m.s^{-2}$
الكثافة(حجمية، سطحية، خطية)	ρ	M/L^3	$kg.m^{-3}$
القوة $m.a$	F	$M.L/T^2$	نيوتن N
العمل $F.d$	W	$M.L^2/T^2$	j
الضغط F/S	P	$M/T^2.L$	باسكال Pa
الطاقة	w	Q $M.L/T^2.Q$	$cal, i\ j$ جول أو كالوري (حرارة) $1j = 4.18\ cal$
الشحنة	Q, q		كولون C
الحقل الكهربائي	$E = \frac{F}{q}$		N/C
الكمون الكهربائي	V		فولط V
درجة الحرارة	t	T	C^o, K^o, F^o

أسئلة:

- ما الفرق مابين الكتلة والثقل؟

الكتلة: مقدار ما يحتوي الجسم من مادة.

الثقل: قوة جذب الأجسام إلى الأرض.

- ماذا يقصد بالكيلو غرام العياري، المتر العياري، الثانية العيارية؟
- الراديان ماذا يساوي؟

$$1rad = \frac{360^o}{2\pi} \approx 57.29^o$$

- π راديان ماذا تساوي؟

$$\pi rad = 180^o$$

5-2- قوانين نيوتن للحركة:

1- القانون الأول لنيوتن (قانون نيوتن للعطالة):

نصه: يبقى الجسم ساكناً ما لم تؤثر فيه قوة خارجية أو يبقى الجسم متحركاً في خط مستقيم وبسرعة منتظمة ما لم تؤثر فيه قوة خارجية.

2- القانون الثاني لنيوتن (المبدأ الأساسي في التحريك):

علاقته:

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

نصه: جداء الكتلة بالتسارع.

السرعة = مشتق المسافة بالنسبة للزمن ($V = (x)'_t$).

التسارع= مشتق المسافة مرتين بالنسبة للزمن.

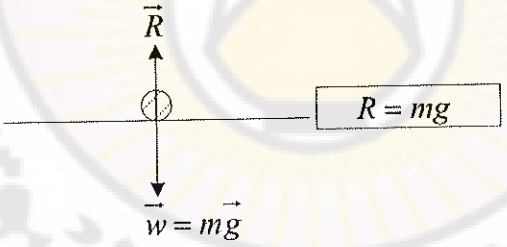
التسارع= مشتق السرعة بالنسبة للزمن ($a = (V)'_t$).

3- قانون نيوتن الثالث (الفعل ورد الفعل):

نصه: لكل فعل رد فعل يساويه بالمقدار ويعاكسه بالاتجاه.

مثال:

جسم ساكن على الأرض رد فعله = فعله



مثال:

احسب التسارع الذي تتحرك به سيارة كتلتها $(500kg)$ عندما تبذل عليها قوة مقدارها $(1000N)$. وما قيمة التسارع عندما تكون القوة $(3000N)$؟

الحل:

نطبق قانون نيوتن الثاني:

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m}$$

1) $$a = \frac{1000}{500} = 2\ m.s^{-2}$$

2) $$a = \frac{3000}{500} = 6\ m.s^{-2}$$

ملاحظة:

عند مضاعفة القوة يتضاعف التسارع، إذاً هناك علاقة طردية بين القوة والتسارع.

مثال:

سيارة تتحرك بتسارع $(4\ m.s^{-2})$، إذا قُطرت هذه السيارة بسيارة أخرى مساوية لها في الكتلة ماذا يصبح تسارعها؟

الحل:

نطبق قانون نيوتن الثاني $(F = ma)$

الحالة الأولى:

$$F = m_1 a_1 \qquad (1)$$

الحالة الثانية:

$$F = m_2 a_2$$

m_2 كتلة السيارتين:

$$m_2 = m_1 + m_1 = 2m_1$$

$$F = 2m_1 a_2 \qquad (2)$$

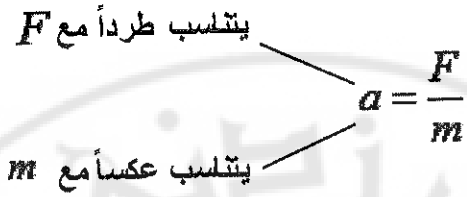
بمساواة العلاقتين نجد:

$$m_1 a_1 = 2m_1 a_2$$

$$4m_1 = 2m_1 a_2 \Rightarrow a_2 = \frac{4m_1}{2m_1} = 2\ m.s^{-2}$$

ملاحظة:

أن التسارع ينقص بزيادة الكتلة.



5-3- الحركة وأنواعها:

1- الحركة المستقيمة المنتظمة.

2- الحركة المتغيرة بانتظام، وهي إما متسارعة a>0، أو متباطئة a<0.

3- الحركة الدائرية المنتظمة.

1) الحركة المستقيمة المنتظمة، وفيها السرعة ثابتة والتسارع معدوم:

أي ثابت=v ، a=0

والتابع الزمني لها هو: $x = vt + x_0$.

حيث x_0 الفاصلة البدائية.

2) الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام وفيها ثابت=a و متغيرة=v

التابع الزمني لها هو:

$$v = at + v_0 \qquad (1)$$

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0 \qquad (2)$$

حيث:

x_0 المسافة البدائية.

بحذف الزمن من (1) وتعويضه في (2) نحصل على مسار وحيد :

$$v^2 - v_o^2 = 2a(x - x_0) \qquad (3)$$

❖ **أنواع السرعة:**

1- السرعة العددية: وهي المسافة المقطوعة خلال واحدة الزمن $\left[v = \frac{x}{t}\ m.s^{-1}\right]$.

2- السرعة اللحظية: $\frac{\text{تغير المسافة}}{\text{تغير الزمن}}$ $m.s^{-1}$ $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$.

3- السرعة المتوسطة: $\frac{\text{المسافة الكلية } x}{\text{الزمن الكلي } t}$ $\bar{v} =$.

4- السرعة الشعاعية: هي سرعة عددية، ولكن في اتجاه محدد $[\vec{v}]$.

5- السرعة الثابتة: أي السرعة ذات قيمة ثابتة واتجاه ثابت وحركة الجسم على مستقيم تكون ثابتة (منتظمة).

التسارع $(\vec{a})$: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} m.s^{-2}$ أي إن $\Delta v = v_2 - v_1$.

التسارع المتوسط= $\frac{\text{السرعة النهائية}-\text{السرعة البدائية}}{\text{الزمن}} = \frac{\text{التغير في السرعة}}{\text{الزمن}}$.

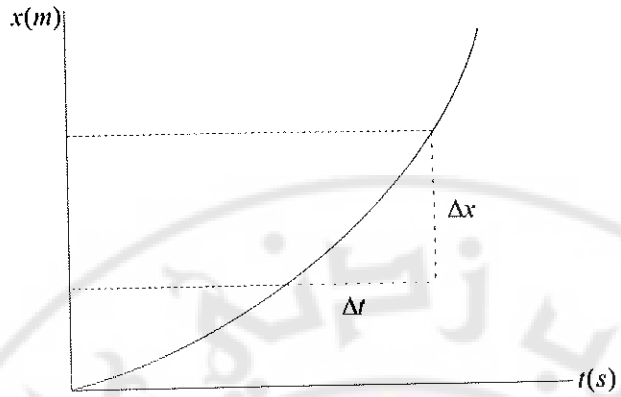
$$a = (x)''_t$$

$$a = (v)'_t$$

ملاحظة:

- ما نوع منحني (المسافة- الزمن $x = F(t)$) لجسم يتحرك بسرعة متغيرة؟
- أوجد علاقة السرعة اللحظية، وماذا تمثل؟

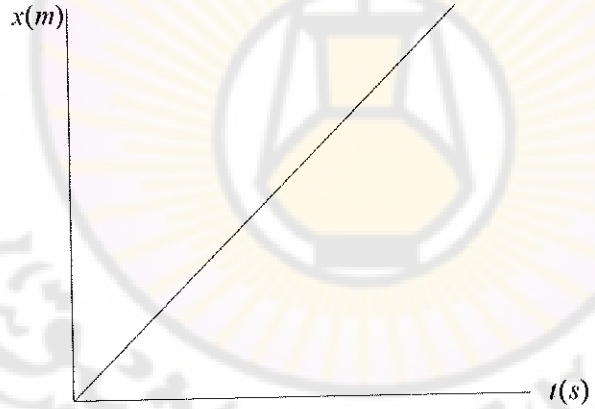
متغير ←=vخط منحنٍ.



السرعة اللحظية= $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ وتمثل ميل المماس.

بينما منحني (المسافة- الزمن) لجسم يتحرك بسرعة ثابتة هو خط مستقيم.

ثابت←=vخط مستقيم.



الميل الفيزيائي:

$$.m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

الميل الهندسي:

$$.tang\ \alpha = \frac{y}{x}$$

أجب عن ما يأتي:

1- سيارة تسير بسرعة $72km/h$ احسب سرعتها بـ m/s.

$$\frac{72\times 1000}{3600}=\frac{72}{3,6}=20\,m.s^{-1}$$

2- طائرة سرعتها $330m/s$ كم تساوي سرعتها بـ Km/h.

$$\frac{\frac{330}{1000}}{\frac{1}{3600}}=\frac{330}{1000}\times\frac{3600}{1}=33\times 36=1188\,Km/h$$

3- يتحرك قطار بسرعة $80m/s$ وفجأة توقف حيث تسارعه أصبح $a=-4\,m.s^{-2}$، والمطلوب:

أ- أوجد الزمن اللازم لتوقف القطار.

ب- احسب المسافة التي يقطعها القطار حتى يتوقف.

الحل:

عندما يتوقف القطار فالحركة مستقيمة متغيرة متناقصة تابعها الزمني:

$$v=at+v_0$$

وفي حالة التوقف $v=0\ ,\ v_o=80$.

$$0=at+v_o$$

$$0=-4t+80\Rightarrow -80=-4t\Rightarrow t=\frac{80}{4}=20\,s$$

$$(v=0)\ ,\ v^2-v_0^2=2ax$$
$$\Rightarrow -v_0^2=2ax$$
$$\Rightarrow -6400=2(-4)x$$
$$\Rightarrow x=800m$$
$$x=800m$$

مثال:

تمر نقطة مادية متحركة بحركة مستقيمة منتظمة بوضع فاصلته $(x_1 = 5m)$ في اللحظة $(t_1 = 3s)$، ومن وضع فاصلته $(x_2 = -3m)$ في اللحظة $(t_2 = 5s)$.

أوجد التابع الزمني للحركة.

الحل:

نوع الحركة مستقيمة منتظمة تابعها الزمني $x = vt + x_0$.

معادلة الوضع الأول:

(حيث معطياته $x_1 = 5m, t_1 = 3s$، $v = ?\ ,\ x_0 = ?$.

$$x_1 = vt_1 + x_0$$

$$5 = 3v + x_0 \qquad (1)$$

معادلة الوضع الثاني:

(حيث معطياته $x_2 = -3m, t_2 = 5s$.

$$x_2 = vt_2 + x_0$$

$$-3 = 5v + x_0 \qquad (2)$$

نحل جملة المعادلتين:

من (1) نجد (3):

$$x_0 = 5 - 3v \qquad (3)$$

نعوض في (2) نجد:

$$-3 = 5v + 5 - 3v$$

$$-3 - 5 = 5v - 3v$$

$$-8 = 2v$$

$$v = -4m.s^{-1}$$

نعوض في (3) فنجد: $x_0 = 5 - 3(-4) = 5 + 12 = 17m$

ومن التابع الزمني للحركة ذي الشكل:

$$x = vt + x_0$$

يكون:

$$x = -4t + 17$$

مثال (حركة):

تتحرك نقطة مادية وفق مسار مستقيم بتسارع ثابت فتمر في اللحظة $(t_1 = 2s)$ في وضع فاصلته $(x_1 = 5m)$ بسرعة $(v_1 = 4\ m.s^{-1})$، بينما تكون سرعتها $(v_2 = 16\ m.s^{-1})$ في اللحظة $(t_2 = 5s)$ المطلوب استنتاج التابع الزمني للحركة.

الحل:

نوع الحركة مستقيمة ومتغيرة بانتظام، تابعها الزمني من الشكل:

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \qquad (*)$$

لنحدد كل من a, v_0, x_0:

من النص نجد معطيات المرحلة الأولى وهي:

$$t_1 = 2s,\ v_1 = 4\ m.s^{-1} x_1 = 5m,$$

العلاقة التي تربط هذه المعطيات هي تحت قوانين الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام.

$$x_1 = \frac{1}{2}at_1^2 + v_0t_1 + x_0$$

$$5 = \frac{1}{2}a(2)^2 + v_0(2) + x_0$$

$$5 = 2a + 2v_0 + x_0 \qquad (1)$$

$$v_1 = at_1 + v_0$$

$$4 = 2a + v_0 \qquad (2)$$

معطيات المرحلة الثانية:

$$v_2 = 16m.s^{-1} \quad , \quad t_2 = 5s$$

العلاقة التي تربط هذه المعطيات هي تحت قوانين الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام.

$$v = at + v_0$$

$$v_2 = at_2 + v_0$$

$$16 = 5a + v_0 \qquad (3)$$

نحل جملة المعادلتين (2) و (3):

من (2) نجد:

$$v_0 = 4 - 2a \qquad (4)$$

نعوض (4) في (3) فنجد:

$$16 = 5a + 4 - 2a$$

$$16 - 4 = 5a - 2a$$

$$12 = 3a \Rightarrow a = 4m.s^{-1}$$

نعوض في (4) فنجد:

$$v_0 = 4 - 2(4) = 4 - 8 = -4\ m.s^{-1}$$

لحساب x_0 نعوض كل من v_0, a في (1):

$$5 = 2 \times 4 + 2(-4) + x_0$$

$$5 = 8 - 8 + x_0$$

$$x_0 = 5m$$

لإيجاد معادلة الحركة نعوض في (*) كل من a, v_0, x_0 فنجد:

$$x = 2t^2 - 4t + 5$$

5-4- حركة قذيفة

5-4-1- تعريف القذيفة:

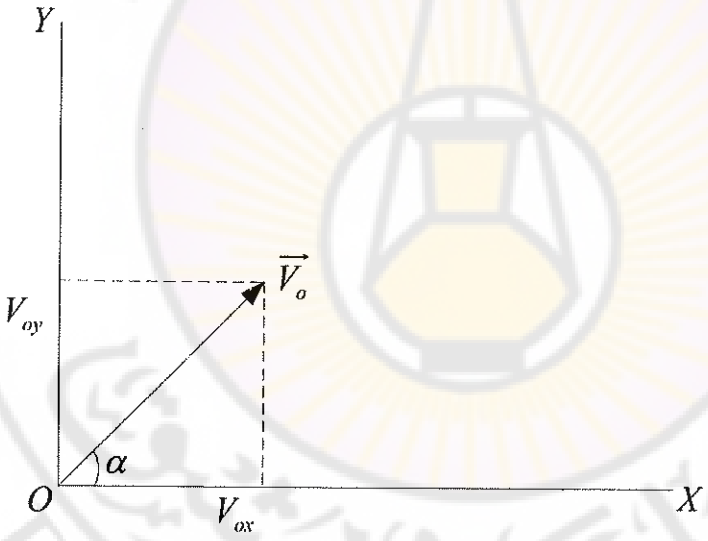
هي كل جسم يتحرك بسرعة ابتدائية $\overrightarrow{V_o}$ تحت تأثير قوة ثقله فقط.

5-4-2- حركة القذيفة:

تكون في مستوٍ شاقولي (لأن قوة ثقل القذيفة $m\vec{g}$ تكون باتجاه مركز الأرض).

تدريب:

كيف نحدد مسار حركة قذيفة بالنسبة إلى محور أفقي ox ومحور شاقولي oy، حيث القذيفة انطلقت من نقطة المبدأ o وبسرعة ابتدائية $\overrightarrow{V_o}$، صانعة زاوية α مع ox.



إن مركبات $\overrightarrow{V_o}$ على المحور ox هي: V_{0x} وعلى oy هي V_{0y}

حيث:

$$V_{0x} = V_0 \cos\alpha$$
$$V_{0y} = V_0 \sin\alpha$$

إن حركة القذيفة على المحور ox هي حركة مستقيمة منتظمة تابعها الزمني هو:

$$x = V_{0x}t + x_0 \qquad x_0 = 0$$

$$x = V_{0x}t$$

$$x = (V_0\, cos\alpha)t \qquad (1)$$

- إن حركة القذيفة على المحور oy هي حركة مستقيمة متغيرة بانتظام (متباطئة) في أثناء الصعود، تابعها الزمني هو:

$$y = \frac{1}{2}(-g)t^2 + V_{0y}t + y_0 \qquad y_0 = 0$$

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + (V_0\, sin\alpha)t \qquad (2)$$

- معادلة مسار القذيفة:

نحصل عليها بحذف الزمن من (1) والتعويض في (2).

من (1) نجد:

$$t = \frac{x}{V_0\, cos\alpha} \qquad (3)$$

نعوض (3) في (2) فنجد:

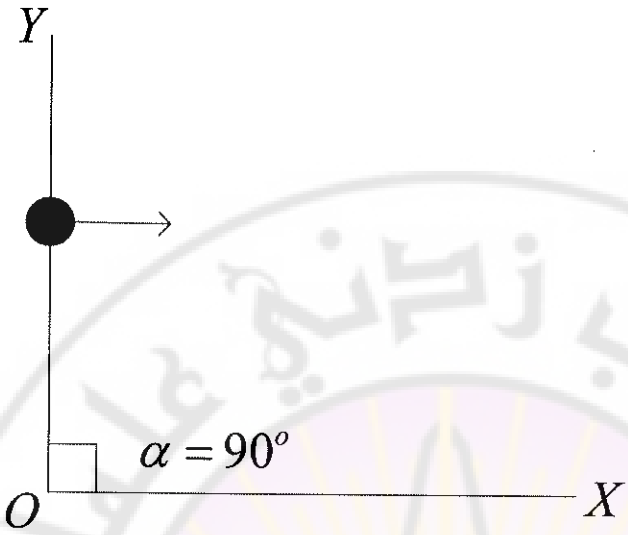
$$y = -\frac{1}{2}g\left(\frac{x}{V_0\, cos\alpha}\right)^2 + V_0\, sin\alpha\, \frac{x}{V_0\, cos\alpha}$$

$$y = -\frac{1}{2}g\frac{x^2}{V_0^2 cos\alpha^2} + x\, tang\alpha$$

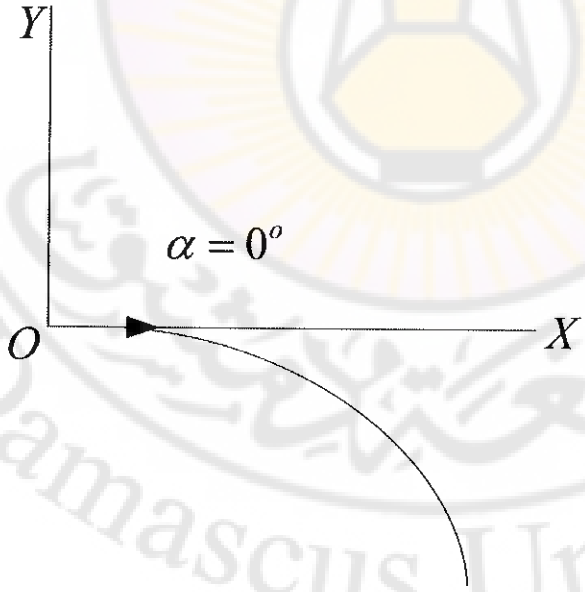
هذه المعادلة لمسار منحنٍ وتسمى معادلة قطع مكافئ.

5-4-3- تغيير مسار القذيفة:

يتغير حسب زاوية الإطلاق بالنسبة إلى المحور (ox) إذا كانت الزاوية (90°) فيكون مسار القذيفة خطاً شاقولياً.



أما إذا كانت زاوية إطلاق القذيفة صغيرة مع المحور (ox) فتكون حركة القذيفة (عبارة عن جزء من قطع مكافئ) كما هو الحال عند رمي قذيفة من طائرة تسير أفقياً بسرعة ثابتة.



5-4-4- المسافة الأفقية التي تقطعها القذيفة:

أي: $x = ?$, $y = 0$.

نأخذ معادلة مسار القذيفة المستنتجة سابقاً مع جعل $y = 0$:

$$y = -\frac{1}{2} g \frac{x^2}{V_0^2 cos^2\alpha} + x\, tang\alpha$$

$$-\frac{1}{2} g \frac{x^2}{V_0^2 cos^2\alpha} + x\, tang\alpha = 0$$

$$x\left(-\frac{g\,x}{2\,V_0^2 cos^2\alpha} + tang\alpha\right) = 0$$

$$x\left(-\frac{g\,x}{2\,V_0^2 cos^2\alpha} + \frac{sin\alpha}{cos\alpha}\right) = 0$$

$$x\left(-\frac{g\,x + 2\,V_0^2\, cos\alpha\, sin\alpha}{2\,V_0^2 cos^2\alpha}\right) = 0$$

لكن:

$$2\, cos\alpha\, sin\alpha = sin2\alpha$$

$$x(-g\,x + V_0^2\ sin2\alpha) = 0$$

$$x \neq 0 \Rightarrow -g\,x + V_0^2\ sin2\alpha = 0$$

$$-g\,x = -V_0^2\ sin2\alpha \Rightarrow$$

$$x = \frac{V_0^2\ sin2\alpha}{g}$$

مثال:

قذف جسم رأسياً نحو الأعلى بسرعة ابتدائية $(60\, m.s^{-1})$ ما قيمة أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم؟ حيث: $g = 10\, m.s^{-2}$.

الحل:

الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام والعلاقة الدالة هي:

$$V^2 - V_0^2 = 2gx$$

عند أقصى ارتفاع $V_0 = 0$ ، $V = 60\ m.s^{-1}$:

$$V^2 = 2gx$$

$$3600 = 20x$$

$$x = \frac{3600}{20} = 180\ m$$

مثال:

احسب السرعة النهائية التي يسقط بها جسم ساكن من ارتفاع $2000m$ عن سطح الأرض.

الحل:

$$V^2 - V_0^2 = 2a(x - x_0)$$

الجسم ساكن أي: $V_0 = x_0 = 0$.

$$V^2 = 2gx$$

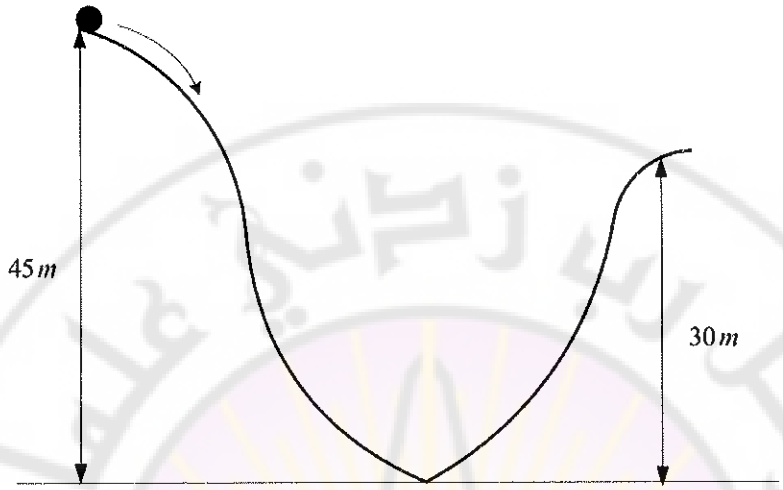
$$V^2 = 2 \times 10 \times 200 = 40000$$

$$V = 200\ m.s^{-1}$$

مثال:

يبدأ متزلج حركته عند نقطة على منحدر ثلجي يرتفع عن القعر $(45m)$ بسرعة ابتدائية مقدارها $(5\ m.s^{-1})$ إذا كان الاحتكاك مهملاً، وتسارع الجاذبية الأرضية $g = 10\ m.s^{-2}$ فكم تبلغ سرعة المتزلج عند وصوله إلى قمة المنحدر الآخر الذي يرتفع عن القعر مسافة $(30\ m)$؟

الحل:



الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام والمعادلة الدالة هي:

$$V^2 - V_0^2 = 2a(x - x_0)$$

شروط البدء: $V_0 = x_0 = 0$

$$V^2 = 2gx$$

$$x = x_1 - x_2$$

$$x = 2 \times 10 \times 15 = 300 \Rightarrow V = \sqrt{300}\ m.s^{-1}$$

خلاصة:

1-القذيفة هي كل جسم يتحرك تحت تأثير قوة ثقله بسرعة ابتدائية $\overrightarrow{V_o}$.

2-مسار القذيفة: هو الخط الذي تسلكه القذيفة خلال حركتها.

3-مدى القذيفة: هو المسافة الأفقية التي تقطعها القذيفة (x).

4-مدى القذيفة الأقصى: يحصل عندما تكون زاوية الإطلاق (45°).

5-5- السقوط الحر:

نوع الحركة للأجسام الساقطة بشكل حر هي حركة مستقيمة متغيرة بانتظام.

التسارع في حركة السقوط الحر هو g وليس a.

$g = 9.8\ m.s^{-2}$ وفي حل المسائل $g = 10\ m.s^{-2}$.

- **معادلات السقوط الحر (حيث الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام):**

$$V = gt$$

$$x = \frac{1}{2}gt^2$$

$$V^2 = 2gx$$

ملاحظة:

في السقوط الحر (يبدأ الجسم حركته من السكون) أي:

شروط البدء: $V_0 = x_0 = 0$.

مثال:

احسب التسارع الثابت لسيارة تنتقل من السكون إلى سرعة $72\,km/h$ عندما تقطع مسافة $2km$.

الحل:

$$V = \frac{72}{3.6} = 20\ m.s^{-1}$$

$$x = 2000m$$

نوع الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام (a=const) والعلاقة المستخدمة هنا:

$$V^2 - V_0^2 = 2a(x - x_0)$$

$$V^2 = 2ax$$

$$a = \frac{V^2}{2x} = \frac{400}{4000} = \frac{4}{40} = 0.1\ m.s^{-2}$$

مثال:

تتحرك سيارة على خط مستقيم بسرعة $60\,km/\mathrm{h}$، وتقطع مسافة $200m$، احسب الزمن اللازم لقطع تلك المسافة.

الحل:

الحركة مستقيمة منتظمة أي a=0

$$V = \frac{60}{3.6}$$

$$x = Vt + x_0$$

$$x = Vt$$

$$200 = \frac{60}{3.6}t$$

$$t = \frac{200 \times 3.6}{60} = 12\ s$$

5-6- كمية الحركة

- كمية الحركة يرمز لها بـ $\vec{P}$ وهي مقدار شعاعي.

العلاقة الدالة: $\vec{P} = \mathrm{m}\,\vec{\mathrm{V}}$، الواحدة: $(Kg\ m.s^{-1})$

- الدفع $\vec{I}$ (impulse) هو مقدار شعاعي، علاقته $(\vec{I} = \vec{\mathrm{f}}.\mathrm{t})$، الواحدة $(N.s)$.
- العلاقة بين الدفع $(\vec{I})$ وكمية الحركة $(\vec{P})$ هي:
  - من خلال قانون نيوتن الثاني للحركة:

$$\vec{F} = \mathrm{m}\,\vec{\mathrm{a}}$$

$$\vec{\mathrm{a}} = \frac{\Delta\vec{\mathrm{V}}}{\Delta\mathrm{t}} = \frac{\overrightarrow{\mathrm{V_2}} - \overrightarrow{\mathrm{V_1}}}{\Delta\mathrm{t}}$$

$$\vec{F} = \mathrm{m}\,\frac{\left(\overrightarrow{\mathrm{V_2}} - \overrightarrow{\mathrm{V_1}}\right)}{\Delta\mathrm{t}} = \frac{\mathrm{m}\overrightarrow{\mathrm{V_2}} - \mathrm{m}\overrightarrow{\mathrm{V_1}}}{\Delta\mathrm{t}}$$

$$= \frac{\overrightarrow{P_2} - \overrightarrow{P_1}}{\Delta t}$$

$$= \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$$

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t}$$

$$\vec{F}\,\Delta t = \Delta \vec{P}$$

$$\Rightarrow I = \Delta \vec{P}$$

أي إن التغير في كمية الحركة هو المسؤول عن دفع الأجسام.

5-7- مصونية كمية الحركة:

محصلة كمية الحركة قبل الصدم = محصلة كمية الحركة بعد الصدم.

العلاقة:

بعد الصدم $\overrightarrow{P_1} = \overrightarrow{P_2}$ قبل الصدم

5-8- الصدم:

- الصدم المرن: وفيه تكون كمية الحركة مصونة أي: $\overrightarrow{P_1} = \overrightarrow{P_2}$، والطاقة الحركية مصونة أي: $E_{K1} = E_{K2}$.
- الصدم اللين (غير المرن):

كمية الحركة مصونة أي: $\overrightarrow{P_1} = \overrightarrow{P_2}$.

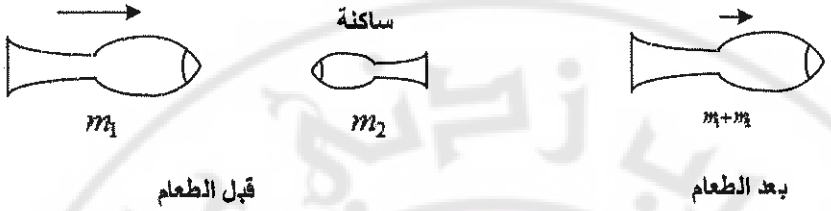
- لكن الطاقة الحركية غير مصونة أي: $E_{K1} \neq E_{K2}$، وذلك بسبب الضياع في الطاقة بعد الصدم نتيجة:

1- ارتفاع درجة حرارة الجسمين المتصادمين.

2- تشوه في شكل الجسمين المتصادمين.

- **أمثلة على الصدم:**

سمكة كتلتها $(6\,Kg)$ تسبح في اتجاه سمكة أخرى ساكنة كتلتها $(2\,Kg)$، قامت السمكة الكبيرة بابتلاع السمكة الصغيرة. إذا علمت أن سرعة السمكة الكبيرة $(1\,m.s^{-1})$، ماذا تكون سرعتها بعد ابتلاعها السمكة الصغيرة.



حالة (1):

نوع الصدم لين (غير مرن)، وفيه كمية الحركة مصونة قبل الطعام وبعده.

$$m_2 = 2\ \text{Kg} \quad , \quad m_1 = 6\ \text{Kg}$$

$$\text{V}_2 = 0 \text{ ساكنة} \quad , \quad \text{V}_1 = 1\ m.s^{-1}$$

بعد الطعام $P = P$ قبل الطعام

(before) (after)

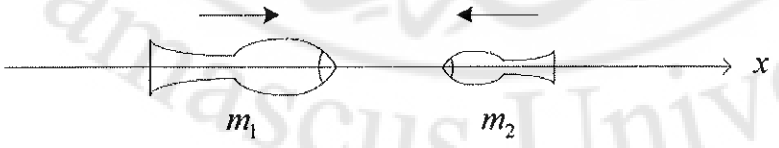
بعد الطعام $(m_1\,\text{V}_1 + m_2\,\text{V}_2) = (m_1 + m_2)V'$ قبل الطعام

$$6 \times 1 + 2 \times 0 = (6+2)\text{V}'$$

$$6 = 8V' \quad \Rightarrow \quad V' = \frac{6}{8} = \frac{3}{4} m.s^{-1}$$

حالة (2):

لو فرضنا أن السمكة الصغيرة كانت تسبح في اتجاه السمكة الكبيرة بسرعة $(2m.s^{-1})$، ماذا تكون السرعة بعد الابتلاع؟



ملاحظة:

يجب الانتباه إلى جهة السرعة لكل من السمكتين حسب المحور الموجه للحركة.

$$P(befor) = P(after)$$

$$(m_1 V_1 + m_2 V_2) = (m_1 + m_2)V'$$

$$6 \times 1 + 2 \times (-2) = (6 + 2)V'$$

$$6 - 4 = 8V'$$

$$2 = 8V' \quad \Rightarrow \quad V' = \frac{2}{8} = \frac{1}{4} m.s^{-1}$$

حالة (3):

لو كانت السمكة الصغيرة تسبح بسرعة $(-4m.s^{-1})$، ماذا تكون V' السرعة بعد الابتلاع؟

الحل:

بعد التطبيق نجد بأن $V' = -\frac{1}{4} m.s^{-1}$.

الإشارة السالبة للسرعة بعد الابتلاع تعني أن جملة السمكتين سوف تتحرك بسرعة في عكس اتجاه سرعة السمكة الكبيرة وَ قبل ابتلاعها السمكة الصغيرة.

حالة (4):

لو كانت سرعة السمكة الصغيرة قبل الابتلاع $(-3m.s^{-1})$.

تكون لكل من السمكتين كمية الحركة نفسها، ولكن في اتجاهين مختلفين؛ وبالتالي محصلة كمية الحركة قبل الابتلاع تساوي الصفر، وكذلك تساوي الصفر بعد الابتلاع ووتتوقف كلا السمكتين عن الحركة.

الفصل السادس

الاهتزازات والأمواج

6-1- الحركة الاهتزازية:

تعريف الحركة الاهتزازية الدورية:

تأمل حركة نواس ساعة حائط (بندول)، ماذا تلاحظ؟

- يتحرك النواس يميناً ويساراً إلى جانبي موضع توازنه (سكونه). نسمي حركة النواس حركة اهتزازية.
- يكرر النواس حركته بشكل متماثل خلال فواصل زمنية متساوية، يدعى كل منها: دور الحركة، ونسمي حركة النواس: حركة دورية.

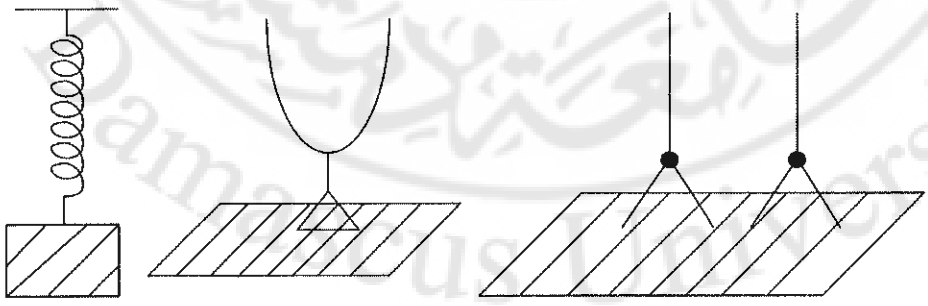
إذاً حركة النواس حركة اهتزازية دورية.

الحركة الاهتزازية: تأرجح الجسم المهتز إلى جانبي موضع توازنه.

الحركة الدورية: حركة تكرر نفسها خلال فواصل زمنية متساوية.

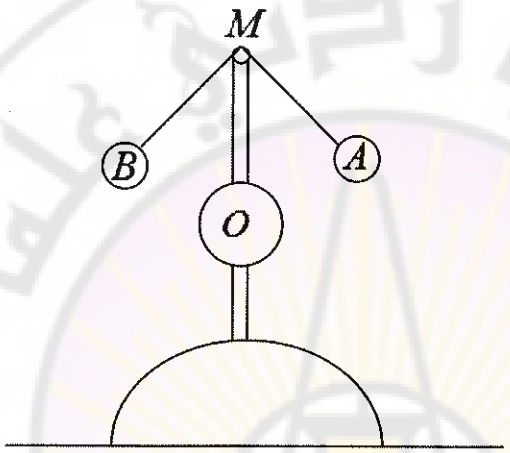
من الأجسام التي تتحرك حركة اهتزازية:

1) جسم معلق بنابض مرن عند إزاحته للأسفل وتركه ليهتز.
2) رنانة عندما نطرق عليها تهتز.
3) وتر مشدود بين مسمارين عند النقر عليه يهتز.
4) أرجوحة تهتز.



6-2- خصائص الحركة الاهتزازية:

علّق كرة معدنية صغيرة بخيط لا يمتط، وثبّت نهايته العلوية في نقطة (M) فيتوازن الخيط شاقولياً. أزح الكرة عن موضع سكونها O (توازنها) إلى A واتركها، ماذا تلاحظ؟



تتحرك الكرة من $A \longrightarrow O$.

تتابع الكرة حركتها من $O \longrightarrow B$.

ثم تعود من $B \longrightarrow O$.

ثم تتابع الكرة حركتها من $O \longrightarrow A$.

تكون الكرة قد أنجزت هزة واحدة.

سعة الاهتزاز: هي أقصى إزاحة يصنعها الجسم المهتز عن موضع توازنه.

نلاحظ أن سعة الكرة المهتزة:

- تزداد كلما اقتربت من موضع توازنها، لتكون عظمى عند مرورها بموضع توازنها.
- تتناقص كلما ابتعدت عن موضع توازنها وتنعدم عند وصولها إلى موضعيها المتطرفين.

سجّل الزمن الذي تتكرر فيه حركة الكرة عشر مرات باستخدام ساعة إيقاف.

التواتر f : عدد الهزات التي ينجزها الجسم المهتز في وحدة الزمن، وحدة قياسه في الجملة الدولية: الهرتز Hz

تواتر الجسم المهتز = $\frac{\text{عدد الهزات}}{\text{الزمن}}$ أي:

$$f = \frac{n}{t}$$

الدور T : هو زمن هزة واحدة، وحدة قياسه في الجملة الدولية: الثانية S.

العلاقة بين الدور والتواتر:

الدور مقلوب التواتر أي: $T = \frac{1}{f}$.

مثال:

يهتز جناحا طائر الطنان 4800 هزة في الدقيقة، احسب:

1) تواتر الاهتزاز.
2) دور الاهتزاز.

الحل:

1- التواتر = $\frac{\text{عدد الهزات}}{\text{الزمن}}$

$$f = \frac{n}{t} = \frac{4800}{60 \times 1} = 80\,Hz$$

2- الدور = $\frac{1}{\text{التواتر}}$

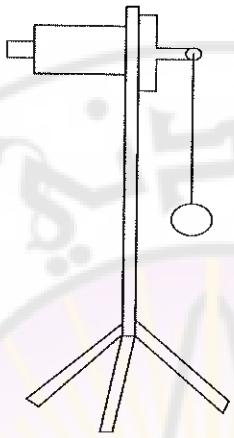
$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{80} = 0.0125\ S$$

إثراء: الطائر الطنان أصغر أنواع الطيور، ويتميز برشاقته وجماله، ولضربات أجنحته صوت مميز، ويبلغ تواترها 80 ضربة في الثانية.

تطبيق تجريبي: قياس الدور والتواتر.

- الأدوات المستخدمة:

كرة معدنية – خيط طويل – ميقاتية – حامل.



- **خطوات العمل:**

1- علق الكرة بأحد طرفي الخيط، وثبِّت الطرف الآخر بالحامل.

2- أزح الكرة عن موضع توازنها الشاقولي بزاوية معينة.

3- اترك الكرة تنطلق من السكون.

4- سجِّل الزمن اللازم لإنجاز عشر هزات متتالية.

5- كرِّر التجربة ثم املأ الجدول الآتي:

رقم التجربة	التجربة الأولى	التجربة الثانية	التجربة الثالثة
عدد الهزات			
الزمن (S)			
الدور (S)			
التواتر (Hz)			

ماذا تستنتج؟

تدريبات:

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- الوحدة الدولية لقياس التواتر هي:

a) الثانية b) الهرتز c) المتر d) الفولت

2- وحدة قياس الدور هي:

a) الثانية b) الهرتز c) المتر d) الجول

3- تواتر الجسم المهتز يقدر بالهرتز ويساوي:

a) $\frac{\text{عدد الهزات}}{\text{الزمن بالثواني}}$ b) $\frac{\text{عدد الهزات}}{\text{الزمن بالدقائق}}$

c) $\frac{\text{عدد الهزات}}{\text{الزمن بالساعات}}$ d) عدد الهزات الكلي

ثانياً- اكتب بين قوسين المصطلح المناسب لكل مما يأتي:

1- ( ) حركة الجسم المهتز إلى جانبي موضع توازنه.

2- ( ) حركة تكرّر نفسها خلال فواصل زمنية متساوية.

3- ( ) أقصى إزاحة يصنعها الجسم المهتز عن موضع توازنه.

4- ( ) عدد هزات الجسم المهتز في وحدة الزمن.

ثالثاً: راقب طالب أرجوحة مهتزة، وقاس زمن عشر هزات فوجده خمس ثوان، المطلوب حساب:

1- تواتر الاهتزاز.

2- دور الاهتزاز.

6-3- الحركة الموجية

1- تعريف الموجة:

- ارمِ حجراً في بركة ماء ساكن، ماذا تلاحظ؟

تتولد مجموعة من الدوائر المتمركزة مركزها نقطة ملامسة الحجر لسطح الماء، وتأخذ بالاتساع (بالانتشار) شيئاً فشيئاً باتجاه جوانب البركة.

- راقب أوراق الأشجار – القريبة من مكان سقوط الحجر – فوق سطح ماء البركة، ماذا تلاحظ؟

تهتز أوراق الأشجار صعوداً وهبوطاً فقط من دون أن يتغير مكانها، أي دون أن تنتقل باتجاه جوانب البركة.

نستنتج أنه:

- تتحرك أوراق الأشجار حركة اهتزازية عمودية على سطح الماء بدليل أنها لم تنتقل من مكانها بعد اهتزاز سطح الماء.
- الذي انتقل هو الاضطراب الذي حدث في سطح الماء، وتسمي هذا الاضطراب: (الموجة).
- أي الموجة هي التي انتشرت إلى جوانب البركة.

تعريف الموجة:

اضطراب في الوسط ينتشر باتجاه معين وبسرعة معينة، ويقوم بنقل الطاقة في اتجاه انتشار الموجة.

6-4- أنواع الأمواج:

تصنف الأمواج من حيث الطبيعة إلى:

أ- أمواج ميكانيكية:

- تحتاج إلى وسط مادي كي تنتشر فيه (مثل: الأمواج الصوتية والأمواج على سطح الماء أو في الأوتار المهتزة).
- سرعة انتشارها في الفراغ ثابتة في الأوساط المتجانسة وتتعلق بنوع الوسط ودرجة حرارته وكثافته.

ب- أمواج كهرطيسية:

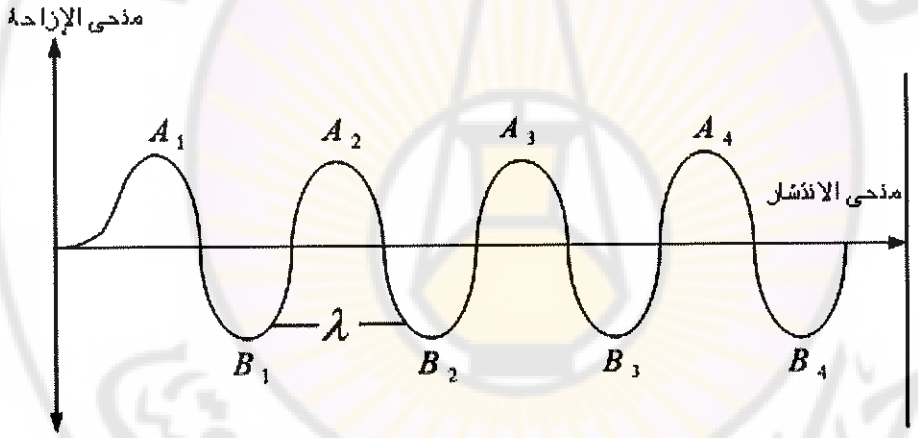
- لا تحتاج إلى وسط مادي كي تنتشر فيه (مثل: الأمواج الضوئية، وأمواج الراديو، وأمواج التلفاز).
- سرعة انتشارها في الفراغ ثابتة، وتساوي سرعة انتشار الضوء $c = 3 \times 10^8 \, m.s^{-1}$.

تصنف الأمواج من حيث النوع إلى:

أ- أمواج عرضية ب- أمواج طولية.

أ- الأمواج العرضية:

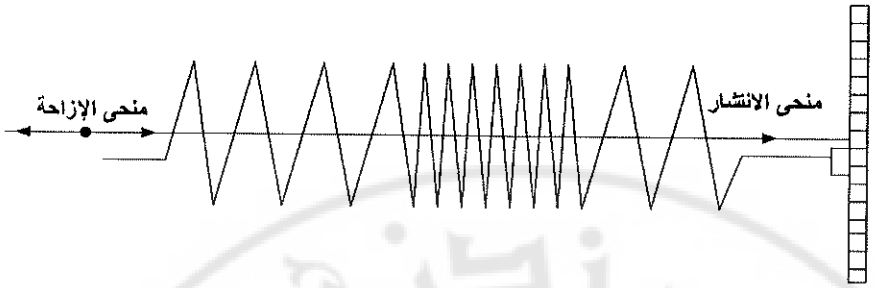
تهتز فيها جزيئات الوسط وفق منحى عمودي على جهة انتشار الموجة كما في الأمواج المنتشرة على سطح الماء وفي الأوتار. انظر الشكل:



- سعة اهتزاز الموجة (A) تمثل الإزاحة العظمى (كما في الشكل).

ب- الأمواج الطولية:

تهتز فيها جزيئات الوسط في اتجاه موازٍ لجهة انتشار الموجة، كما في أمواج الصوت، والأمواج المنتشرة في نابض مرن. لاحظ الشكل: ينتشر انضغاط وتخلخل على طول النابض.



لاحظ الشكل: الانضغاط (اقتراب حلقات النابض) التخلخل (ابتعاد حلقات النابض).

6-5- العلاقة بين سرعة الموجة والتواتر وطول الموجة:

يولد المنبع المهتز أمواجاً تنتشر في الوسط المرن وبسرعة ثابتة v لتقطع المسافة d خلال زمن t: $v=\frac{d}{t}$.

وخلال زمن دور واحد تقطع الأمواج مسافة ندعوها طول الموجة λ:

$$v=\frac{\lambda}{T}\Rightarrow\lambda=v\ T$$

وحدة قياس λ: المتر (m)، (cm) الأنغستروم (A^o)

طول الموجة λ: المسافة التي يقطعها الاهتزاز خلال دور واحد T.

- عند انتقال الحركة من المنبع إلى جزيئات الوسط تكرّر الجزيئات حركة المنبع فتهتز بتواتر يساوي تواتر اهتزاز المنبع f، وبما أن سرعة انتشار الأمواج v في الأوساط المرنة المتجانسة ثابتة فإن:

$$v=\lambda f$$

مثال :

احسب سرعة انتشار موجة إذا علمت أن طول الموجة $0.5\,m$ وتواترها $690\,Hz$.

الحل:

$$v = \lambda f = 0.5 \times 690 = 345\, m.s^{-1}$$

مثال:

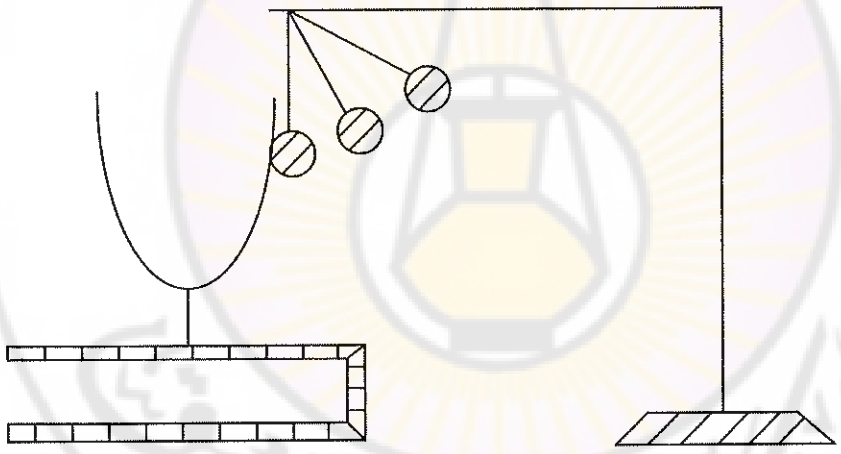
احسب طول الموجة في وتر مهتز تواتره $75\ Hz$، مع العلم أن سرعة انتشار الاهتزاز في مادة الوتر $150\ m.s^{-1}$.

الحل:

$$v = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{150}{75} = 2\, m$$

6-6- الأمواج الصوتية:

1- تعريف منشأ الصوت:



- نثبت رنانة على صندوق خشبي، ونعلق كرة صغيرة خفيفة بوساطة خيط على حامل.
- نضرب أحد فرعي الرنانة بوساطة مطرقة؛ فنسمع صوتاً أحدثه اهتزاز الرنانة.
- نقرب الكرة المعلقة بخيط من أحد فرعي الرنانة، ماذا نشاهد؟ تهتز الكرة عند ملامستها للرنانة.

- أمسك أحد فرعي الرنانة، ماذا تجد؟

يتوقف اهتزاز الرنانة ويختفي الصوت.

الصوت حادثة اهتزازية تؤثر في حاسة السمع.

2- انتشار الصوت:

- نضع جرساً كهربائياً تحت ناقوس متصل بمخلية هواء.
- نشغل الجرس؛ فنسمع صوته.
- نبدأ بتفريغ الهواء من الناقوس والجرس يعمل، ماذا تلاحظ؟

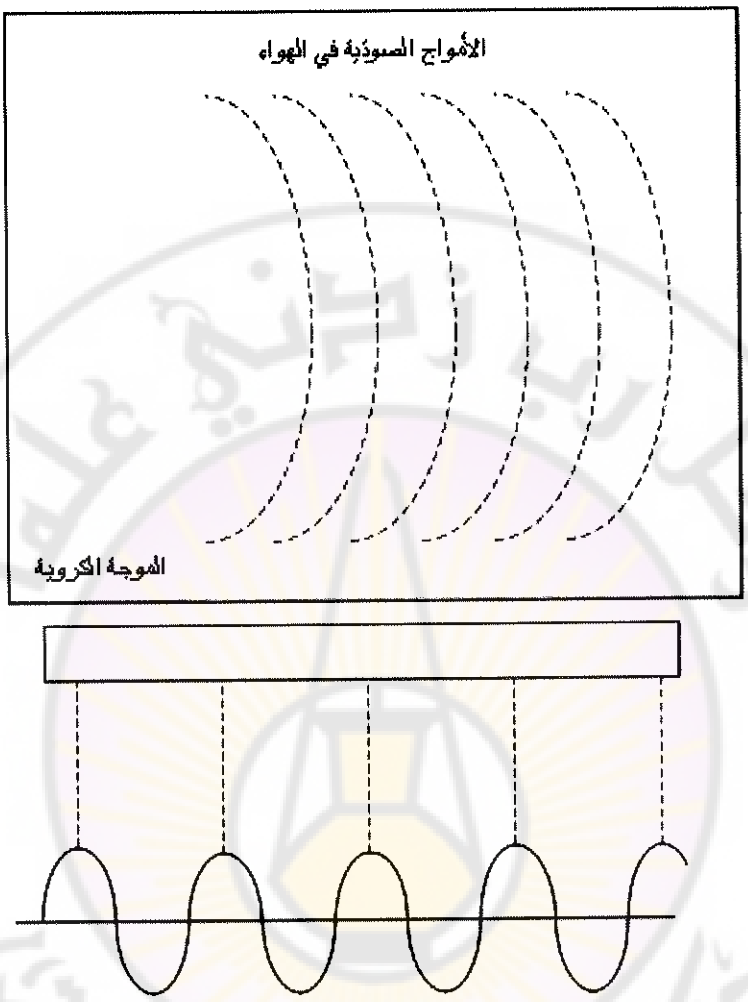
يخف الصوت تدريجياً بتناقص الهواء داخل الناقوس. ويختفي الصوت كلياً عندما تتم تخلية الناقوس من الهواء.

نستنتج:

- لا ينتشر الصوت في الفراغ.
- لكي ينتشر الصوت لا بدَّ من وجود وسط مادي (صلب – سائل – غازي).

سؤال: كيف ينتشر الصوت في الأوساط المادية؟

الموجة الصوتية: هي موجة طولية تنتشر في الأوساط المادية.



تنتشر الأمواج الصوتية في الهواء على شكل سطوح كروية (كما في الشكل).

3- سرعة انتشار الصوت في الأوساط المادية:

تتوقف سرعة انتشار الصوت على نوع الوسط الذي ينتشر فيه الصوت.

يبين الجدول الآتي سرعة انتشار الصوت عند الدرجة $(0^{o}c)$ في أوساط مختلفة:

الوسط	الهواء	الماء	الحديد
سرعة انتشار الصوت $m.s^{-1}$	330	1400	5100

أ- سرعة انتشار الصوت في الأجسام الصلبة:

عندما نضع أذننا على سكة القطار نسمع صوت القطار القادم من بعيد رغم أننا لا نراه، وعندما نبتعد عن السكة لا نسمع ذلك الصوت.

سؤال: لماذا سرعة الصوت في الحديد أكبر منها في الإسفنج أو المطاط؟

كلما كانت جزيئات الوسط أكثر تقارباً كانت سرعة الصوت أكبر، وكلما كانت جزيئات الوسط أكثر تباعداً كانت سرعة الصوت أقل، ويمكن أن يختفي الصوت فيها إذا كانت تحوي فراغات كثيرة، كما يحدث في الإسفنج أو المطاط.

سرعة الصوت في الحديد تقدر بحوالي $5100\ m.s^{-1}$.

سرعة الصوت في المطاط تقدر بحوالي $600\ m.s^{-1}$.

ب- سرعة انتشار الصوت في السوائل:

عندما نسبح تحت الماء يمكن سماع صوت محرك قارب بعيد عبر الماء لا يمكن سماعه عبر الهواء؛ مما يدل على أن سرعة الصوت في السوائل أكبر من سرعة الصوت في الهواء، لكنها أقل من سرعة الصوت في المواد الصلبة.

ج- سرعة انتشار الصوت في الغازات:

ينتشر الصوت في الغازات بسرعة أقل من سرعة انتشاره في المواد الصلبة أو السائلة. وتتوقف سرعة انتشار الصوت في الغازات على:

- **درجة حرارة الغاز:** تزداد سرعة انتشار الصوت بارتفاع درجة الحرارة. **(سرعة انتشار الصوت في الهواء في الدرجة** $15^{o}c$ **حوالي** $340\ m.s^{-1}$**، وفي الدرجة** $25^{o}c$ **حوالي** $345\ m.s^{-1}$**)**.
- **كثافة الغاز:** تزداد سرعة الصوت بنقصان كثافة الغاز.

كثافة غاز بالنسبة للهواء= $\frac{M}{29}$.

وكثافة غاز بالنسبة للهيدروجين= $\frac{M}{2}$ (حيث M الكتلة المولية للغاز).

نتيجة:

سرعة انتشار الصوت في غاز الهيدروجين $1290\ m.s^{-1}$ في الدرجة $0^{o}c$.

أما سرعة انتشار الصوت في غاز الهيدروجين $317\ m.s^{-1}$ في الدرجة $0^{o}c$.

سؤال: فسّر السبب الذي يقود إلى أن سرعة انتشار الصوت في الأوساط الصلبة أكبر منها في السائلة، وفي السائلة أكبر منها في الغازية؟

التفسير: لأن جزيئات أو ذرات المادة الصلبة أكثر تقارباً وأكثر تماسكاً من جزيئات المواد السائلة أو الغازية؛ لذلك فإن المواد الصلبة تحافظ على طاقة الموجة الصوتية.

4- تصنيف الأمواج الصوتية حسب تواترها:

- الأمواج الصوتية: ينحصر تواترها بين Hz $(20-20000)$، وهي الأمواج التي يسمعها الإنسان.
- الأمواج تحت الصوتية: تواترها أقل من Hz (20)، تسمعها بعض الحيوانات، مثل: القطط، والفئران، والطيور .... ومن أهمها أمواج الزلازل.
- الأمواج فوق الصوتية: تواترها أعلى من Hz (2000)، ويمكن سماعها من قبل بعض الحيوانات، مثل: الخفاش، والنمل، والدلافين.

من تطبيقات الأمواج فوق الصوتية:

1- تقدير أعماق البحار.

2- تعقيم المواد الغذائية.

3- في الطب: تصوير الإيكو- تفتيت الحصى في الكلى.

5- خصائص الصوت:

أ- شدة الصوت:

نشدُّ وتراً من طرفيه بقوة مناسبة، وننقر عليه نقرة قوية، ثم نقرة خفيفة. ماذا نسمع؟

في المرة الأولى نسمع صوتاً شديداً، بينما نسمع صوتاً خافتاً في المرة الثانية.

شدة الصوت: الخاصية التي تميز بها الأذن الصوت الشديد من الصوت الخافت.

- ما سبب اختلاف شدتي الصوتين؟

سعة اهتزاز الوتر في المرة الأولى أكبر منها في المرة الثانية.

أي: تزداد شدة الصوت بزيادة سعة اهتزاز مصدر الصوت.

- نقرع على سطح طبل صغير ثم على سطح طبل كبير بالقوة نفسها، أي الصوتين أشد؟

نسمع صوتاً أشد عندما نقرع على الطبل الأكبر.

أي: تزداد شدة الصوت بزيادة مساحة سطح مصدر الصوت.

- هل تزداد أم تتناقص شدة الصوت كلما ابتعدت عن المذياع؟

تتناقص شدة الصوت.

ب- ارتفاع الصوت:

تجربة: نستعمل قرصاً يحوي أربع دوائر مثقبة متحدة المركز، وعدد الثقوب في كل منها هي: (24-30-36-48) مرتبة من الداخل نحو الخارج والأبعاد من ثقوب الدائرة الواحدة متساوية. عندها يدور القرص بسرعة معينة، نوجّه تياراً هوائياً من أنبوب على أحد هذه الدوائر في أثناء دوران القرص، فنسمع صوتاً ذا تواتر معين، أما إذا زدنا سرعة الدوران أو وجّهنا تيار الهواء على الدائرة الأكثر ثقوباً يصبح الصوت المسموع أكثر حدةً.

نتيجة:

اختلاف الصوتين هو اختلاف تواتريهما، وتدعى هذه الخاصية: ارتفاع الصوت.

ارتفاع الصوت: الخاصيّة التي تميز بها الصوت الحاد من الصوت الغليظ.

مثال:

- صوت المرأة أكثر حدةً من صوت الرجل؛ لأن تواتر صوت المرأة أكبر من تواتر صوت الرجل.

ج- طابع الصوت:

يرن جرس الهاتف في منزلك، ترفع السماعة لترد، فيتحدث أحد زملائك، ويمكن أن تميز من المتحدث. الخاصية التي استطعت أن تميز بها صوت زميلك من بقية زملائك تسمى: طابع الصوت.

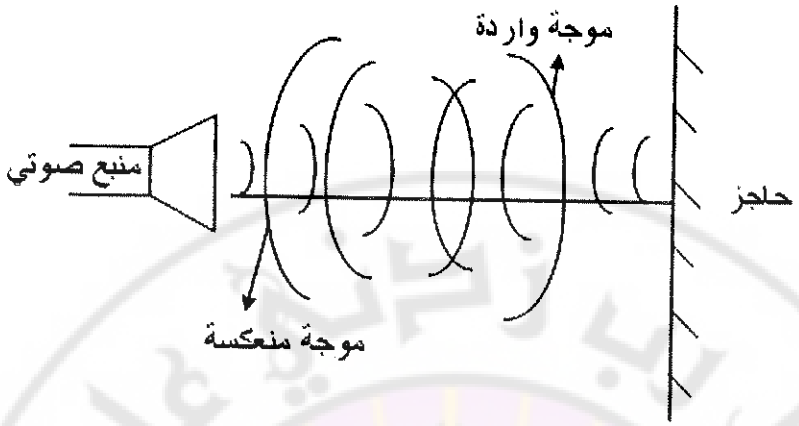
طابع الصوت: الخاصية التي تميز بها الأذن بين صوتين متماثلين بالشدة والارتفاع صادرين عن منبعين صوتيين مختلفين.

❖ **الفيزياء والموسيقا:**

- نستطيع أن نميز بين صوت صادر عن العود وآخر صادر عن البوق.
- لاحظ أوتار العود: يكون الوتر الأول من الأعلى ثخيناً ليصدُرَ عن اهتزازه صوتٌ غليظٌ، أما الأوتار التي تليه فتقل ثخانتها تدريجياً لتصدر أصواتاً متدرجة في صوتها من الغليظ إلى الحاد.

د- صدى الصوت:

من الظواهر التي نصادفها في حياتنا تكرار صوت قوي يصدر عن بعد مناسب من حاجز سطح كبير (جبل- تلة- ....) بسبب انعكاسه وارتداده.



صدى الصوت: تكرار سماع الصوت بسبب ارتداده عن حاجز مناسب.

- لحدوث الصدى ولتمييز الصوت عن صداه لا بدَّ من توفر شرطين:

1- وجود سطح عاكس (حاجز) متسع اتساعاً كافياً.

2- أن يبعد الحاجز عن منبع الصوت بعداً مناسباً (لا يقل عن $15m$).

تطبيقات على حادثة الصدى:

1- قياس بعد حاجزها (قعر البحر): نصدر صوتاً، ونسجل الزمن الفاصل بين لحظة إصداره ولحظة سماع صداه، ونحسب بعد الحاجز عن مصدر الصوت بالعلاقة:

$$d = v \times \frac{t}{2}$$

ملاحظة:

نقسم الزمن إلى النصف؛ لأنه زمن الذهاب والإياب.

2- الكشف عن الجبال الجليدية في البحار والمحيطات القطبية.

3- الكشف عن أسراب السمك في مياه البحار والمحيطات.

مثال:

يقف شخص على حافة قريبة من جبل، ويُصدِر صوتاً، يُسمع صداه بعد $(6s)$. احسب بعد الجبل عن الشخص، إذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء $(340\,m.s^{-1})$.

الحل:

بعد الجبل عن الشخص= سرعة الصوت في الهواء × $\frac{\text{الزمن}}{2}$ أي:

$$d = v \times \frac{t}{2}$$

$$d = 340 \times \frac{6}{2} = 1020\ m$$

تمارين

أولاً- اكتب بين قوسين المصطلح العلمي الذي يدل على كل عبارة من العبارات الآتية:

1- ( ) هو ظاهرة تؤثر في حاسة السمع.

2- ( ) اهتزازات يقل تواترها عن ($20\,Hz$).

3- ( ) اهتزازات يتراوح تواترها بين $(20-20000)Hz$.

4- ( ) اهتزازات يزيد تواترها على ($20000\,Hz$).

5- ( ) خاصية تميز بها الأذن الصوت القوي من الصوت الضعيف.

6- ( ) خاصية تميز بها الأذن بين عدة أصوات متساوية في الشدة والارتفاع تصدر عن منابع صوتية مختلفة.

ثانياً- أعط تفسيراً علمياً لكل مما يأتي:

1- تعد أمواج الراديو أمواجاً كهرطيسية.

2- تعد أمواج الصوت أمواجاً ميكانيكية.

3- توقف الرنانة عن إصدار الصوت بمجرد مسكها باليد.

4- اهتزاز النوافذ الزجاجية للمنازل عند حدوث الرعد القوي.

5- الأجسام الصلبة المتماسكة نواقل جيدة للصوت.

6- الأجسام الصلبة اللينة مثل المطاط نواقل سيئة للصوت.

7- في الغرفة الخالية تماماً يكون الصدى مسموعاً بشكل جيد.

ثالثاً- عدد ثلاثة من استخدامات الأمواج فوق الصوتية.

رابعاً- قارن بين الأجسام الصلبة والسائلة والغازية من حيث:

1- سرعة انتشار الصوت في كل منها مع التعليل.

2- تخامد الصوت عند انتشاره في كل منها.

حل المسائل الآتية:

المسألة الأولى:

وقف رجل على بعد معين من هضبة شديدة الانحدار، وأطلق صوتاً تواتره $1360\,Hz$ فسمع صداه بعد $4\,S$، فإذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء في تلك الظروف الطبيعية $340\ m.s^{-1}$ والمطلوب حساب:

1- بعد الهضبة عن الرجل.

2- طول موجة الصوت الذي يسمعه الرجل.

المسألة الثانية:

إذا علمت أن الانطباع السمعي يدوم عُشر الثانية، فأوجد أقرب مسافة بين الجدار وشخص لكي يسمع هذا الشخص الصدى عندما يصدر صوتاً من صافرة، علماً أن سرعة انتشار الصوت في الهواء $340\ m.s^{-1}$.

المسألة الثالثة:

أرسل قائد سفينة موجة فوق صوتية تواترها $30000\,Hz$ موجهة نحو قعر البحر، فوصل صداها بعد $(8S)$، فإذا كانت سرعة الصوت في الماء $1400\ m.s^{-1}$، والمطلوب حساب:

1- بعد قعر البحر عن السفينة.

2- طول الموجة الصادرة عن جهاز الأمواج فوق الصوتية في السفينة.

وقل رب زدني علما
Damascus University

الفصل السابع

الكهرباء والمغناطيسية

7-1- مقدمة

لعلك سمعت بأن شخصاً يمشط شعره بمشط بلاستيكي، ثم يحاول تقريبه من قصاصات من الورق، فتراها تنجذب إلى المشط. إن السبب في ذلك يعود إلى الكهرباء وهي الكلمة التي اشتقت من الكهرمان أو العنبر الأصفر وهو مادة تكتسب خاصية جذب الأجسام الخفيفة عندما يتم دلكها بالصوف الجاف. إن هذا النوع من الكهرباء يسمى بالكهرباء الساكنة. وقد لوحظ أنه عند دلك مادتين مختلفتين ببعضهما تتولد عليهما كهرباء فتصبحان قادرتين على جذب الأجسام الخفيفة. وتتولد هذه الكهرباء بالدلك. وهناك تتولد شحنتان كهربائيتان إحداهما موجبة بعضها من بعض والأخرى سالبة. وعند تقريب المواد المشحونة بشحنات موجبة، فنراها تتنافر. أما إذا قربنا المواد ذات الشحنات المتغايرة (موجب، سالب)، فنراها تتجاذب.

وكما أوردنا في محاضرات الكيمياء بأن الذرة مكونة من بروتونات مشحونة بشحنات موجبة، ومن إلكترونات تدور حولها وذات شحنات سالبة. والذرة معتدلة كهربائياً؛ لأن الشحنات الموجبة (بروتونات) تعادل الشحنات السالبة (إلكترونات). وعرفنا بأن الذرة عندما تفقد إلكتروناً أو أكثر تتحول إلى شحنة موجبة، في حين أنها تصبح شاردة سالبة في حال اكتسابها إلكتروناً أو أكثر. ومن هنا تتولد الشحنات الموجبة والسالبة.

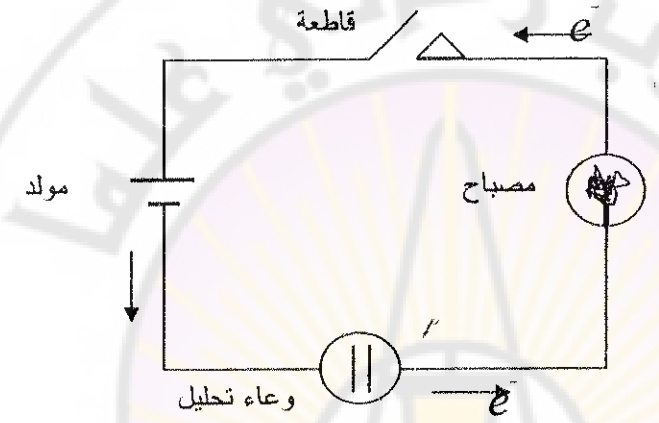
أما النوع الآخر من الكهرباء فهو الكهرباء المتواصلة أو المستمرة التي هي نتيجة تدفق الإلكترونات في ناقل؛ أي تعطي (هذه الإلكترونات) تياراً متواصلاً، مثل البيل، البطارية، المولد.

7-2- الدارة الكهربائية

لتكن الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل (1,7) التي تضم: مولداً، قاطعة، مصباحاً كهربائياً، وعاء تحليل كهربائي.

نغلق القاطعة؛ فنرى المصباح لا يضيء؟

لأن الماء ناقل سيئ للتيار الكهربائي.



الشكل (1,7)

لنضف إلى ماء وعاء لتحليل بلورات من كلور الصوديوم، ولنحرك الماء فيضيء المصباح، ويزداد سطوعه أكثر فأكثر، ونقول: إن التيار الكهربائي أصبح أكثر شدة؛ إذ إنه بحلّ كلور الصوديوم تتحرر جملة شحنات هي الكلور (Cl^-)، وشوارد الصوديوم (Na^+) التي تحقق مرور التيار، وكلما ازداد عدد هذه الشوارد تزداد شدة التيار. إن شدة التيار الكهربائي مقدار فيزيائي يميز غزارة جملة الشحنات التي تجتاز مقطع الناقل خلال ثانية واحدة، وتعطى بالعلاقة:

$$I = \frac{q}{t}$$

حيث:

q: الشحنة الكهربائية.

t: الزمن.

I: شدة التيار.

وإذا قدرت الشحنة (q) بالكولون، والزمن بالثانية، فإن شدة التيار تقدر بـ (الأمبير). وفي الصناعة تقدر كمية الكهرباء بالأمبير الساعي، وذلك إذا قدرت شدة التيار بالأمبير والزمن بالساعة.

عندها: أمبير ساعي (1) = كولون (3600)

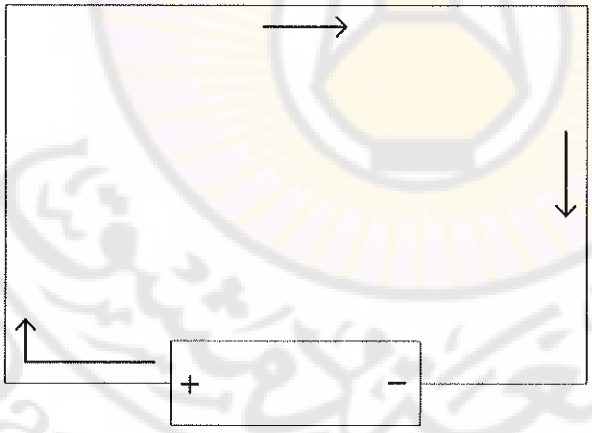
- وشدة الكهرباء بالمصابيح الكهربائية تتراوح بين (0.1) أمبير إلى (5) أمبير.
- وفي المكواة تتراوح بين (3) إلى (6) أمبير.
- وفي محرك الآلات الكهربائية حوالي (10) أمبير.
- وأثناء حدوث البرق والصواعق بين (6000) إلى (50000) أمبير.
- وفي الأجهزة الإلكترونية (الراديو . الترانزستور . الحاسبة) شدة التيار تكون ضعيفة (أجزاء من الأمبير أي تقدر بـ الميلي أمبير).

7-3- جهة الإلكترونات وجهة التيار:

يتصف أي مولد كهربائي (بطارية) بأن له قطبين كهربائيين، أحدهما: موجب ويحمل الشحنة (+)، والآخر سالب يحمل الشحنة (-). فإذا قمنا بوصل القطبين بناقل معدني فسوف يجذب القطب الموجب للمولد نحوه الإلكترونات الحرة الموجودة في الناقل (الإلكترونات السطحية والبعيدة عن النواة)، في حين يدفعها القطب السالب عنه (تنافر الشحنات). ويتولد بالتالي سيل من الإلكترونات تسري في الناقل تكون جهتها من القطب السالب للمولد إلى القطب الموجب له، انظر الشكل (2,7)

الشكل (2,7)

أما العالم أمبير الذي اكتشف مقياساً لقياس شدة التيار الكهربائي، فقد اصطلح بأن جهة التيار الكهربائي تكون من القطب الموجب للبيل إلى القطب السالب، أي بعكس جهة الإلكترونات، كما في الشكل (3,7).

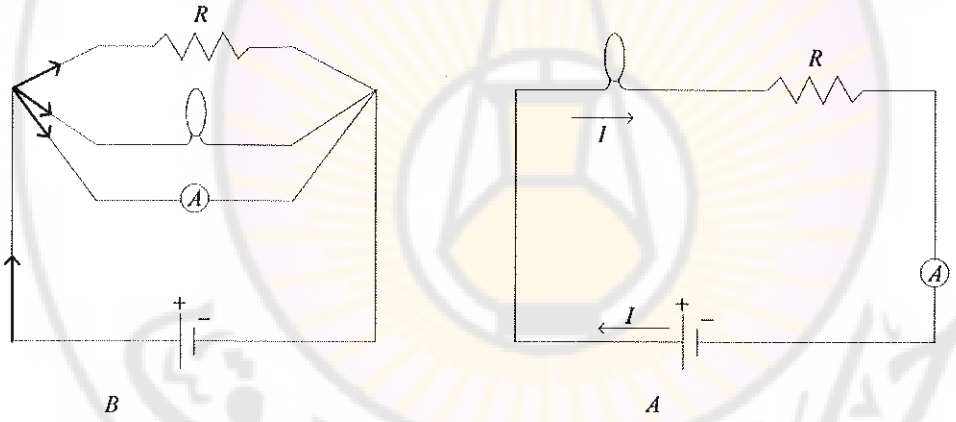


الشكل (3,7)

ولقد قام العالم أمبير بقياس شدة التيار الكهربائي (I) بواسطة مقياس الأمبير الذي يوضع في الدارة، ويأخذ الشكل Ⓐ والرمز (A)، ويقيس هذا الجهاز شدة التيار بواحدة تسمى الأمبير نسبة للعالم المذكور (Amper).

شدة التيار الكهربائي في ناقل ما هي كمية الكهرباء (الإلكترونات) التي تمر في مقطع من الناقل خلال ثانية واحدة.

شدة التيار الكهربائي تكون ثابتة إذا كانت الدارة موصولة على التسلسل؛ أي جميع مكونات الدارة الكهربائية من: مصباح، ومقاومة، ومقياس أمبير.. كلها موصولة على التسلسل، بعكس الوصل التفرعي حيث تتفرع شدة التيار إلى شدات فرعية تختلف قيمتها في كل فرع، إلا أن مجموعها يعطي القيمة الأصلية للتيار الكهربائي.



A B

الشكل (3,7,a) **الشكل (3,7,b)**

في الشكل (3,7,a)، تكون شدة التيار الكهربائي ثابتة في الدارة.

وفي الشكل (3,7,b) يكون $I = I_1 + I_2 + I_3$.

7-4- العلاقة بين شدة التيار وكمية الكهرباء:

أصبح واضحاً أن شدة التيار الكهربائي (I) المتمثلة بكمية الكهرباء التي تجتاز مقطعاً من الناقل خلال ثانية واحدة. بأن كمية الكهرباء (Q) التي تجتاز هذا المقطع خلال زمن قدره (t) ثانية تعطى بالعلاقة الآتية:

$$Q = I \times t$$

حيث: Q: كمية الكهرباء، وتقاس بالكولون (C).

I: شدة التيار الكهربائي، وتقاس بالأمبير (A).

t: زمن مرور التيار في الثانية (S).

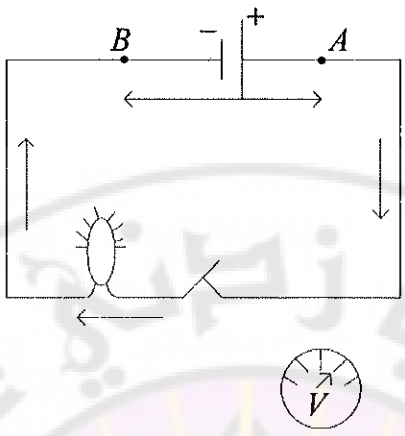
وعلى ضوء ذلك يمكن تعريف الكولون بأنه كمية الكهرباء (Q) التي تجتاز مقطعاً معيناً من ناقل في دارة يمر بها تيار شدته (1 A) خلال (1 s). أما إذا كان الزمن مقيساً بالساعة (1 hour)، فتكون واحدة كمية الكهرباء A.h (أمبير ساعي).

تمرين:

يجتاز تيار شدته I = 0.2 A دارة مغلقة. احسب كمية الكهرباء التي تعبر الدارة خلال 5 sec (خمس ثوان). مقدرة بالكولون ثم بالأمبير ساعي. وبعد ساعة تم فتح الدارة بواسطة قاطعة، احسب كمية الكهرباء المتولدة. وهل يحافظ التيار على شدته.

7-5- فرق الكمون الكهربائي:

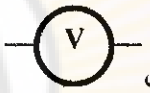
نقول إن هناك فرقاً في الكمون بين نقطتين (A) و (B)، إذا كان كمون أحدهما أعلى من الآخر. فالدارة الموضحة في الشكل (4,7) المعطى، توضح وتدل على أن هناك فرقاً في الكمون بين النقطة (A) والنقطة (B). يسمى هذا الفرق بالكمون بالتوتر الكهربائي الذي يقاس بالفولت وذات الرمز (V).



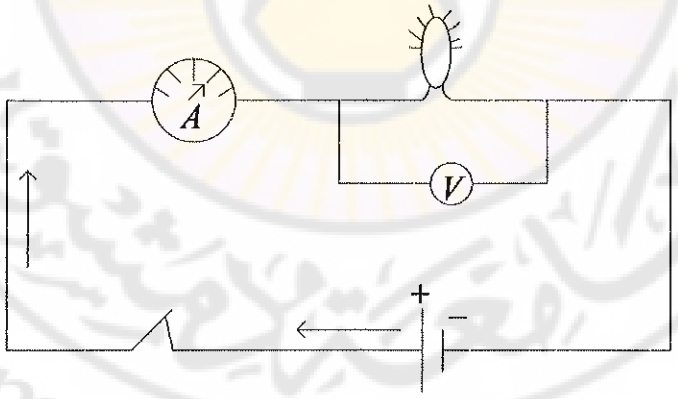
الشكل (4,7)

يطلق على هذا الفرق في الكمون أو التوتر بالفولت voltage ورمزه (V).

المقياس الذي يقيس التوتر بين نقطتين هو مقياس فولتا نسبة للعالم الفيزيائي (فولتا) وهو على الشكل الآتي

وعندما نريد قياس التوتر بين نقطتين نضع مقياس فولت 

على التفرع بينهما، انظر الشكل (5,7).



الشكل (5,7)

إذا شكلت دارة كهربائية تحوي مصباحاً استطاعته (6 wat)، يغذى بفرق كمون V = 12 volt، فسيضاء المصباح، في حين إذا شكلت دارة أخرى تحوي مصباحاً استطاعته W = 12 W، يغذى بفرق كمون V = 24 Volt، نلاحظ أن المصباح في الحالة الثانية أكثر إضافة، بالرغم من أن شدة التيار هي نفسها.

ونقول إن الطاقة الكهربائية المتحولة إلى شكل آخر للطاقة (حرارية هنا في المثال)، بين نقطتين بازدياد فرق الكمون المطبق بينهما.

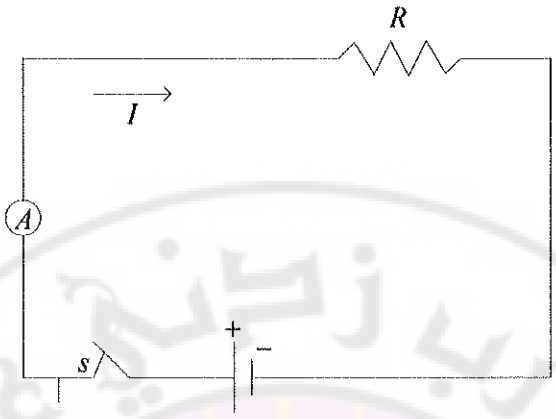
7-6- مفهوم المقاومة الكهربائية

مفهوم المقاومة الكهربائية Electrical Resistance ، عندما يمر تيار كهربائي (I) في ناقل فإنه يعاني من ممانعة ومقاومة يبديها الناقل أمام التيار الكهربائي؛ وذلك نتيجة التصادم بين الإلكترونات المتحركة التي تكون التيار مع ذرات الناقل، تماماً مثلما يمر تيار مائي في أنبوب فإنه يحتك ويصطدم بجدرانه مما يعيق حركته. فإذا كان أنبوب الماء قطره صغيراً، فإن الماء يمر ويجري بسرعة أقل مما لو كان قطر هذا الأنبوب كبيراً. وتتعلق المقاومة الكهربائية هذه بنوع مادة الناقل سواء كانت مصنوعة من النحاس أو الألمنيوم أو الحديد؛ بالإضافة إلى تأثرها بطول الناقل حيث تزداد بازدياد طوله، وتنقص بازدياد مساحة مقطعه وفق العلاقة الآتية:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

يرمز للمقاومة بالحرف (R) وتتمثل بالرسم وفق الشكل (6,7).

ويمكن أن تكون هذه المقاومة ثابتة أو متغيرة بواسطة زالقة تنزلق على قضيب ناقل.



الشكل (6,7)

تستخدم الزالقة لتغيير شدة التيار في الدارة، فإذا زلقنا الزالقة نحو اليسار تقل المقاومة الداخلة في الدارة، ويزداد التيار والعكس صحيح.

وتوجد المقاومات بأشكال وأنواع متعددة، وتكون ملونة لمعرفة حساب قيمتها، ويمكن أن يتحمل بعضها تيارات عالية وجهوداً كبيرة، في حين لا تتحمل بعضها إلا تيارات صغيرة من مرتبة $1/10^6$ من الأمبير.

وتربط المقاومة (R) لسلك ناقل بين فرق الكمون (V) المطبق على طرفيه وبين شدة التيار (I) المار فيه بالعلاقة الآتية:

$$R = \frac{V}{I}$$

أو: $V = R \times I$

حيث: V: فرق الكمون ويقدر بالفولط (V).

I: التيار المار (أمبير) A.

R: المقاومة وتقدر بـ Ω . الأوم.

يطلق على العلاقة السابقة بعلاقة أوم نسبة للعالم أوم الذي اكتشفها. ومن هنا تقاس المقاومة الكهربائية بالأوم (Ω) وهو مقاومة ناقل كهربائي يكون فرق الكمون

بين طرفيه (1 V) أما إذا مر فيه تيار شدته (1 A). وتسمح لنا المعادلة السابقة بحساب أي من المقادير الثلاثة (V، I، R) إذا ما عرف منها معلومان اثنان.

مثال:

ناقل مقاومته 20 Ω، يمر فيه تيار كهربائي شدته 2A. احسب فرق الكمون المتشكل بين طرفي هذا الناقل.

الحل:

المعطيات:

$$V = ?\ ،R = 20\ \Omega\ ،I = 2A$$

نطبق القانون:

$$V = I \cdot R$$

$$= 2 \times 20 = 40\ V$$

أي إن فرق الكمون هو 40 فولط بين طرفي هذا الناقل.

مثال:

قيس فرق الكمون بين طرفي ناقل، فوجد أنه 36 V عندما يمر به تيار شدته 3A. احسب مقاومة هذا الناقل.

الحل:

المعطيات $I = 3A\ ،V = 36\ V\ ،R = ?$

نطبق العلاقة: $V = I \times R \Leftrightarrow R = \frac{V}{I}$

نعوض: $R = \frac{36}{3} = 12\Omega$

تمرين:

احسب فرق الكمون لناقل مقاومته 3 kΩ، يمر به تيار كهربائي شدته 5 mA.

7-7- ربط المقاومات على التسلسل:

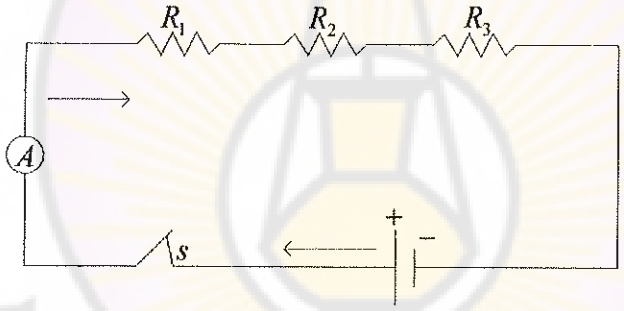
يمكن ربط ثلاث مقاومات أو أكثر على التسلسل في دارة كهربائية واحدة كما في الشكل (7,7,a) الآتي:

لنفترض لدينا ثلاث مقاومات R_1, R_2, R_3 موصولة على التسلسل في دارة كهربائية بسيطة تحوي مقياس أمبير لقياس شدة التيار. في هذه الحالة يبقى التيار نفسه في كل المقاومات الذي يتغير فقط هو فرق التوتر بين طرفي كل مقاومة.

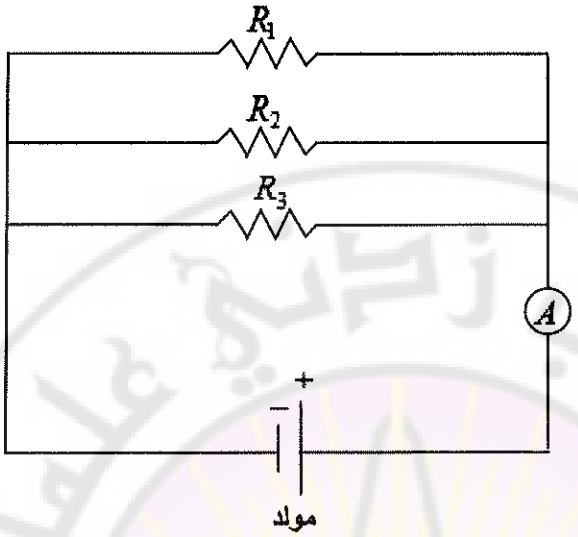
وهنا نحسب المقاومة المكافئة لهذه المقاومات R وفق العلاقة:

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

فالمقاومة المكافئة هي مجموع المقاومات مهما كان عددها في حالة الربط التسلسلي.



الشكل (7,7,a)



الشكل (7,7,b)

أما إذا ربطت هذه المقاومات على التفرع يختلف هنا.

في حالة الربط على التفرع كما في الشكل (7,7,b) يكون فرق الكمون بين طرفي كل مقاومة ثابتاً، والذي يختلف هو شدة التيار حيث يتفرع التيار الأساسي (I) إلى تيارات فرعية لكل فرع. أي أن $I = I_1 + I_2 + I_3$ وبالتالي المقاومة المكافئة لهذه المقاومات تحسب وفق العلاقة:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

7-8- ربط المكثفات:

على التسلسل:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots\ldots$$

على التفرع:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \ldots.$$

مثال:

مقاومتان $R_1 = 4\ \Omega$، $R_2 = 6\Omega$. احسب المقاومة المكافئة لهما في حالة الربط على التفرع:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} = \frac{3+2}{12} = \frac{5}{12}$$

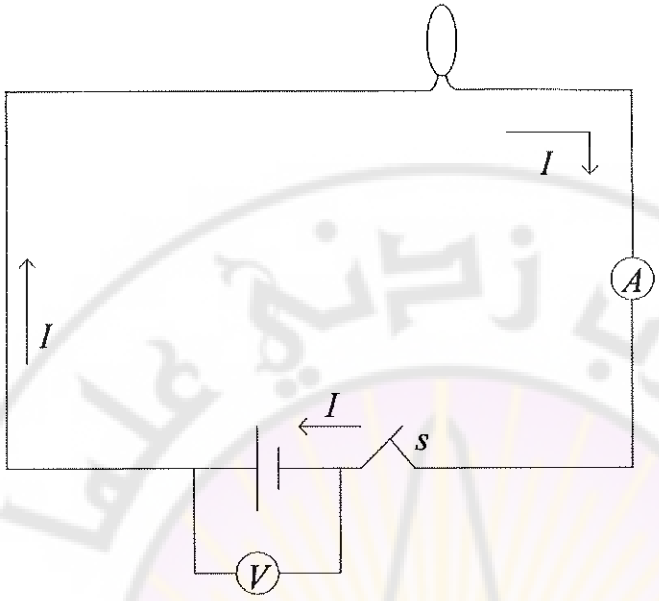
3 2

$$R = \frac{12}{5} = 2.4\Omega$$

نلاحظ أنه في حالة الربط على التفرع أن المقاومة المكافئة هي أصغر من كل من المقاومتين، بعكس حالة التسلسل.

7-9- القوة المحركة الكهربائية لمولد:

تحوي دارة كهربائية مولد ($\overset{+}{|}\ \overset{-}{|}$)، ومصباحاً (مقاومة)، وقاطعة S. فإذا تركت القاطعة S مفتوحة (انظر الشكل (8,7))، وقمنا بقياس فرق الكمون بين قطبي المولد، فنرى أن المقياس يتحرك، أي إن هناك فرق الكمون بين طرفي المولد. نسمّي هذا الفرق بالقوة المحركة الكهربائية ويرمز لها بالرمز (E) ومعناها باللغة الإنكليزية electromotive force (e.m.f). وهذه القوة صفة مميزة لنوع المولد حيث تختلف من مولد إلى آخر.



الشكل (8,7)

أما التيار الذي يمر بالدارة ويقاس بمقياس الأمبير، وفي أثناء مروره داخل المولد من القطب السالب إلى الموجب، فإنه يعاني من مقاومة كهربائية تسمى بالمقاومة الداخلية للمولد (r)، وتقاس بالأوم، وهي عادة ليست كبيرة، وتتوقف أيضاً على المولد نفسه.

وترتبط القوة المحركة الكهربائية للمولد (E) مع المقاومة الخارجية (R) والمقاومة الداخلية (r) وشدة التيار I بالعلاقة:

$$E = (R + r) \cdot I$$

حيث: E: القوة المحركة الكهربائية للمولد وتقاس بالفولط.

R: المقاومة الخارجية في الدارة (Ω).

r: مقاومة المولد الداخلية (Ω)، I شدة التيار.

7-10- قانون جول:

$$W = I\,v\,t = I^2 \cdot R \cdot t$$

حيث (W) هي الطاقة وتقدر بالجول.

أما كمية الحرارة المنتشرة تعطى على النحو الآتي:

$$Q= 0.24\ I^2 \cdot R \cdot t$$

وهو قانون جول . لينز، وتقدر (Q) بالحريرة.

والاستطاعة:

$$P = I^2 \cdot R$$

قانون أوم:

عندما يطبق فرق في الكمون بين طرفي ناقل يمر فيه تيار كهربائي شدته I. وفإن نسبة فرق الكمون إلى شدة التيار تساوي قيمة ثابتة أي:

$$\frac{\Delta V}{I} = const$$

$$\Delta V = V_2 - V_1$$

- فرق الكمون المطبق بين طرفي الناقل، ويرمز له عادة بـ (V).
- (I) شدة التيار المار في الدارة.
- الثابت أطلق عليه اسم المقاومة، ويرمز له بـ (R).

وبالتالي فإن:

$$V = I \cdot R$$

وهذا يسمى بـ قانون أوم الأول.

وأثبتت الدراسات التجريبية أن المقاومة (R) لناقل ما تختلف إذا اختلفت مواصفات هذا الناقل، فهي:

- تتغير بتغير طول الناقل.
- تتغير بتغير سطح مقطعه.
- تختلف من مادة إلى أخرى.

وقد درس أوم علاقة المقاومة بهذه العوامل ووصل إلى النتيجة الآتية:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

وتعرف بـ: قانون أوم الثاني.

حيث:

L: طول الناقل.

ρ : المقاومة النوعية لمادة الناقل وتقاس بـ $(\Omega.m)$ (أوم.متر).

S: سطح مقطع الناقل.

- تقاس المقاومة بـ الأوم (Ω).
- وفرق الكمون بالفولط (V).
- والتيار الكهربائي بالأمبير (A).

7-11- آثار التيار الكهربائي

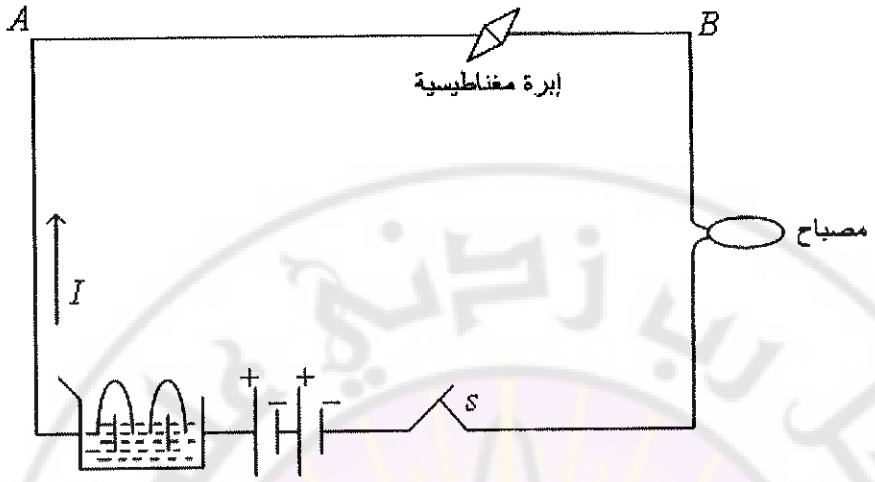
للتيار الكهربائي ثلاثة آثار هي:

(a) الأثر الحراري.

(b) الأثر الكيميائي.

(c) الأثر المغناطيسي.

فإذا كان لدينا دارة كهربائية، كما في الشكل (9,7) المعطى، والمكونة من مولد أو أكثر، ومصباح كهربائي، وسلك AB موازٍ لإبرة مغناطيسية، ووعاء تحليل فولطي يحوي حمض الكبريت الممدد وسلكين (مسربين) من النحاس، وقاطعة S.



الشكل (9,7)

إذا أغلقت القاطعة (S)، مرّ تيار كهربائي، فنلاحظ أن المصباح أضيء وهو أثر حراري للتيار الكهربائي، وسخن السلك داخل المصباح، ثم انحرفت الإبرة المغناطيسية وهذا أثر مغناطيسي، ثم ظهرت فقاعات غازية حول سلكي النحاس في وعاء التحليل وهذا دليل على الأثر الكيميائي للتيار.

مسألة:

تحوي دارة كهربائية مقاومة $R = 6\ \Omega$، ومولد مقاومته الداخلية $r = 0.2\ \Omega$، يمر بها تيار شدته $I = 2A$. احسب القوة المحركة الكهربائية E للمولد.

الحل:

المعطيات: $R = 6\Omega,\ r = 0.2\ \Omega\ ,\ I = 2\ A$

نطبق القانون:

$$E = (r + R) \times I$$
$$= (0.2 + 6) \times 2 = 12.4\ Volt$$

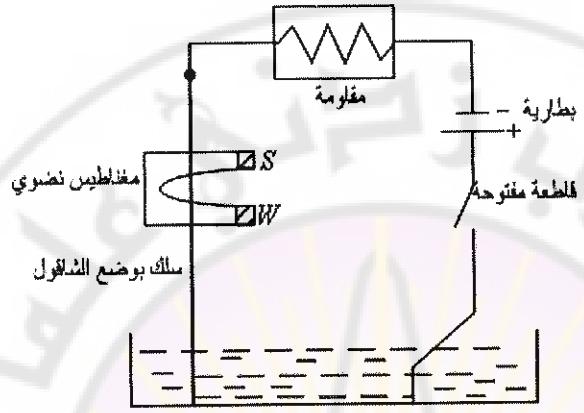
تمرين:

تُعطى القوة المحركة الكهربائية لمولد بـ 24 Volt، في دارة مقاومتها الخارجية $R = 3\ \Omega$. احسب شدة التيار الكهربائي إذا علمت أن المقاومة الداخلية للمولد $r = 0.3\ \Omega$.

من هذه التجربة البسيطة نتوصل إلى أن التيار الكهربائي يؤثر بالإبرة المغناطيسية مثلما يؤثر المغناطيس فيها؛ أي أن للتيار الكهربائي أثراً مغناطيسياً ومن أهم تطبيقات هذا الأثر هو المغناطيس الكهربائي والذي ببساطة تستطيع صنعه في المنزل أو المدرسة. فإذا أحضرت سلكاً نحاسياً معزولاً، وقمت بلفه ثلاثين أو أربعين لفة حول ساق أو قطعة من الحديد اللين مستطيلة الشكل، ثم وصلت طرفي السلك إلى طرفي بطارية يتكون لديك مغناطيسٌ كهربائي بدليل أنك إذا قربت من الساق الحديدية مسامير حديدية فتراها تنجذب إلى الساق. وعندما تفصل البطارية تسقط هذه المسامير. وهذا يدلنا على أن الساق الحديدية تصبح مغناطيساً كهربائياً، ولكنها تفقده بانقطاعها للتيار في السلك.

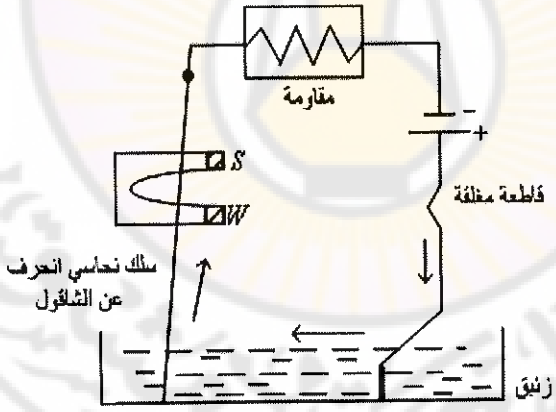
ولكن ماذا عن أثر المغناطيس بالتيار الكهربائي. فإذا أحضرت سلكاً نحاسياً، وثبته في أحد طرفيه بوضع شاقولي، وغمرت طرفه الآخر بحوض زئبق (تذكر أن الزئبق معدن ناقل للكهرباء). ووصلت إلى السلك دارة كهربائية مؤلفة من بطارية (مولد) وقاطعة ومقاومة صغيرة. بإغلاق القاطعة لا ترى شيئاً، ولكن إذا أحطت السلك النحاسي من منتصفه بمغناطيس نضوي (U)، ومرّرت التيار، تلاحظ أن السلك انحرف عن وضع الشاقول. ولو عكست جهة التيار الكهربائي بعكس قطبي المولد؛ فينزاح السلك في الاتجاه المعاكس. نتوصل إلى نتيجة مفادها أن المغناطيس أثر بالتيار الكهربائي بقوة تسمى القوة الكهرطيسية التي اكتشفها العالم لابلاس. وأحياناً تسمى بقوة لابلاس. وإذا تابعت التجربة وغيّرت موضع القطبين

للمغناطيس ترى أن اتجاه حركة السلك قد تغيرت أيضاً. وإذا ما انقطع التيار الكهربائي بفتح القاطعة، يعود السلك إلى وضعه الشاقولي الأساسي. (انظر الشكلين (10,7,a) و (10,7,b)).



(A)

الشكل (010,7,a)



(B)

الشكل (10,7,b)

تنعدم هذه القوة الكهرطيسية إذا توقف التيار الكهربائي أو إذا أبعدنا المغناطيس عن السلك.

7-12- المغناطيسية

7-12-1- مقدمة

المغناطيس هو قطعة من الحديد له قطبان موجب وسالب، ويكون إما بشكل مستقيم أو بشكل حرف (U) أو نضوي. ويحيط به فراغ أو مجال يسمى بالحقل المغناطيسي للمغناطيس (Magnetic field).

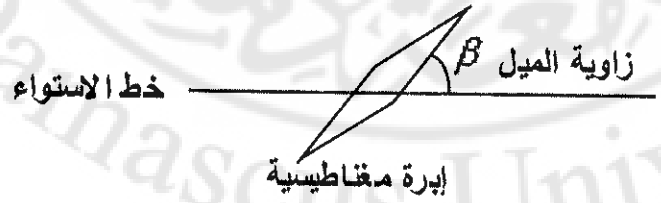
إذا وضعت مغناطيساً مستقيماً خلف ورقة من الورق المقوى ثم نثرت على وجهها العلوي برادة حديد. ثم طرقت الورقة بطرقات خفيفة، فسترى تشكل خطوط منحنية تبدأ من أحد القطبين، وتنتهي بالآخر، وهذه تدعى بالطيف المغناطيسي، وتدعى الخطوط بخطوط الحقل المغناطيسي. وعندما تكون هذه الخطوط متوازية يسمى الحقل المغناطيسي بالمنتظم.

ويجب علينا أن نعرف أن للأرض حقلاً مغناطيسياً تؤثر فيه على الإبرة المغناطيسية، ويعود السبب في تشكل هذا الحقل للأرض إلى وجود أوكسيد الحديد المغناطيسي (Fe_3O_4) في طبقات الأرض.

ويتصف هذا الحقل بأنه حقل منتظم في منطقة محدودة من سطح الأرض.

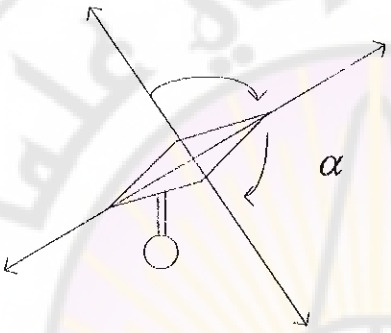
7-12-2- زاوية الميل وزاوية الانحراف:

إذا وضعت إبرة مغناطيسية في منطقة خط الاستواء، فتراها أفقية وتميل بزاوية (β) بيتا عن الأفق. وإذا ابتعدت عن هذا الخط نحو الجنوب أو الشمال تزداد هذه الزاوية حتى تصبح عند القطبين 90° (عمودية على سطح الأرض).



أي إن زاوية الميل هي الزاوية التي يصنعها محور الإبرة المغناطيسية مع الخط الأفقي المار من مركزها.

وهناك زاوية أخرى تتوقف قيمتها وجهة انحرافها على المكان، وهي زاوية الانحراف أي أنه عندما تستقر الإبرة المغناطيسية في مكان ما؛ فإنها تنحرف شرقاً أو غرباً عن استقامة شمال جنوب جغرافي بزاوية (α).



وللإبرة المغناطيسية استخدامات عدة حيث تستخدم كبوصلة للتعرف إلى الجهات الأربع الأصلية، وتستخدم أيضاً البوصلة في البواخر والطائرات.

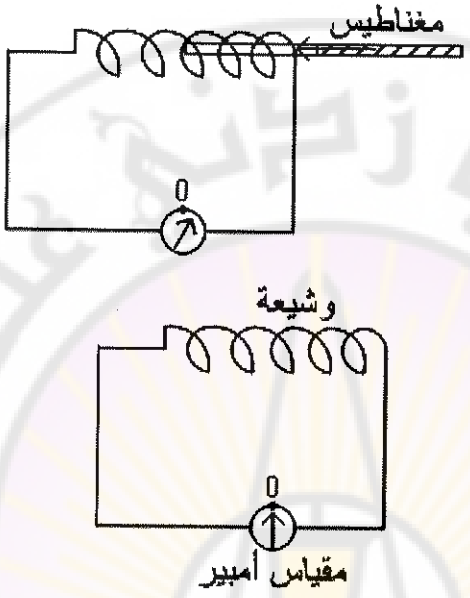
7-12-3- الأثر المغناطيسي للتيار الكهربائي:

يعود الفضل في اكتشاف الأثر المغناطيسي للتيار الكهربائي إلى عالم الفيزياء الشهير أورستد. فإذا مررت تياراً كهربائياً (أو كونت دارة تحوي سلكاً نحاسياً معزولاً مع بيل وقاطعة) في سلك من النحاس ووضعته فوق إبرة مغناطيسية وموازٍ لها تلاحظ انحراف الإبرة. وعندما تقطع التيار الكهربائي تلاحظ فوراً عودة الإبرة إلى وضعها السابق.

7-13- مفهوم التحريض الكهرطيسي:

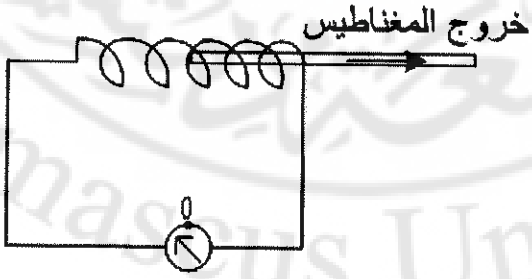
إذا ما وصلت طرفي وشيعة بمقياس أمبير، حيث تدريجة الصفر تقع في المنتصف وينحرف القطب الجنوبي على الشمالي لمغناطيس وبسرعة من الوشيعة،

ينحرف مؤشر مقياس الأمبير عن الصفر وهذا دليل وجود تيار كهربائي في الوشيعة في أثناء تقريب المغناطيس، انظر الشكل (11,7).



الشكل (11,7)

وإذا أبعدت القطب الشمالي وبسرعة عن المغناطيس، سينحرف المؤشر إلى الجهة المعاكسة ثم يعود إلى الصفر. وهذا يدل على تولد تيار كهربائي في الوشيعة خلال إبعاد المغناطيس (انظر الشكل (12,7)).



الشكل (12,7)

تسمى هذه الحادثة بظاهرة أو حادثة التحريض الكهرطيسي، أي عملية تقريب وإبعاد المغناطيس ولّد تياراً كهربائياً (دون وجود مصدر للتيار)، ويطلق على التيار المتولد في الوشيعة اسم التيار المتحرّض. أي إن المغناطيس حرّض الوشيعة فتسميه المحرِّض.

ندين لهذا الاكتشاف العظيم إلى العالم الفيزيائي الكبير فاراداي الذي صاغ قانوناً عُرف باسم قانون فاراداي الشهير. ولقد استفادت البشرية من هذا الاكتشاف العظيم في صنع المولدات الكهربائية حيث يتألف المولد الكهربائي البسيط من إطار يدور بين قطبي مغناطيس قوي، ويتولد التيار التحريضي في الإطار ويحرف إبرة المقياس (مقياس أمبير).

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الثامن

النظرية النسبية لآينشتاين و تطبيقاتها

8-1- مقدمة:

إن الطاقة التي يمكن الحصول عليها تحتسب بضرب قيمة الكتلة بمربع السرعة.

$$E= m \times c \times c$$

ما تفسير ذلك ببساطة؟

المطرقة التي لا تزن أكثر من 200 gr، كيف تستطيع إدخال مسمار في الخشب والذي يحتاج الى مئات الكيلوغرامات لفعل ذلك.

الجواب: لنفترض أن سرعة المطرقة هي 10 أمتار في الثانية، والكتلة 200 غرام أي 0.2 كيلوغرام ما يعني J 20=10×10×0.2 أي إن تلك السرعة البسيطة تزيد من قدرة الكتلة مئة مرة. هذا ببساطة ما قاله آينشتاين:

الأثير ينسحب خلف الأجسام الصلبة وتزداد خصائص الأثير مع كل تجربة حيث لا تتفق نتائجها العملية مع المتوقع من الأثير. بذلك عدَّ العلماء أن الأثير هو الشيء الثابت والمطلق الذي ينقل الضوء من خلاله وأن كل جسم متحرك فهو متحرك بالنسبة للأثير (حتى الضوء) أي إن سرعة الأرض مثلاً هي سرعتها بالنسبة للأثير، وسرعة الضوء هي سرعته بالنسبة للأثير. لكن آينشتاين جاء وهو في الخامسة والعشرين كي يثبت خطأ نظرية الأثير، وليبني أسساً جديدة للفيزياء سماها النظرية النسبية.. الآن يمكن الشروع في استعراض مفاهيم النظرية النسبية التي وضعها العالم آينشتاين في عام 1904 وسميت النظرية النسبية الخاصة. وفي العام 1916 نشر آينشتاين نظريته النسبية العامة، وهنا لا بدَّ من الإشارة أن كلا النظريتين هما نظرية واحدة غير أن النظرية النسبية الخاصة تتعامل مع

الأجسام المتحركة بسرعة منتظمة (من دون عجلة)، والنظرية النسبية العامة تعالج حركة الأجسام المتسارعة، وهي تشمل حركة مكونات الكون كافة من نجوم، ومجرات لأنها تتحرك في مسارات دائرية وهذا يعني أن تلك الأجسام لها عجلة تغير في اتجاه مسارها.. ولهذا فإن النظرية النسبية العامة أشمل وأعم.

8-2- النظرية النسبية الخاصة

بهذه النظرية غير آينشتاين مفاهيم النظرية الكلاسيكية ليأتي بمفاهيم غاية في الغرابة لم يكن أحد من العلماء قد فكر بها وفتح بذلك الابواب للعلماء لعصر جديد من العلوم الفيزيائية سميت بالعصر الذري وهو الذي نعيشه الآن. فسرت النظرية النسبية العديد من الظواهر الطبيعية في الكون، وشكلت قاعدة صلبة راسخة متماسكة.. وحتى يومنا هذا لازالت التجارب المختلفة التي يجريها العلماء تثبت صحة النظرية النسبية. إن النظرية النسبية غيرت مفاهيم كل شيء، فخلطت المكان والزمان، ووجعلت من المطلق نسبياً والمستقيمَ محدباً، كما كان لها نتائج فلسفية عديدة، ولكن سنحاول التركيز على الأمور العلمية.

8-3- فرضيات النظرية النسبية:

استخدم آينشتاين عقله وتفكيره بشكل شمولي للكون وأنعم التفكير والتأمل؛ ليبني الفرضيات، ويجري التحليلات الرياضية بشكل مجرد ويظهرها للعلماء لتطبيقها. وهكذا هو الحال بالنسبة للنظرية النسبية حيث وضع آينشتاين فرضيتين لتكونا أساساً للنظرية النسبية، وطلب من الجميع عدّها من المسلمات أو البديهيات. وهذا ما قاد العلماء بعدم الاقتناع بصحة تلك النظرية، ولكن تلك النظرية أوجدت تفسيرات وقوانين للعديد من الظواهر الكونية وفي كل مرة عقدت تجربة لإبطال صحة النظرية النسبية، لكن النتائج أكدت صحتها وأعطت دليلاً جديداً على دقتها وشموليتها. فرضيتا النظرية النسبية هما فرضيتان، الأولى: متعلقة بالأثير، والثانية: متعلقة بالضوء:

الفرضية الأولى تنفي وجود الأثير؛ لأنه حسب نسبية آينشتاين لا يوجد مطلق يمكن إسناد كل شيء إليه، كما فعل العلماء بفرضية الأثير. بينما الفرضية الثانية تقول إن سرعة الضوء في الفراغ ثابتة، ولا تعتمد على سرعة المشاهد.

8-3-1- الفرضية الأولى:

توضح الفرضية الأولى للنظرية النسبية أنه لا وجود للأثير السبب المناقض لكافة العلماء ذلك الوقت... وبفرضية أن الأثير غير موجود فإن المكان المطلق لا وجود له، ولا يوجد إلا المكان النسبي والسرعة النسبية. ويوضح آينشتاين ذلك بمثال مركبتين فضائيتين في الكون فلا يستطيع رواد المركبة الأولى من تحديد سرعة مركبتهم إلا بمقارنتها بالنسبة للأجرام المتناثرة حولها أو بالنسبة للمركبة الثانية إذا مرت بالجوار، وكذلك الحال بالنسبة للمركبة الثانية. وأي شخص يحاول إيجاد سرعة المركبة فإنه سيجدها بالنسبة لسرعة أخرى. غير أن كل شيء في الكون يتحرك حركة دائمة ومعقدة فإن سرعته تحدد على أساس مقارنتها بسرعة اخرى.

مثال:

إذا كنت في سفينة فضائية تسير بسرعة 10 آلاف كيلومتر في الساعة بالنسبة للأرض، ولاحظت أن سفينة أخرى تقترب منك، وتجاوزت سفينتك فإن أجهزة الرصد لديك سوف تقدر سرعة السفينة التي مرت بقربك على أنها 2000 كيلو متر في الساعة وبما أن سرعتك بالنسبة للأرض معروفة (10 ألاف كيلومتر في الساعة) فإن سرعة السفينة الفضائية الأخرى بالنسبة للأرض ستكون 12 ألف كيلو متر في الساعة.

8-3-2- الفرضية الثانية:

لم يكن من الصعب فهم المقصود بالفرضية الأولى للنظرية النسبية بالرغم من صعوبة قبول هذه الفرضية من قبل العلماء في ذلك الوقت؛ لأن العديد من

الظواهر التي واجهت العلماء فسرت على أساس وجود الأثير، ونسب كل شيء إليه، ولهذا كان من الصعب الاعتراف بفشل فرضية الأثير وهدم كل استنتاجاتهم؛ لذلك حاول الكثير من العلماء إثبات خطأ النظرية النسبية. أما عن الفرضية الثانية المتعلقة بثبات سرعة الضوء في الفراغ فإنها ثابتة مهما تغير مكان المشاهد أو الراصد. ولتوضيح الجملة الأخيرة سوف نضرب مثالين من واقع الحياة اليومية.

مثال:

عندما نكون في سيارة سرعتها 100 كم/ساعة فإننا نرى الاجسام الثابتة وكأنها تتحرك بالسرعة نفسها وفي الاتجاه المعاكس. ولكن عندما تأتي سيارة من الاتجاه المعاكس تسير بسرعة 100 كم/ساعة فإن سرعتها بالنسبة لنا تكون 200 كم/ساعة (لا حظ هنا أننا جمعنا السرعتين في حالة اقتراب السيارة منا)، وإذا تجاوزنا سيارة سرعتها 80 كم/ساعة نقيس سرعتنا بالنسبة لهذه السيارة على أنها 20 كم/ساعة (لاحظ هنا أننا طرحنا السرعتين في حالة ابتعادنا عن السيارة الاخرى). وإذا كانت السيارة الأخرى تسير بسرعة سيارتنا نفسها فإننا نقيس سرعة تلك السيارة بالنسبة لنا على أنها صفر أي إنها ثابتة بالنسبة لنا.

مثال:

لنفرض سيارة تسير بسرعة 100 كم/ساعة، وقام شخص بإطلاق رصاصة من مسدس في اتجاه حركة السيارة علماً بأن سرعة الرصاصة بالنسبة للمسدس هي 1000 كم/ساعة ثم استدار الشخص نفسه وأطلق رصاصة أخرى في اتجاه معاكس لحركة السيارة. فإذا ما قام شخص على الطريق وقاس سرعة الرصاصة في الحالة الأولى فكانت 1100 كم/ساعة، وفي الحالة الثانية900كم/ساعة. وهذا يعود إلى أن سرعة السيارة تجمع مع سرعة الرصاصة في الحالة الأولى، وتطرح منها في الحالة الثانية. هذا التسلسل المنطقي للموضوع محسوس لنا ونعرفه جيداً ولا غرابة في ذلك، ولكن ماذا يحدث إذا استبدل المسدس بمصدر ضوئي هنا

يتدخل آينشتاين ويقول إن الوضع مختلف، فسرعة الضوء تبقى ثابتة في كلا الحالتين وتساوي 300 ألف كم/الثانية وهذا لا يتغير مهما بلغت سرعة السيارة ولو فرضنا جدلاً أن السيارة تسير بسرعة الضوء فإن الضوء المنبعث من المصباح سينطلق أيضاً بسرعة الضوء نفسها. وهذا غريب عمًا هو مألوف عن مفاهيمنا، ويتحدى آينشتاين بذلك مفاهيم العلماء السابقين ويقول لهم عندما سألوه كيف يمكن تصديق هذا؟

8-4- سرعة الضوء:

تبلغ سرعة الضوء 300 ألف كيلو متر في الثانية الواحدة، وهذا يعني أنه يمكن للشعاع الضوئي أن يدور سبع مرات حول الكرة الأرضية في الثانية؛ ولذلك لا نستغرب حين نشاهد في إحدى المحطات الفضائية برنامجاً تلفزيونياً، ويشاهده في اللحظة نفسها أناس آخرون على الطرف الثاني من الكرة الأرضية؛ لأن الإشارات التلفزيونية تنتقل بسرعة الضوء (لأنها أشعة كهرومغناطيسية مثل الضوء). وبالطبع نحن نسمع صوت الرعد بعد لحظات من رؤية ضوء البرق أو نرى ضوء انفجار قذيفة قبل لحظات من سماع صوتها، وهذا يعود إلى الاختلاف الكبير بين سرعة الضوء وسرعة الصوت (تبلغ سرعة الصوت 330 متر في الثانية).

أجرى العلماء العديد من التجارب لقياس سرعة الضوء ووصلوا إلى القيمة التي ذكرناه سابقاً (300 ألف كيلومتر في الثانية) وهذه السرعة الكبيرة للضوء استخدمت في تقدير المسافات الفلكية بين النجوم والمجرات؛ لأنه لا يمكن بأي حال من الأحوال الاعتماد على وحدة المتر ومضاعفاته، ولذلك إذا قرأت في كتب الفلك ستجد أن وحدة قياس المسافة هي السنة الضوئية وهي المسافة التي يقطعها الضوء خلال سنة والتي تساوي 9460000000000 كيلومتر. لاحظ هنا أن السنة الضوئية هي وحدة زمن، ولكن استخدمت لتقدير المسافة؛ هذا يعني بأن الزمن يعد بعداً يضاف إلى الأبعاد الثلاثة x,y,z ولهذا سمي بالبعد الرابع.

((ما العمل إذا عدَّ هذا من قوانين الكون الأساسية؟)) لم يتوصل آينشتاين لهذه الفرضية بإجراء التجارب وتحليل النتائج بل توصل إليها بعد طرح أسئلة على نفسه حول ثبات الكون والتفكير فيه ليصل إلى هذه الفرضية التي طلب من العلماء التسليم بها ليبنوا عليها العديد من التفسيرات للظواهر الكونية. ولكن العلماء كانوا بحاجة إلى أدلة وبراهين للاقتناع بهذه الفرضية، فقام الفلكيون برصد الضوء الواصل إلى الأرض من أحد النجوم في الفضاء، وكان الهدف من هذه التجربة إثبات خطأ فرضية ثبات سرعة الضوء؛ وذلك بالاعتماد على أن النجم عندما يدورر حول مركزه يكون مرة مبتعداً عنا ومرة أخرى مقترباً منا. وعلى هذا الاساس توقع العلماء أن يرصدوا سرعتين مختلفتين للضوء في حالة اقتراب النجم وابتعاده (توقع العلماء أن تكون سرعة الضوء وهو مقترب أكبر منها وهو مبتعد). ولكن المراصد الفلكية لم تقيس أي تغير في سرعة الضوء.

قد يتبادر إلى ذهن القارئ الآن عدم تصديق ما سبق، ولكن المهم هو فهم الفرضيتين على النحو الذي شرحناه. وبتطبيق الفرضيتين معاً على العناوين الآتية:

التأخير الزمني، الانكماش الطولي، القانون العام لجمع السرعات، زيادة الكتلة مع السرعة (الكتلة النسبية).

8-5- الطاقة والكتلة:

تقوم النظرية النسبية العامة بتفسير الجاذبية (الثقالة gravity النيوتنية) على أنها تشوه deformation في الزمان والمكان تحدثه الكتلة Mass في جوارها، على هذا الأساس يمكننا تفسير دوران جسم حول الأرض بأنه مار للجسم بشكل مستقيم على الخط المحيطي (الجيوديزي) للزمكان المحيط بالأرض، كما يسير الإنسان بشكل مستقيم على الأرض على طول الخط المحيطي (الجيوديزي) للأرض . وعلى هذا فإن وجود المادة هو ما يحدد هندسة الزمكان (الزمان +

المكان = الزمكان) للمسرح الفيزيائي للحوادث. مما سبق تبين أن نسبية المكان تخالف كل ما هو مألوف لنا وقد يتساءل القارئ ما أهمية ذلك بالنسبة لنا ونحن نعيش على سطح الأرض وأمورنا كلها مضبوطة على نسق واحد؟ ولماذا هذا الخلط بين ما يحدث على الأرض والكون؟ وما فائدة النسبية لنا؟ كل هذه الأسئلة سيأتي الإجابة عليها من خلال هذه الحلقات المتتابعة عن النظرية النسبية، ولكن قبل ذلك يجب الخوض في نسبية الزمان. وهذا سيوضح لنا أن مفهوم الماضي والحاضر والمستقبل هي من الأمور النسبية أيضاً.

8-6- الزمان في النسبية:

لم يكتف آينشتاين بأنه أثبت أن المكان نسبي، ولكن عمم نسبية المكان على الزمان (البعد الرابع) حيث إنه قال طالما أننا نعيش في عالم ذي أربعة أبعاد، ووجد أن الأبعاد المكانية الثلاثة التي تحدد بـ x,y,z هي نسبية لا بد وأن يكون الزمان (البعد الرابع) نسبياً أيضاً. هذا هو آينشتاين الذي يفكر، ويضع النظريات، ويحلل النتائج في عقله، ويخرج للناس بمفاهيم جديدة لم يستطع أحد أن ينفيها ولا أن يبطلها ولا أن يصدقها. ولكن كانت نسبية المكان والزمان منذ ذلك الوقت وحتى يومنا هذا تبرهن على صحتها من خلال تفسيرها للعديد من الظواهر الفيزيائية التي حيرت العلماء ولم يكن أمامهم إلا تطبيق نظرية آينشتاين ليجدوها تفسير لتلك الظواهر.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل التاسع

تطبيقات الفيزياء

9-1- مقدمة:

يستخدم الجرس الكهربائي والمحركات ومكبر الصوت وغيرها الكهرباء لتوليد المغناطيسية. والمعروف أن التيار الكهربائي يولد مجالاً مغناطيسياً، والمغناطيسية الناتجة تعرف بالكهرومغناطيسية، كما أن المغناطيس الناتج يدعى مغناطيساً كهربائي – حيث إن هانز كريستيان أورستد لاحظ في أثناء تجاربه على بعض الأجهزة الكهربائية عام 1820 أنه عند إمرار تيار قوي في سلك انحرفت إبرة البوصلة القريبة منه، ولم تعد تشير إلى الشمال، فأدرك أن التيار الكهربائي ولد مغناطيسية أثرت في اتجاه الإبرة وهكذا اكتشف أورستد العلاقة بين الكهرباء والمغناطيسية (الكهرومغناطيسية) – قد يتساءل البعض لمَ لا نستخدم في هذه التطبيقات مغناطيسياً دائماً، وهو لا يحتاج إلى كهرباء في حين يعمل المغناطيس الكهربائي فقط عندما يسري التيار عبره ؟؟ !!

السبب هو أن المغنطيسات الدائمة لا تفي بالغرض حيث إن مبدأ عمل تلك التطبيقات يعتمد على حدوث المغنطة وزوالها حسب الحاجة؛ إضافة إلى أنه يمكن تغيير قوة المغناطيسية بتغيير شدة التيار الكهربائي، وهذه الظاهرة مطبقة في مكبرات الصوت..

9-2- المحرك الكهربائي:

هو محرك يحول الطاقة الكهربائية إلى حركة اعتماداً على حقيقة أن السلك حامل للتيار، ويولد مجالاً مغناطيسياً، وإذا كان في مجال مغناطيسي آخر، فإنه يتعرض لقوة يمكن أن تنتج حركة . وأول من قام بهذا الاكتشاف هو العالم جوزيف هنري عام 1892.

9-3- مزلاج الباب:

يمكنك فتح الباب الخارجي من غير موقعه إذا كان مجهزاً بسقاطةٍ كهرو مغناطيسية يتحكم بها ملف لولبي ... فعند كبس زر من داخل البيت ، يسري التيار عبر الملف اللولبي، ويولد مغنطيسية تسحب السقاطة الحديدية إلى داخل الملف، فيتمكن الزائر من فتح الباب.... بعدئذٍ يعيد نابضٌ خاصٌ السقاطةَ لتوصِدَ البابَ.

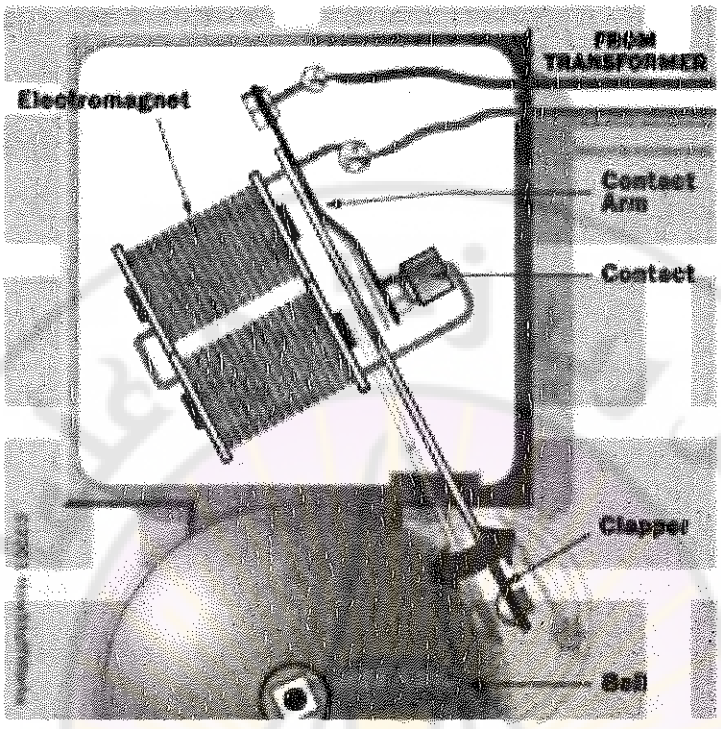
9-4- جرس الباب :

جرس الباب الكهربائي، يعمل أيضاً بالكهرومغناطيسية .. فعندما يُرن جرس الباب، يسري التيار عبر المغناطيس الكهربائي ، فينجذب بمجاله المغناطيسي قضيب حديدي متصل بمطرقةٍ ويقرع الجرس... تقطع حركة القضيب المطرقي هذه الدائرة،، فتزول مغنطة المغناطيس الكهربي، ويرتد القضيب الحديدي إلى موقعه معيداً وصل الدائرة. وتتكرر هذه العملية بسرعة بحيث يسمع رنين الجرس متواصلاً..

9-5- مكنة البيع لكشف القطع النقدية المزورة:

كما تولد الكهرباء مغناطيسية ، كذلك يمكن للمغناطيسية أن تولد كهرباء. وتستخدم هذه الظاهرة لتعريف القطع النقدية في مكنات البيع.

في هذه المكنة تمر القطعة النقدية عبر مجال مغناطيسي، يستحث تياراً كهربائياً فيها، وهذا التيار يولد بدوره مجالاً مغناطيسياً يبطئ حركة القطعة النقدية. فالقطع النقدية الأصلية تبطأ بالقدر الصحيح لتسقط في القسم الآتي من المكنة،،، أما القطع الزائفة فتسقط في مزلق الرفض..



مكنة لكشف القطع النقدية المزورة

9-6- معيار الوقود في السيارة:

تبين الكهرومغناطيسية لسائق السيارة مقدار الوقود المتبقي لديه، حيث إنه في معيار الوقود يركز مغناطيس كهربائي داخل مغنطيس دائم ، وعندما يسري تيار عبر المغناطيس الكهربائي ينحرف مؤشر المعيار بمقدار يعتمد على شدة التيار . وفي داخل خزان الوقود توجد متصلة بدائرة، وبتحريكها على حسب مستوى الوقود الموجود في الخزان فإنها تشكل مقاومة متغيرة تتحكم في مقدار سريان التيار داخل مقياس الوقود. فعندما يكون مستوى الوقود عالياً ، يسري تيار عالٍ (أي مقاومة منخفضة) وهذا يسبب إنحرافاً كبيراً في مؤشر المعيار..

9-7- نصائح فيزيائية:

- عند استخدام الجليد للتبريد يجب أن تضع الشراب المراد تبريده تحت الجليد بدلاً من أن تضعه فوقه.
- عند استخدام المرآة، يجب ألا تضع المصباح وراءك و تجعله يضيء المرآة بل يجب عليك وضعه أمامك وإضاءة نفسك حتى تنعكس على المرآة وترى صورتك بوضوح.
- عدم القراءة تحت ضوء القمر، وذلك لأنك لن تستطيع ذلك حيث شدة إضاءة القمر في أحسن حالاته (0.1) لوكس. أي ما يعادل إضاءة شمعة على بعد 3 أمتار من القارئ في غرفة مظلمة تماماً، وهذا غير كافٍ للقراءة.
- عدم القفز في الماء من ارتفاع عالٍ إن لم تكن خبيراً و سباحاً ماهراً ، حيث إن الخطورة تكمن في انعدام سرعة السباح خلال فترة قصيرة جداً، وسيكون الضغط المتعرض له السباح كبيراً جداً (فلو كانت كتلته 70كغ مثلاً أي إن وزنه 686 نيوتن سوف يتضاعف إلى 3430 نيوتن فيسبب هذا الوزن الكبير أذى كبيراً للجسم). لذلك يقل الأذى كلما كان عمق الغطس أكبر (تناقص السرعة أبطأ)، وأيضاً بتقليل مساحة سطح الاختراق للماء، والجسم عمودي على سطح الماء، فحذاري وحذاري أن تسقط على بطنك.
- لا تفعل مثل الفيل عندما يتنفس تحت الماء عن طريق خرطومه الذي يجعله فوق سطح الماء. عندما قام أحدهم بتقليد الفيل مستعملاً أنبوباً عوضاً عن خرطوم الفيل بدأ الدم ينزف من أنفه و أذنيه و بعضهم فارق الحياة. و السبب في ذلك يعود لاختلاف الضغط حيث إن رئتيه تخضعان لضغط جوي نظامي(ضغط الهواء الداخل)، أما من الخارج فتخضعان إلى ضغط جوي نظامي؛ إضافة إلى ضغط ناتج عن وزن الماء الذي يعلو الغواص و هو كبير نسبياً؛ إضافة إلى أن الدم سوف يجري من الضغط المرتفع إلى

المنخفض، فيكون الضغط مرتفعاً في القدمين و البطن ومنخفضاً في الصدر و الرأس، و يسبب هذا إزعاجاً لتقلصات القلب؛ بالإضافة إلى احتمال حدوث نزيف داخلي بسبب تمزق الأوعية الدموية.

- عندما تكون في سيارة وتريد قذف جسم ما (زجاجة مثلاً) من النافذة بحيث تقلل أكثر ما يمكن من احتمال تحطمها عند ملامستها للأرض ، بأن تقذفها بعكس اتجاه حركة السيارة، أي إلى الوراء. وذلك لأن سرعة الزجاجة ستصبح مساوية إلى سرعة السيارة منقوصاً منها سرعة القذف؛ وبالتالي يقل احتمال انكسارها، أما لو قذفت باتجاه حركة السيارة سوف تضاف السرعة إلى سرعة السيارة؛ مما يزيد احتمال انكسارها.
- عندما تكون مرتدياً معطفاً من الفرو في البرد القارص، لا تغتر بمعطفك و تعتقد بأنه يقوم بتدفئتك؛ إنما حقيقة أنت من يقوم بتدفئة معطفك. أي مهمة المعطف هو منع حرارة جسمك من التسرب ليس أكثر. فكلما كان معامل التوصيل الحراري للمعطف رديئاً كان حفاظه على حرارة جسمك أكثر؛ وبالتالي تدفئتك أكثر. والدليل لو أنك وضعت كيساً من الثلج تحت معطف الفرو ووضعت كيساً مماثلاً في الخارج، فعند ذوبان الثلج الذي في الخارج ، انظر إلى الكيس المغطى بالمعطف سترى أنه لم يبدأ بالانصهار!

9-8- الفيزياء في حياتنا اليومية:

1- عند مشاهدتك للمتزلج الذي يقوم ببعض العروض كمحاولة الدوران حول نفسه لمدة طويلة ستلاحظ أنه يمد يديه وإحدى رجليه في بداية الدوران، وبعد فترة يضمهما إلى جسمه، وذلك حتى يزيد من سرعة دورانه. ويعود السبب في ذلك إلى حفظ كمية التحرك الزاوي (أو الزخم الزاوي) الذي يعطى بالعلاقة:

$$L = m\ v\ r$$

حيث r هو نصف قطر الدوران و v هي سرعة الدوران، ولكن عندما يضم المتزلج يديه إلى جسمه، فإن نصف قطر الدوران يقل، وبما أن كمية الحركة ثابتة (أي أنها لا تتغير طيلة فترة الدوران) فإن هذا النقصان يجب أن يقابله زيادة في سرعة الدوران لكي تبقى الكمية ثابتة، لذلك فإن المتزلج يبدأ دورانه بمد يديه ورجله ثم يضمهما إلى جسمه حتى يزيد من سرعة دورانه.

2- لفك أنابيب المياه مثلاً، فإنه ينصح باستخدام مفك ذي ذراع طويلة؛ وذلك لأن عزم الدوران يزيد في هذه الحالة. عزم الدوران هو القدرة على تدوير جسم ما ويعطى بالعلاقة:

$$J = F\,r$$

حيث F هي القوة المؤثرة بينما r هو بعد هذه القوة عن محور الدوران.

فعند استخدام مفك ذي ذراع طويلة، فهذا يؤدي إلى زيادة r والذي بدوره يؤدي إلى زيادة عزم الدوران، وهذا يعني سهولة التدوير. كما أنك إذا أردت تثبيت باب الغرفة مثلاً لمنع الهواء من إغلاقه ستضع جسم ما بجانب الباب، ولكن ستجد نفسك تضع الجسم عند نهاية الباب، وليس عند وسط الباب فلو وضعته عند وسط الباب ستجد الباب يتحرك ببطأ، والسبب في ذلك هو عزم الدوران. ففي حالة المفك يفضل أن تكون القوة المؤثرة بعيدة عن محور الدوران، كذلك في حالة رغبتك في التأثير على الباب بقوة تمنعه من الدوران يفضل أن تكون هذه القوة بعيدة عن محور الدوران.

3- لسقي المزروعات باستخدام خرطوم مياه (Hose) ستجد نفسك أحياناً بحاجة إلى زيادة قوة دفع الماء ليصل إلى مسافة كبيرة، فتقوم تلقائياً بالضغط على فتحة الخرطوم، ما السبب في ذلك؟

من المعلوم أن معدل تدفق الماء هي كمية ثابتة تعطى بالعلاقة:

$$Q = A\,v$$

حيث A هي مساحة فتحة الخرطوم و v سرعة تدفق الماء، فعند ضغطك على فتحة الخرطوم، فإن هذا يؤدي إلى تقليل مساحة فتحة الخرطوم A؛ مما يؤدي إلى زيادة سرعة تدفق الماء v ، وذلك لأن معدل تدفق الماء كمية ثابتة.

9-9- تطبيقات الليزر:

الليزر له تطبيقات عديدة جداً في مختلف مجالات الحياة، ولا يمكن في هذه العجالة من تغطية الموضوع بالكامل وسنقوم بإلقاء الضوء على أهم هذه التطبيقات، وسيتم إثراء هذا المجال من خلال الكتابة فيه، ولكن تحت باب تفسيرات فيزيائية أو مقالات علمية أو أبحاث تخرج الطلبة.

يمكن تقسيم استخدامات الليزر إلى ستة أقسام أساسية هي على النحو الآتي:

Industrial applications	تطبيقات صناعية
Medical applications	تطبيقات طبية
Military applications	تطبيقات عسكرية
Daily applications	تطبيقات الحياة اليومية
Scientific research applications	تطبيقات الأبحاث العلمية
Special applications	تطبيقات خاصة

9-9-1- تطبيقات صناعية Industrial applications

أدخل الليزر في التطبيقات الصناعية منذ أول اكتشافه في 1960. وبالأخص في القياسات measurements وفي الترتيب alignment للأجهزة البصرية، وأنابيب الضخ، وخطوط الكهرباء، وأجهزة القياس، واستخدم في مجال التصنيع:

كالقطع واللحام، والصهر، والتبخير، وفي تصنيع الدارات الإلكترونية المتكاملة، وفي الحفر على الزجاج، وغيره.

9-9-2- تطبيقات طبية Medical applications :

دخل الليزر في التطبيقات الطبية ومنها الجراحة، في مجال طب الأسنان والعيون وتصنف حسب نوع الليزر المستخدم في الطب مثل ليزر ثاني أكسيد الكربون أو ليزر النيتروجين أو ليزر الإكسيمر وغيره. ولفهم تطبيقات الليزر في الطب يجب دراسة العلاقة بين أشعة الليزر المختلفة والخلايا الحية. وتعتمد هذه العلاقة على خصائص الليزر من ناحية طوله الموجي، وشدته وشكله في أثناء سقوطه على الجسم المراد علاجه. يمكن تغيير الطول الموجي من خلال تغيير نوع الليزر والتحكم بشدة الأشعة، حيث يتم من خلال التحكم في زمن تسليط الليزر وقوة الضخ المستخدمة. أما شكل حزمة أشعة الليزر فيتحكم بها من خلال عدسات التركيز المستخدمة. فإذا عددنا أن طاقة أشعة الليزر في حدود 1 وات فإنه يمكن بتغيير الطول الموجي التحكم في طبيعة العلاقة بين الليزر والخلايا الحية.

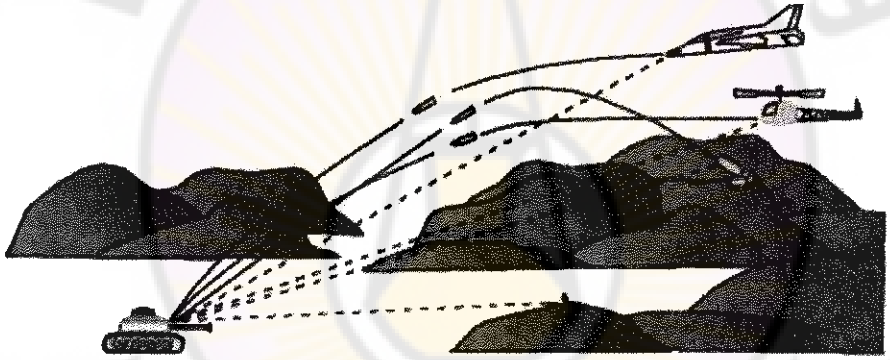
- الليزر الذي يعمل في منطقة الأشعة فوق البنفسجية البعيدة يقتل الخلايا الحية مثل RNAو DNA.
- الليزر الذي يعمل في منطقة الأشعة فوق البنفسجية القريبة يُحدث تفاعلاً كيميائياً مع مكونات الخلايا.
- الليزر الذي يعمل في منطقة الأشعة المرئية يُحدث تأثيراً حرارياً في الخلايا لامتصاصها طاقة الليزر.

9-9-3- تطبيقات عسكرية Military applications:

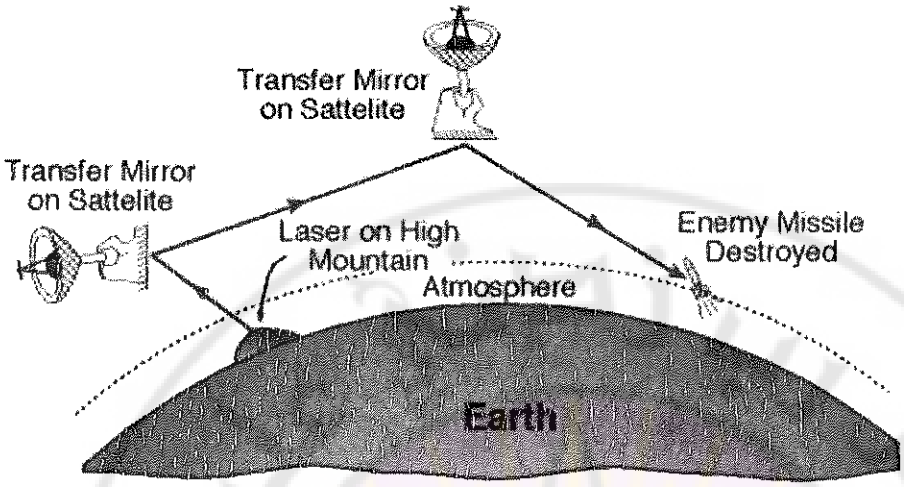
منذ اكتشاف الليزر، هناك الكثير من الأبحاث المتعلقة في تطويره والمستخدمة في المجالات العسكرية والتي غالباً ما تكون غاية في السرية ولا تكشف إلا بعد سنوات. نذكر منها استخدام الليزر في التصويب في التفجير عن بعد أو توجيه

القذائف، وفي تعقب الهدف مهما كانت سرعته وقدرته على تغيير مساره، وفي أسلحة ما يسمى بحرب النجوم، كما تدخل في إبطال مفعول أجهزة الخصم الإلكترونية وإصابته بالعمى.

في المثال الآتي نوضح فكرة استخدام الليزر في توجيه القذائف حيث تقوم الطائرة بتوجيه نبضات من أشعة الليزر غير المرئية على الهدف، وهناك أجهزة استقبال مثبتة على القذائف الموجهة تقوم بتتبع النبضات المنعكسة عن الهدف إلى أن تصيبه. وهذه التكنولوجيا دقيقة إلى درجة كبيرة مستفيدة من حزمة الليزر المستقيمة، وسرعة انتشار الليزر، وإمكانية التحكم في النبضات التي تكون عبارة عن شيفرة من الصفر والواحد التي يفهمها الكمبيوتر الموجه للقذيفة.



- مثال آخر نضربه على التطبيقات العسكرية لليزر في حرب النجوم، وهذا الاسم الذي أطلقته الولايات المتحدة على نظام الدفاع ضد الصواريخ التي قد تهاجمها من الفضاء بأن ترسل حزمة من نبضات الليزر إما من محطة أرضية على جبل مرتفع أو من أقمار صناعية في الفضاء ذات طاقة هائلة تنطلق بسرعة الضوء، وتصيب تلك الصواريخ، وهي في الفضاء مباشرة بعد إطلاقها.



9-9-4- تطبيقات الليزر للحياة اليومية Daily applications:

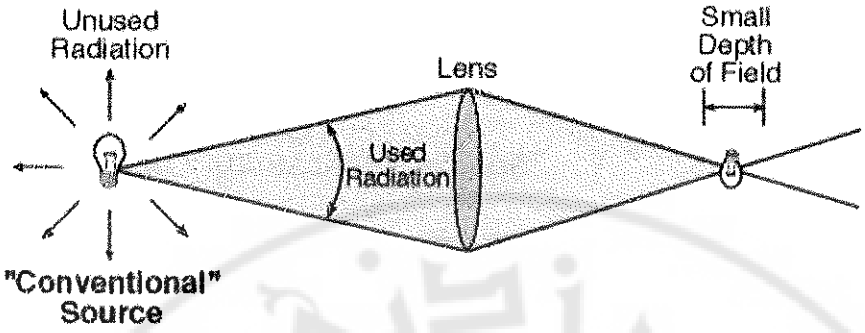
لليزر تطبيقات عديدة في مجال استخدامات الحياة اليومية، وتقسم هذه التطبيقات على النحو الآتي:

تطبيقات الليزر في البيت	الأقراص المضغوطة الوسائط المستخدمة لتخزين المعلومات
تطبيقات الليزر في العمل	طابعة الليزر وسائط تخزين المعلومات (الكمبيوتر الضوئي)
تطبيقات الليزر في التجارة	قارئ الباركود لعلامة الهولوغرافية
تطبيقات الليزر في الاتصالات	الألياف الزجاجية المستخدمة في الاتصالات (الاتصال الفضائي)
تطبيقات الليزر في التسلية	عروض الليزر في المناسبات والاحتفالات والأعياد، معارض التصوير ثلاثي الأبعاد

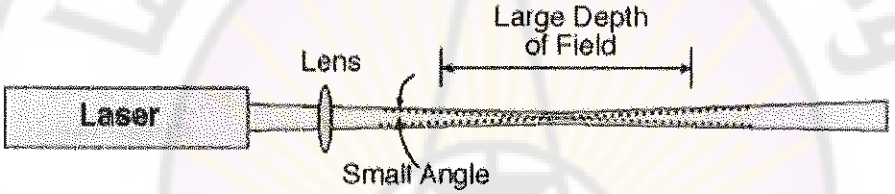
وهنا يجب أن نوضح خاصية امتاز بها شعاع الليزر عن غيره من مصادر الضوء العادي، وهي عمق مجال تركيز الليزر، والشكل الآتي يوضح هذا المصطلح.

في حالة تركيز أشعة الضوء العادي باستخدام عدسة، فإن عمق تركيز الأشعة لا يتعدى الميليمتر فقط.

Damascus University



أما عمق تركيز أشعة الليزر فيصل إلى ما يقارب 50 سنتيمتر إن لم يكن أكثر، وهذا يعطي مجالاً واسعاً للتطبيقات التي يجب فيها تحريك الليزر.



9-9-5- تطبيقات الأبحاث العلمية Scientific research applications:

قلما يوجد بحث علمي سواء في مجال الفيزياء أو الكيمياء أو الجيولوجيا أو الأحياء إلا ويستخدم الليزر كأداة رئيسة في هذه الأبحاث، ومن تطبيقاته في المجالات العلمية نذكر الآتي:

Spectroscopy

Laser (inertial) fusion

Very short pulses (10^{-15} femtosec)

Laser cooling of atoms

Study of the interaction of electromagnetic radiation with matter

وكل موضوع من الموضوعات السابقة بحاجة إلى كتاب لشرحه وذكرت هنا للعلم.

تطبيقات خاصة Special applications:

هذه من التطبيقات المتقدمة ولا مجال لشرحها بالتفصيل في هذه المرحلة، ونذكر من هذه التطبيقات ما يلي:

Energy transport in space

وهي محطات فضائية للاستخدام البشري، وتعتمد على الليزر في تزويدها بالطاقة اللازمة عن طريق توجيه أشعة الليزر من الأرض للمحطة الفضائية.

Laser gyroscope

وهو جهاز يستخدم للحفاظ على الاتجاه في الفضاء

Fiber laser

وهي تطبيقات تعتمد على توليد الليزر في الألياف الزجاجية من دون الحاجة إلى استخدام الطاقة الكهربائية لعملية الضخ.

9-10- الساعات الذرية

يعد قياس الوقت بدقة عالية أحد أهم الإنجازات التي حققها الإنسان في القرن الماضي، فتحديد بداية الأشهر والسنوات وضبط التوقيت العالمي أمور في غاية الأهمية. لقد تم قياس الوقت وضبطه منذ وجود الإنسان على سطح الأرض، حيث تم تشييد الكثير من المراصد الفلكية، واختراع العديد من الأدوات والوسائل والأجهزة لتحديد الزمن بشكل دقيق وتقديره.

وتعّد الساعات الذرية Atomic Clocks من أحدث وأكثر أجهزة ضبط الوقت دقة ، وقد توصل إلى مبدأ عملها بروفيسور الفيزياء (إيزادور رابي) من جامعة كولومبيا في عام 1945 ، معتمداً على تقنية قام بتطويرها في ثلاثينيات القرن الماضي أسماها الشعاع الذري للرنين المغناطيسي، و تم إنجاز وبناء أول

ساعة ذرية في عام 1949 التي استخدم فيها جزئ الأمونيا كمصدر للتذبذب، وبعدها وفي عام 1952 تم استخدام السيزيوم وهو العنصر الشائع في الساعات الذرية الحالية. ويقوم المبدأ العام لهذا النوع من الساعات عالية الدقة التي يصل مجال الخطأ فيها ثانية واحدة لكل مليون سنة ، على مبدأ التذبذب بين نواة ذرة عنصر ما والإلكترونات المحيطة بها ، حيث تتميز كل ذرة لأي عنصر بذبذبة خاصة، وبعدد معين من الترددات ، فيكون بعضها على طول الموجة الراديوي، والآخر في الطيف المرئي أو بين الاثنين .

NBS-6 إحدى أكثر الساعات الذرية دقة في العالم وبخطأ يصل إلى ثانية واحدة كل 300 ألف سنة.

9-10-1- أنواع الساعات الذرية:

بالرغم من أن المبدأ العام للساعات الذرية كافة واحد، إلا أن العناصر الكيميائية الداخلة فيها مختلفة ، فمع بداية ظهور هذا النوع من الساعات تم استخدام الأمونيا ، ثم ظهرت ساعات السيزيوم 133 الذرية وهي الأكثر انتشاراً، وتصل دقتها إلى أفضل من ثانية لكل مليون سنة ، كما تم استخدام عناصر كيميائية أخرى مثل الهيدروجين والروبيديوم وغيرها .

NIST-7 أكثر دقة من ساعة NBS-6 بعشرين مرة.

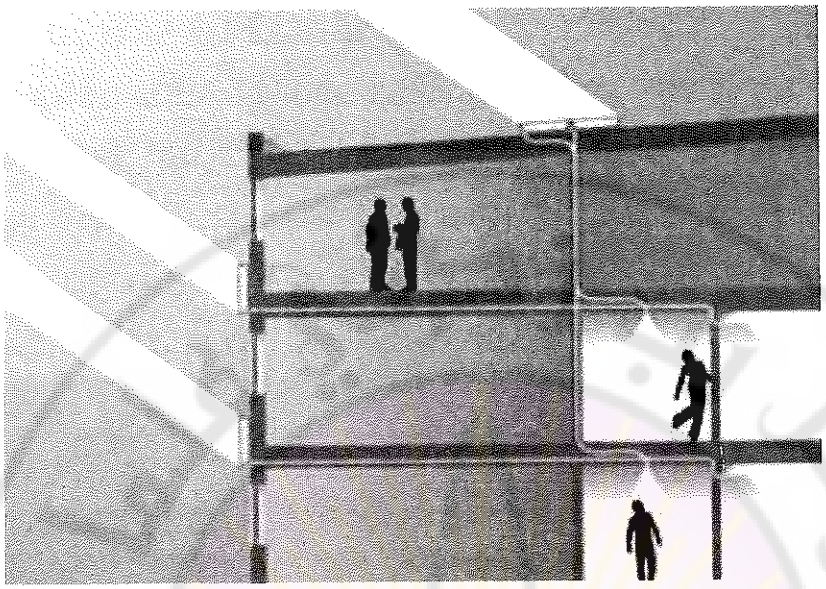
9-10-2- استخدامات الساعات الذرية:

تؤدي الساعات الذرية دوراً هاماً في حياتنا اليومية، فبواسطتها يتم ضبط تزامن شبكة الإنترنت في شتى أنحاء العالم، وتشغيل نظام الملاحة العالمي، ونظام تحديد الموقع GPS والذي يحدد المواقع بواسطة الأقمار الصناعية ، كما تؤدي هذه الساعات دوراً مهماً جداً في تحديد مواقع الأجرام السماوية ومتابعة حركة المركبات الفضائية وتحديد الوقت اللازم لتحرك الكواكب والنجوم وحدوث بعض الظواهر الفلكية.

إن استخدامات هذه الساعات لا يمكن حصرها ، فعن طريقها يتم ضبط شبكات الاتصالات السلكية واللاسلكية وشبكات توزيع الطاقة الكهربائية ونقلها، وضبط حركة المواصلات العامة، وحركة الطائرات عالميا بدقة عالية وأمان .

9-11- الألياف الضوئية:

تستغل الألياف الضوئية انكسار الضوء بل وحتى انعكاسه الكلي. فعندما يدخل شعاع الضوء مائلاً بشكل كبير إلى الألياف الزجاجية لأول مرة يخرج إلى الهواء بزاوية تزيد عن زاوية الدخول. فإن زادت زاوية الخروج عن 90 درجة، فإن شعاع الضوء لا يخرج بل ينعكس بالكامل ليسقط على السطح الزجاجي المقابل لزاوية دخول أيضاً كبيرة، وبالتالي تمكننا هذه الألياف من أسر الضوء وإجباره على أخذ مسارات غير مستقيمة حتى يخرج مرة أخرى من الطرف الآخر!. وهذا يمكّن الأطباء من استخدام الألياف الضوئية كمناظير للحصول على صورة واضحة للأعضاء الداخلية في الإنسان. حيث يقوم الأطباء بإدخال حزمة من هذه الألياف لا يتعدى سمك الواحدة شعرة الرأس إلى معدة إنسان عن طريق فمه، فتقوم هذه الألياف بنقل صورة واضحة لمعدة الإنسان. كما أن هذه الألياف تستخدم في المباني السكنية لنقل ضوء الشمس المباشر من الخارج إلى داخل الغرف التي لا توجد بها أي نوافذ؛ وذلك من دون أي استهلاك للكهرباء.



استخدام الالياف الضوئية للاضاءة بداخل المباني

9-12- القمر و البحر:

نغفل أحيانا الدور المذهل الذي يؤديه البحر في بعض الظواهر الكونية. فنحن ننبهر بالبحر، ونراه ظاهرة محلية جبارة. لكن البحر فى حقيقة الأمر أكثر من ذلك فهو ليس لاعباً محلياً فقط بل لاعب كوني. أو إذا أردنا عدم المبالغة فإنه يؤدي دوراً واضحاً بداخل مجموعتنا الشمسية. فالقمر و الشمس يدركان وجود بحارنا. ونرى أثر ذلك في ظاهرة المد والجزر المشهورة.

9-13- الأمواج الكهرومغناطيسية:

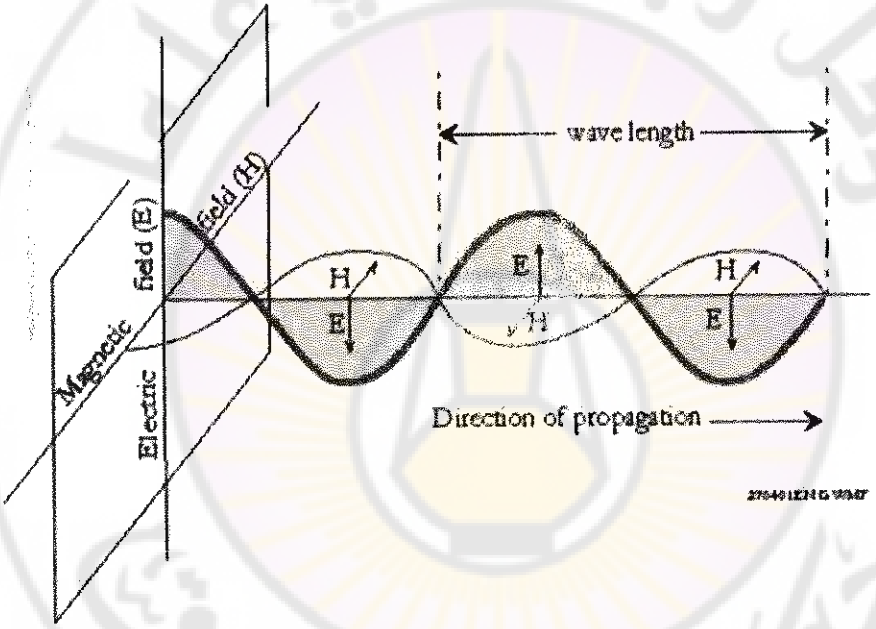
مجالات الأمواج الكهرومغناطيسية وتطبيقاتها، التلوث الكهرومغناطيسي

تعد الموجات اللاسلكية أو الكهرومغناطيسية أحد أهم الاكتشافات العلمية في العصر الحديث، فلا يكاد يخلو منزل من الأجهزة التي تعتمد في تشغيلها على تلك الموجات، فهي التي تنقل إلينا الأخبار والمعلومات والحوارات عبر الأثير ولملايين الأميال من جميع أنحاء العالم، وعلى الرغم من أن هذه الموجات لا يمكن رؤيتها

بالعين المجردة إلا أنها استطاعت أن تغير من ملامح التاريخ والمجتمع الذي نعيش فيه فإذا نظرت حولك ستجد المئات بل الملايين من الأجهزة التي أسهمت وبشكل كبير في تطور البشرية. ونذكر على سبيل المثال، وليس الحصر بعض الأجهزة الرئيسة التي تعتمد بصفة أساسية على الموجات اللاسلكية: محطات البث الإذاعي التي تعمل على موجات AM أو .FM والهواتف اللاسلكية. وشبكات الحاسب الآلي اللاسلكية. والهواتف النقالة،

وأجهزة التليفزيون. وأجهزة الاتصالات الفضائية. و أقبل الإنسان على استعمالها مندفعاً للاستفادة منها من دون وعي و إدراك لمخاطرها الصحية. فالأسئلة التي تشغل بال كثير من الناس تتمثل بالسؤال عن مدى تأثُّر صحتنا بالأدوات الكهربائية والإلكترونية التي نستخدمها في منازلنا يومياً؟ وما مدى تأثير هذه الأدوات والأجهزة الإلكترونية عن أجسامنا؟ للإجابة على مثل هذه التساؤلات نستعرض معاً هذا البحث الذي يشرح من خلاله التأثيرات الصحية للإشعاعات الكهرومغناطيسية الصادرة عن استخدام الأجهزة الإلكترونية و منظومات

الاتصالات و تأثيرها في صحة الإنسان. تنشأ الموجات الكهرومغناطيسية عن طريق تسخين الذرات؛ مما يؤدي إلى اهتزاز الإلكترونات، وينتج عن حركة هذه الإلكترونات المهتزة مجال كهربائي متغير يولد مجالاً مغناطيسياً في النقطة المجاورة وتبعاً لنظرية ماكسويل، ينتج عن هذا المجال المغناطيسي مجالٌ كهربيٌ مستحثٌ في النقطة المجاورة، وهكذا ينتشر الاضطراب من نقطة إلى أخرى عن طريق التغير المتناوب للمجالين الكهربائي والمغناطيسي.

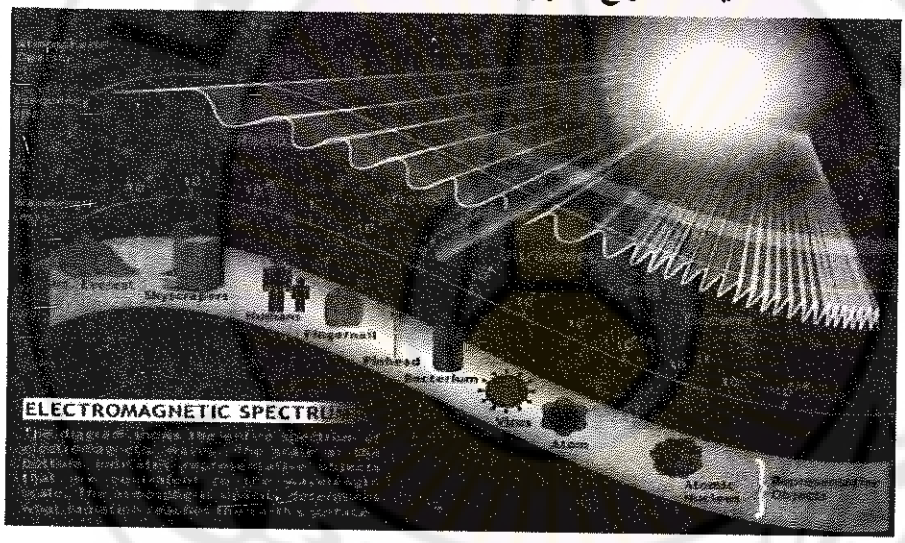


9-13-1- خصائص الأمواج الكهرومغناطيسية:

تنتشر الأشعة الكهرومغناطيسية في الفراغ بسرعة ثابتة (سرعة الضوء) حيث تنتقل هذه الأشعة في الفراغ، وتنقل الطاقة من المصدر إلى المستقبل، لا تتأثر بالمجالات الكهربائية أو المغناطيسية، تنتشر في خطوط مستقيمة، وتخضع للخصائص الموجية من حيث الحيود والتداخل، لها موجات مستعرضة قابلة للاستقطاب. تم اكتشاف هذه الأشعة على مراحل حيث كان العالم هيرتز عام 1887 Hertz أول من عمل في هذا المجال، وكان المعروف في ذلك الوقت

فقط أشعة الراديو والأشعة المرئية ومن ثم تم اكتشاف باقي الطيف الكهرومغناطيسي من خلال الملاحظات والظواهر الفيزيائية. وحين التحدث عن جزء خاص من هذا الطيف الكهرومغناطيسي، مثل: الضوء المرئي، والمايكروويف، والأشعة السينية وأشعة غاما، وموجات التلفزيون، والراديو كلها عبارة عن أشعة تعرف باسم الأشعة الكهرومغناطيسية Electromagnetic Radiationوكلها لها الخصائص نفسها، ولكنها تختلف في الطول الموجي Wavelength أو التردد Frequency

9-13-2- طيف الأمواج الكهرومغناطيسية:



1- أشعة غاما:

هي الموجات الأقصر طولاً في الطيف الكهرومغناطيسي و الأكثر تردداً بالفعل، وذات الطاقة الأعلى؛ وذلك لأنها تنتج من التفاعلات النووية، ومن العناصر المشعة. اكتشفت من قبل العالم الفرنسي فيلارد(fillard).

تتميز هذه الأشعة بقدرتها على قتل الخلايا الحية. توجد أشعة غاما كثيراً في الفضاء الخارجي، وتنتج عن الانفجارات التي تحدث في الفضاء، كما أنها تنتج

أيضاً عن الانفجارات الشمسية نتيجة للتفاعلات النووية وتصل طاقة أشعة غاما إلى مليون إلكترون فولت. كما أن الانفجار الناتج عن القنبلة النووية ينتج طاقة هائلة، جزء منها على شكل أشعة غاما تكون لها عواقب وخيمة.

❖ **تطبيقات أشعة غاما:**

في الطب:

تستخدم أشعة غاما في الطب لقتل الخلايا السرطانية، ومنعها من النمو، حيث تنفذ أشعة غاما في الجلد، وتعمل على تأين الخلايا، وهذا يسبب قتل تلك الخلايا.

في الصناعة:

تستخدم أشعة غاما في الصناعة لفحص أنابيب البترول، واكتشاف نقاط الضعف فيها. كما تستخدم أشعة غاما في تخليص المواد الغذائية المصنعة من الجراثيم، والبكتيريا، وغيره.

في العلوم:

تستخدم أشعة غاما في تطوير التفاعلات النووية، والتجارب العلمية لكشف أسرار النواة.

خطورة أشعة غاما:

التعرض لأشعة غاما يسبب تأين للخلايا البشرية، وتتسبب بصورة رئيسة في الإصابة بالسرطان. ولوقاية الأشخاص الذين يعملون في مجال أشعة غاما يستخدم حاجز سمكه 1سم من الرصاص يتمتع بمعامل امتصاص كبير لهذه الأشعة.

2- الأشعة السينية:

الأشعة السينية (أو أشعة X) وتأتي بالترتيب بعد أشعة غاما في الطيف الكهرومغناطيسي تتميز بقدرتها على اختراق المواد اللينة بينما لا تخترق المواد القاسية.

اكتشفت أشعة إكس عام 1895 بواسطة العالم الألماني وليام رونتجين Wilhelm Roentgen. حيث قام العالم رونتجين بقذف شعاع إلكتروني ذي طاقة حركة عالية خلال تسريعها في فرق جهد كبير يصل إلى 30000 فولت في أنبوبة زجاجية مفرغة من الهواء. عند اصطدام الإلكترونات المسرعة بزجاج الأنبوبة المفرغة لاحظ رونتجين توهجاً واضحاً على شاشة فسفورية مثبتة على مسافة قصيرة منها . هذا التوهج استمر حتى حين وضع لوح خشبي بين الأنبوبة المفرغة والشاشة الفسفورية. وحتى يتأكد من أن هناك أشعة جديدة اخترقت تلك الأجسام، ووصلت للشاشة الفوسفورية قام رونتجين بتجربة إضافية حيث وضع يده أمام الأنبوبة المفرغة، وشاهد على الشاشة الفوسفورية صورة لعظام يده، ولاحظ أنه اكتشف أشعة جديدة هي أشعة إكس.

❖ **تطبيقات أشعة إكس:**

في الطب:

من خصائص أشعة إكس عند تسليطها على جسم الإنسان لفترة زمنية متناهية في الصغر يمكن تصوير العظام حيث إنها تنفذ من الجلد، ولا تنفذ من العظم، وبهذا تستخدم في تشخيص الكسور التي قد تصيب العظام.

في الصناعة:

تستخدم أشعة إكس في الصناعة لفحص المواد المستخدمة في التصنيع والتأكد من جودتها، وكذلك في مراقبة الأمتعة في المطارات.

في العلوم:

تستخدم أشعة إكس في الأبحاث العلمية لدراسة التركيب البلوري للمواد، ولمعرفة المواد الداخلة في تركيب مادة مجهولة، مثل كشف المواد المكونة للخليط الذي استخدمه الفراعنة في التحنيط.

خطورة أشعة إكس:

بالرغم من الاستخدامات العديدة لأشعة إكس، فإن التعرض لها أكثر من اللازم يؤدي إلى الإصابة بمرض السرطان أو حرق لخلايا الجلد، والسبب في ذلك يعود إلى أن أشعة إكس هي في حد ذاتها أشعة مؤينة، فعندما تصطدم أشعة إكس بالذرة فإنها تعمل على تحرير إلكترونات الذرة، وتحولها إلى أيون موجب، وتقوم الإلكترونات المتحررة بتحويل المزيد من الذرات المجاورة إلى أيونات بالتصادم معها. الأيونات أجسام مشحونة كهربياً، وليست متعادلة، مثل: الذرات؛ مما يسبب تفاعلات كيميائية غير طبيعية داخل الخلايا الحية، ومن الممكن أيضاً أن يحدث خلل في سلاسل حمض الـ DNA، وحدوث خلل في الـ DNA قد يسبب موتاً لتلك الخلية؛ مما يسبب الكثير من الأمراض غير المتوقعة أو أن تتحول الخلية الحية –إذا لم تمت– إلى خلايا سرطانية تنتشر في جسم الإنسان حيث قال باحثون فرنسيون: إن احتمالات الإصابة بسرطان الثدي تزيد كلما تعرض الصدر لأشعة إكس، وبخاصة لدى السيدات اللاتي يمتلكن جينات لديها القابلية لذلك. استند بحثهم هذا إلى تحليل أجري لـ1600 سيدة يحملن جين BRCA1 و BRCA2وقال رئيس فريق الباحثين الدكتور دافيد جولدجار: إن السيدات اللاتي

تعرضن لأشعة إكس، ولو بمقدار قليل، هن معرضات للإصابة بسرطان الثدي بنسبة 54% أكثر من السيدات اللاتي لم تتعرض صدورهن لهذا النوع من الأشعة، ووجدت الدراسة التي أجراها باحثون في الوكالة الدولية لأبحاث السرطان في فرنسا أن التعرض لأشعة إكس قبل سن العشرين قد يكون سبباً في تزايد مخاطر الإصابة بسرطان الثدي لاحقاً.(27/حزيران/2006)

3- الأشعة فوق البنفسجية:

تأتي في الترتيب بعد الأشعة السينية، وقبل الضوء المرئي في الطيف الكهرومغناطيسي تتواجد بنسبة كبيرة في الأشعة الكونية، ولكن معظمها لا يصل إلى سطح الأرض بفضل الغلاف الجوي . اكتشفت الأشعة فوق البنفسجية في العام 1801 من قبل العالمJohanna. Ritter بواسطة تجربة عملية قام فيها باستخدام منشور لتحليل ضوء الشمس إلى ألوانه الأساسية وتعريض كل لون على عينة من الكلوريد، ولاحظ أن الضوء الأحمر يحدث تأثيراً طفيفاً للكلوريد، ولكنَّ الضوء ذا اللون البنفسجي سبب في اسمرار لون الكلوريد. وبمجرد تعريض الكلوريد إلى المنطقة بعد اللون البنفسجي احترقت عينة الكلوريد تماماً، وهذا إثبات على وجود طيف كهرومغناطيسي غير مرئي بعد اللون البنفسجي أطلق عليه بالأشعة فوق البنفسجية. تشع شمسنا كافة الأطياف الكهرومغناطيسية، ولكن الإشعاع الذي يسبب اسمرار الجلد عند التعرض لأشعة الشمس هو الأشعة فوق البنفسجية حيث إن جزءاً غير بسيط من هذه الأشعة يستطيع اختراق الغلاف الجوي، ولا شك في أننا قد لاحظنا لسعة أشعة الشمس على الجلد عند تعرضنا مباشرة لها، هذه اللسعة لا نشعر بها في حالة سقوط أشعة الشمس من خلال نافذة من الزجاج؛ لأن الزجاج يمتص الأشعة الفوق بنفسجية.

❖ **تطبيقات الأشعة فوق البنفسجية:**

في الطب:

تستخدم الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من مصابيح خاصة في تعقيم أدوات الجراحة حيث إن الأشعة فوق البنفسجية تقتل البكتيريا والفيروسات.

في الصناعة:

تستخدم الأشعة فوق بنفسجية في صناعة الدوائر الإلكترونية الرقيقة.

في العلوم:

استخدم العلماء الأشعة فوق البنفسجية في دراسة مستويات الطاقة للذرات المختلفة. كما يمكن لعلماء الفلك من تحديد المسافات بين المجرات والنجوم من خلال رصد طيف الأشعة فوق البنفسجية المنبعثة منها.

كذلك يدرس العلماء من خلال مصابيح خاصة تأثير الأشعة فوق البنفسجية في المواد حتى نتأكد من صمودها تحت أشعة الشمس قبل استخدامها في الصناعات المختلفة.

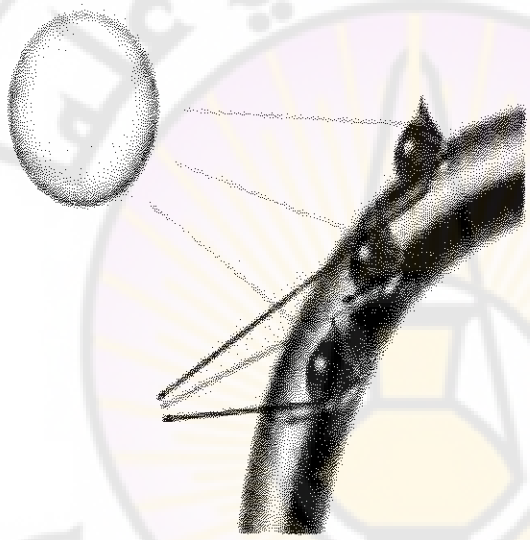
خطورة الأشعة فوق البنفسجية والوقاية منها:

إن التعرض لأشعة الشمس المباشرة التي تحتوي على الأشعة فوق البنفسجية يسبب آلاماً شديدة في العين أو حرقاً للجلد أو سرطان الجلد.

وللوقاية منها يمكن استخدام النظارات الشمسية التي تمتص هذه الأشعة، والابتعاد عن التعرض لأشعة الشمس المباشرة. وكما أن هذه الأشعة تسبب دماراً للنباتات التي تحافظ على طبقة الأوزون. وتجدر الإشارة أن شاشات التلفزيون تبعث أشعة فوق بنفسجية؛ بالإضافة إلى الأشعة المرئية ولهذا يجب أن تكون شاشات التلفزيون بعيدة عنا بما فيه الكفاية لتقليل خطورة هذه الأشعة. والمسافة الصحيحة هي عشرة أضعاف قطر التلفزيون.

4- **الأشعة المرئية :**

وهي تمثل الجزء الذي تستطيع العين البشرية تمييزه من الطيف الكهرومغناطيسي . تقع بين الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء. وهي المسؤولة عن كل الأحداث الضوئية المرئية التي نشاهدها من حولنا، ويمكن تقسيمها إلى أقسام أخرى حسب لون الطيف كالتي تظهر في السماء بعد سقوط المطر، وتعرف بقوس قزح

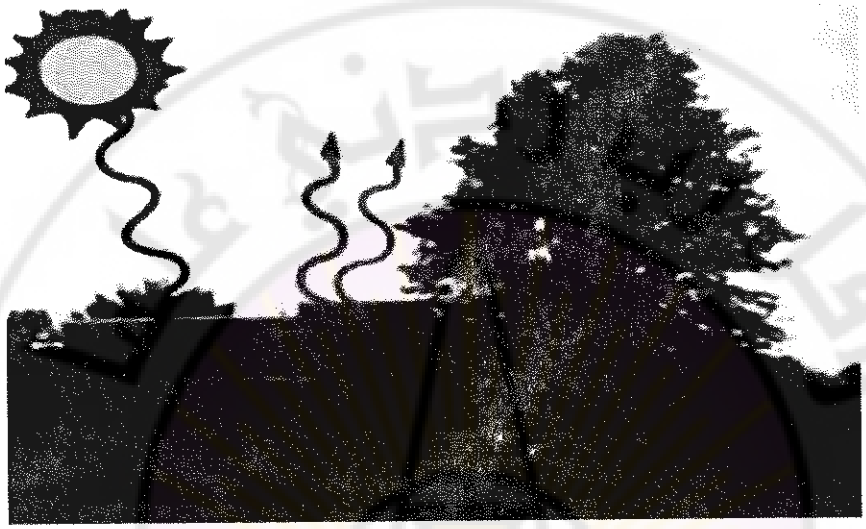


لكل لون من هذه الألوان طول موجي خاص به يكون للون الأحمر فيه أطول طول موجي في الطيف المرئي. يعطي اجتماع هذه الألوان بعضها مع بعض اللون الأبيض. ولتحليل الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف نستخدم موشوراً حيث ينحرف (ينكسر) كل لون بزاوية خاصة حسب طوله الموجي.

5- الأشعة تحت الحمراء :

تأتي مباشرة في الترتيب بعد الأشعة الضوئية المرئية تمثل هذه الأشعة بالإشعاع الحراري كونها تأتي من الأجسام الساخنة ومصادر الحرارة، مثل: الشمس، وأجهزة التدفئة، والمصابيح. ولها تطبيقات كثيرة معظمها يندرج تحت

التسخين والتدفئة، ولكنها أيضاً تستخدم في أجهزة التحكم عن بعد، وبعض تطبيقات الاتصال بأجهزة الكومبيوتر، والهاتف المحمول حيث تغطي الأشعة تحت الحمراء منطقة واسعة من الطيف الكهرومغناطيسي.



تصدر العديدُ من الأشياء أشعةً تحت الحمراء، مثل: جسم الإنسان، والحيوان، والنباتات، وكذلك الكرة الأرضية، والشمس، والأجرام السماوية. هذه الأشعة لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة وباستخدام أجهزة خاصة تمكِّن الإنسان من الرؤية في الظلام الدامس باستخدام هذه الأشعة. يجب التأكيد على نقطة مهمة وهي أن الأشعة تحت الحمراء القريبة لا تعد ساخنة، ولا يمكن الشعور بها وهي التي تستخدم في أجهزة الرموت كنترول للتحكم بالأجهزة عن بعد.

6- الموجات المايكروية (أشعة المايكروويف):

وهي موجات راديوية كهرومغناطيسية ذات طول موجي قصير نسبياً تأتي بالترتيب بعد الأشعة تحت الحمراء في الطيف الكهرومغناطيسي. لها تطبيقات عديدة، منها: أفران المايكروويف المستخدمة في المطاعم، والبيوت. كما أن

للموجات المايكروية تطبيقات عديدة في أنظمة الاتصالات. ونقل المعلومات وأجهزة الاستشعار عن بعد، وأجهزة الرادار.

❖ **فكرة عمل فرن المايكروويف:**

يستخدم فرن المايكروويف أشعة المايكروويف لتسخين الطعام الموضوع في داخل الفرن، وللعلم فإن أشعة المايكروويف هي أمواج راديو ذات ترددات 2500 ميجاهرتز، وتمتلك هذه الأمواج عند هذا التردد خاصيتين مهمتين هما:

الخاصية الأولى:

إن أشعة المايكروويف تمتص بواسطة الماء، وهذا يعني أن جزيئات تلك المواد التي تحتوي على الماء تمتص هذه الأشعة من خلال ذرات، وجزيئات تلك المواد. وامتصاص هذه الأشعة (المايكروويف) تكسبها طاقة تجعلها تتذبذب بدرجة كبيرة؛ مما يتصادم بعضها ببعض، وتنتج حرارة التسخين اللازمة لطهيها.

الخاصية الثانية:

إن السيراميك والفخار لا تمتص أشعة المايكروويف ولا تتأثر بها، وهذا يعني أنها لن ترتفع درجة حرارتها، أما المواد المعدنية اللامعة، مثل: الألمنيوم، فيعكس تلك الأشعة؛ ولذا يحظر استخدامها داخل أفران المايكروويف.كما يحظر استخدام المواد البلاستيكية.

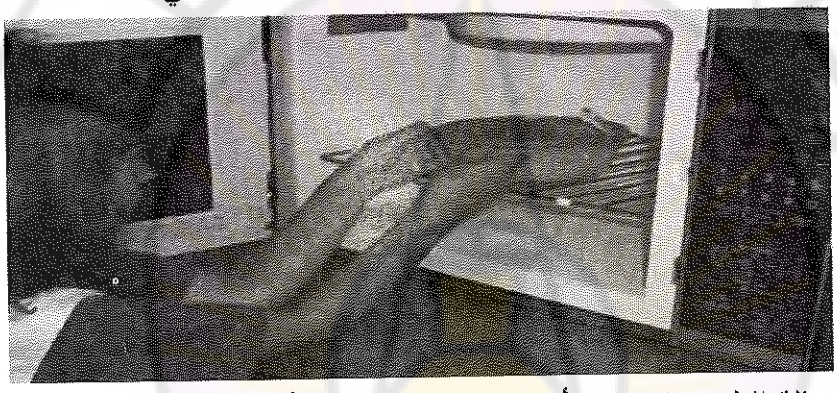
- **تاريخ فرن الميكروويف وتصميمه:**

في عام 1946 وفي أثناء القيام ببعض الأبحاث الخاصة بالرادار لاحظ المهندس سبنسر Spencer Percy حينما كان يختبر صماماً مفرغاً يسمى بالمجنترونmagnetron أن الشكولاته التي كانت في جيبيه تعرضت لحرارة ما جعلتها تتعرض للذوبان ، رغم أنه لم يكن يشعر بأي حرارة على جسمه أو سترته، لم يفهم السبب في البداية...فتعمد وضع حبات من القمح بجانب هذا الصمام،فإذا بالفشار الناضج يتناثر في أرجاء معمله. و توصل سبنسر إلى أن تعرض هذه

الأشياء إلى كثافة بسيطة من أشعة المايكروويف أدت إلى ذلك و أشار إلى إمكانية حدوث هذه الظاهرة مع أي نوع من الطعام.

- **كيف يقوم فرن المايكروويف بالطهي:**

يقوم فرن الميكرووف بطهي الطعام من الداخل إلى الخارج بعكس الأفران العادية التي تقوم بالطهي من الخارج إلى الداخل حيث تنتقل حرارة الفرن منه إلى الوعاء، ومنه إلى المواد الملاصقة له بالتوصيل بينما لا يزال وسط الطعام بارداً، وهذا ما يسبب احتراق الأجزاء الملاصقة للوعاء عند نهاية الطهي.



في حالة الطهي باستخدام أشعة المايكروويف فإن أمواج الراديو تمتص بواسطة جزيئات الماء والدهون المكونة للطعام، وبالتالي ترتفع درجة حرارة كل جزيئات الطعام بالوقت نفسه، وبالدرجة نفسها، ومن هنا نعرف الفرق بين الطريقة التقليدية للطهي، وطريقة فرن المايكروويف.

أفران المايكروويف بين أمان الغذاء وخطورة الموجات.. أين الحقيقة؟

عند حديثنا عن الميكروويف، وتأثيره في الصحة ترد إلى الذهن عدد من القضايا والأمور، وهي:

أولاً- ببساطة إذا كنا نشاهد الميكروويف يسبب تسخيناً للغذاء، فهذا يعني أنه يمكن أن يسخن أي جزء من أجسامنا يتعرض له بالصورة نفسها، وهذا

أمر حقيقي لا نقاش فيه. وعليه فإن التعرض لأشعة الميكروويف يسبب تلفاً للأنسجة.

ثانياً- الضرر الذي تسببه الأشعة مقتصر على تلف الأنسجة وحرقها إذا كانت الجرعات كبيرة أو التعرض لها مباشرة. ماذا لو كانت بصورة بسيطة أو غير مباشرة، هل ثمة ضرر كما يقال؟

أوضحت الدراسات أن أشعة الميكروويف لها بعض التأثيرات الضارة في صحة الإنسان تظهر أعراضها في صورة صداع، وقلق نفسي مع الأرق، وعدم القدرة على التركيز، والشعور بالإعياء بصفة عامة، وقد ثبت أن التعرض لأشعة الميكروويف يمكن أن يكون له تأثير ضار في العين، مثل: الإصابة بمرض المياه البيضاء (كتاراكت)، وذلك عند التعرض إلى هذه الأشعة بكثافات عالية.

7- **الموجات الراديوية الإذاعية و الرادارية:**

تشمل طيفاً متنوعاً من تقسيمات الأمواج الكهرومغناطيسية التي ينتجها الإنسان كالأمواج الإذاعية والتلفزيونية، والبث الإذاعي، وأنظمة الاتصالات، وأنظمة الرادار.

- **الهاتف المحمول:**

الهاتف المحمول ليس ابتكاراً علمياً مذهلاً فحسب، ولكنه من أهم تقنيات القرن الحادي والعشرين. وطبقا للإحصائيات نجد أن عدداً كبيراً جداً من الأشخاص يستخدمون هذه الأجهزة، وإن الزيادة في استخدامها زاد من إنشاء المحطات القاعدية اللازمة لها، والتي عادة ما توضع فوق أسطح المنازل، أو فوق أبراج بث خاصة بها. ولقد صاحب انتشار هذا النوع من الهواتف ومحطاته عدد كبير من الدراسات والأبحاث التي تشير إلى الأضرار الصحية الناجمة عن هذه المعدات؛ ولذلك ومن منطلق إيماننا بأن استخدام الهاتف المحمول أصبح من ضروريات حياتنا اليومية، وكذلك لأهمية استخدامه كان لزاماً علينا أن نوضح بعض الأضرار

الناجمة عن استخدام هذا الهاتف، ودوره في تلوث الوسط المحيط بالموجات الكهرومغناطيسية، والتطرق إلى بعض المعايير العامة لمحاولة تجنب أو التقليل بقدر الإمكان من هذه الأضرار، والتي يجب اتباعها طبقاً للمعايير الدولية في هذا المجال، وتوضيح الاستخدام الآمن لها، وذلك بهدف التوعية لهذه الأضرار وإمكانية تلافيها.

❖ **مخاطر الجوال الصحية:**

- **المحمول والزهايمر:**

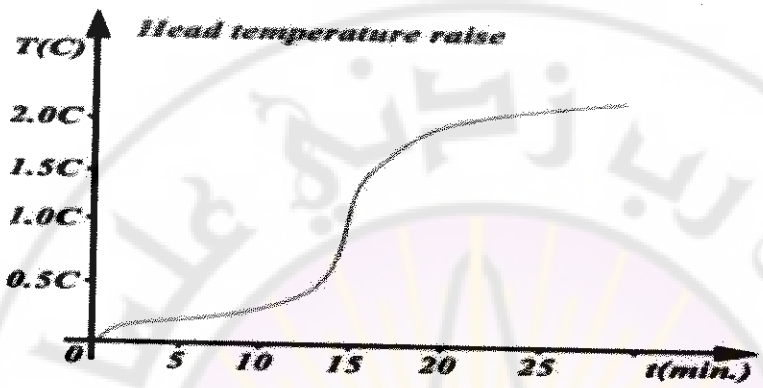
حذر علماء في السويد في أوائل هذا العام من أن الهواتف المحمولة قد تسبب تلف الخلايا الدماغية المهمة، وتشجع الإصابة بمرض الزهايمر (الخرف)، حيث أظهرت الاختبارات على الفئران أن الإشعاعات الصادرة عنها تدمر المناطق الدماغية المسؤولة عن التعلم والذاكرة والحركة.

- **المحمول و الأرق و فقدان الذاكرة:**

أشارت دراسة من السويد وسويسرا إلى أن الإشعاع الناجم عن الهاتف المحمول يؤدي إلى تقطع النوم. أكد العلماء في جامعة واشنطن الأميركية مؤخراً صحة ما جاءت به الدراسات السابقة حول خطورة الهاتف الخلوي (الجوال)على صحة وسلامة الدماغ وتأثيراته السلبية على الذاكرة والمهارات العقلية، وأن المحمول قد يسبب فقدان الذاكرة طويل الأمد. و قد حذر مخترع رقائق الهاتف المحمول عالم الكيمياء الألماني فرايدله إيمفولن هورست من مخاطر ترك أجهزة الموبايل مفتوحة في غرف النوم لأنها تسبب حالة من القلق و الأرق فيما أشار بحث في علم الفيزياء الطبية أجري في جامعة طنطا إلى التأثيرات السلبية للنقال على الجهاز العصبي، ومنها ضعف الذاكرة، والإرهاق، والصداع؛ إضافة إلى التأثير في نشاط عنصر النحاس داخل الجسم حيث يؤدي إلى حدوث تغيرات في لون الجلد خاصة في المنطقة المحيطة بالأذن والوجه.

- **فقدان النظر:**

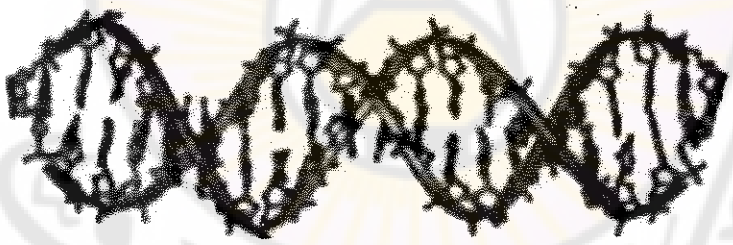
إن الموجات الصادرة من الهاتف الخلوي ترفع من درجة حرارة المنطقة المحيطة بالعين تبعاً لزمن المكالمة وفق المخطط الآتي:



يشك أن مستخدمي المحمول بشكل كبير يمكن أن يصابوا بفقدان البصر!، فالإشعاعات التي تصدر عن هذه الأجهزة عند استعمالها يمكن أن تسبب إصابة الإنسان بالعمى. هذا ما توصلت إليه اختبارات عملية أجريت على الأرانب، وتبين أن الموجات الإشعاعية الدقيقة الصادرة عن الهواتف المحمولة تسبب إصابة عيون الأرانب بمرض الكتاراكت. قد يسبب المحمول حساسية الجلد:

أعلن طبيب ياباني أن المحمول ربما يكون مسئولاً عن زيادة ملحوظة في الطفح الجلدي والحساسية. وأوضح أن طاقة الموجات الصادرة عن المحمول تزيد من ردود الفعل التحسسية لدى الأشخاص المصابين بالحساسية. ودرس الدكتور هجيم كمنتا في مستشفى يونيتيكا في مدينة كيوتو اليابانية تأثير موجات المحمول في حالات 52 شخصاً يعانون من مختلف أنواع الحساسية، وأكد أن الموجات «تهيج المواد المسببة للحساسية في مجرى الدم في أجسامهم الأمر الذي يقود إلى ظهور ردود فعل تحسسية موجات الهاتف المحمول تدمر الحمض النووي «DNA»حذرت دراسات كثيرة من الآثار الضارة للتلفون المحمول بسبب :

الإشعاعات الصادرة عنه من موجات كهرومغناطيسية ذات التردد العالي التي تؤثر في الحمض النووي الشفرة الوراثية للإنسان.«DNA» حيث توصلت دراسة أوروبية دامت أربع سنوات إلى أن الموجات الصادرة عن الهواتف المحمولة تسبب الأذى للخلايا وتدمر الحمض النووي.DNA وذكرت صحيفة ديلي تلغراف البريطانية أخيراً أن دراسة قامت بها 12 مجموعة من الباحثين عبر أوروبا وجدت أن خلايا الحمض النووي تتحطم إذا ما تعرضت لموجات لاسلكية عالية التردد صادرة عن الهواتف المحمولة. وقالت الصحيفة إن تدمير حامل الجينات الوراثية (DNA) من شأنه أن يؤدي إلى أمراض كارثية مثل السرطان وفقا لما آلت إليه الدراسة. وتفيد الدراسة بحسب الصحيفة أن الخلايا الأكبر سناً أكثر حساسية للموجات ذات التردد المنخفض من الخطوط الكهربائية وكذلك الموجات عالية التردد الصادرة عن سماعة الهاتف. ونقلت الصحيفة عن أحد أعضاء الفريق الألماني البروفيسور فرانز أدو كلوفر قوله إن الدراسة أظهرت أن نظام الإصلاح الجيني يفقد من فعاليته بتقدم العمر؛ لذلك فإن كبار السن أكثر عرضة لخطر هذه الموجات.



نلاحظ إشعاعات الهواتف الخليوية تسبب تلفاً في خلايا الدماغ من خلال تخريب DNA م مسبباً سرطان الدماغ.

- **المحمول وتأثيره في الكلى والأعضاء التناسلية:**

أصدرت الجمعية الطبية البريطانية تحذيرات من التأثيرات السلبية للهواتف النقالة وخصوصاً المستخدمة لتبادل نصوص الرسائل الإلكترونية على الأعضاء التناسلية وأعضاء الجسم الأخرى. وكانت الجمعية قد أكدت على إتباع تعليمات

معينة كضرورة تحديد فترة استخدام الهاتف النقال وإغلاقه في حالة عدم الاستعمال، وذلك لتقليل الأضرار المحتملة للموجات المنطلقة منه. لا سيما أنها توضع في منطقة الحزام حول الوسط الأمر الذي قد يؤثر سلباً على الأعضاء الداخلية، مثل: الكليتين والأعضاء التناسلية بسبب الموجات المنطلقة، والإشعاعات المنبعثة منها.

- **المحمول و السرطان:**

أقرت دراسة سويدية بأن مستخدمي الجوالات بكثرة معرضين للإصابة بأورام حميدة على المخ خاصة في منطقة العصب السمعي، و دعمت أبحاثها بأن هذا النوع من الأورام في ازدياد كبير، ففي بريطانيا حوالي 4700شخص يصابون به سنوياً وحول العالم يصاب به كل عام أكثر من 100ألف شخص؛ وبالتالي خلال الثلاثين سنة القادمة سيزيد المرض بمقدار 45% ، و هذه الدراسة السويدية دعمتها أيضا دراسة ألمانية تقول: إن الأورام السرطانية تزيد معدلات الإصابة بها للأشخاص القريبين من مناطق شبكات الجوال للتأثر بالمجالات المغناطيسية المنبعثة منها، يقول العالم الإيطالي البروفيسور فيرونزا مارينلا: إن الأشعة المنبعثة من الهواتف المحمولة تسرع من نمو الخلايا السرطانية. وأثبتت التجارب المخبرية أن المورثات التي تولد الخلايا السرطانية في الدم تتكاثر بسرعة أكبر بكثير إذا تعرضت لأشعة أكثر من 48 ساعة. وبعد 48 ساعة من التعريض المستمر، استجابت خلايا سرطان الدم بتنشيط "المورثات الانتحارية" – فكان عدد الخلايا المعرضة للأشعة التي ماتت تزيد 20 بالمئة على الخلايا التي لم تتعرض لأي أشعة. أما في اليوم الآتي، فكانت النتائج مختلفة. فالمورثات الثلاث التي دفعت الخلايا السرطانية للتكاثر بدأت نشاطها بسرعة كبيرة في الخلايا السليمة؛ وبالتالي أصبحت الخلايا السرطانية أكثر شراسة. حذر خبراء فنلنديون في مجال عة من التساهل أو التقليل من المخاطر الناجمة عن الإشعاعات الصادرة عن

الهواتف المحمولة. فقد توصلت دراسة أجراها هؤلاء الخبراء إلى نتائج غير مبشرة لمستخدمي الهواتف المحمولة، إذ تم اكتشاف أضرار يسببها المحمول عبر التعرف إلى التغيرات البيولوجية التي تحدثها إشعاعات الهاتف في أداء خلايا الجسم. وقال دريوز ليسينسكي خبير الأشعة وأحد المعنيين بهذه الدراسة إن الإشعاعات الصادرة عن المحمول تؤثر بشكل أو بآخر في نظام البروتين (فامنتين) الموجود في خلايا جسم الإنسان؛ مما يعرض هذه الخلايا لتغيير طريقة عملها وفاعليتها. وأضاف ليسينسكي لشبكة التلفزيون والإذاعة النرويجية (أناركو) أن إشعاعات الهاتف المحمول يمكن أن تغير من وظيفة الخلايا، وهو ما يؤدي إلى تعطيل أو إحداث توترات كيميائية في هيكل الخلية؛ مما يسهم في احتمال الإصابة بأورام سرطانية وبخاصة في منطقة الدماغ. وأوضحت أناركو أنه سبق أن اكتشف في عام 2002 أن الإشعاعات الصادرة من الأجهزة الخلوية تؤثر بشكل مباشر على بروتين "أكتين" وهو أحد الأجزاء الرئيسة للخلية وهيكلها. نشرت مجلة ببيولار ساينس ذائعة الصيت نتائج دراسة قام بها ،فريق عمل سويدي بقيادة جراح الأعصاب الدكتور (ليف سالفورد) في جامعة لوند ، حيث بينت هذه الدراسة العلاقة الوثيقة بين الموجات القصيرة الصادرة عن الهواتف النقالة وتلف الدماغ عند الجرذان. تجربة فريق العمل السويدي بالغة الأهمية أجريت على مجموعة من 32 جرذاً في مختبرات جامعة لوند السويدية، أثارت بالفعل موجة هائلة من التساؤلات، وقد كشف فريق العمل عن تفاصيل هذه الدراسة الطبية، حيث تبين أنه تم تعريض أدمغة هذه الحيوانات إلى موجات قصيرة صادرة عن هواتف نقالة ولمدة خمسين يوماً، وقد لوحظ بعدها تكون ارتشاح في الأوعية الدموية في أدمغة هذه الحيوانات، وتلف في خلاياها العصبية، كما بينت هذه الدراسة العلاقة الطردية بين شدة الأشعة، ومقدار الضرر الحاصل في أدمغة الجرذان.

- **المحمول و الأطفال:**

تحذير للأطفال:

حذرت منظمة الصحة العالمية الآباء والأمهات من مخاطر السماح لأطفالهم باستخدام الهاتف المحمول لفترات طويلة، ودعت الآباء إلى توخي الحذر باستخدام الهاتف المحمول كل يوم؛ لأنهم لا يعرفون ما يكفي عن الأضرار الذي يمكن أن تنجم عن ذلك.

ووجه خبير بريطاني بارز في مجال الإشعاعات تحذيراً للآباء بعدم السماح لأطفالهم باستخدام هواتفهم المحمولة إلا عند الضرورة نظراً للمخاطر الصحية المترتبة على ذلك. وقال إنه ينبغي ألا يستخدم الأطفال دون سن الثانية الهواتف المحمولة على الإطلاق. خاصة بعد أن أجريت أبحاث في الولايات المتحدة الأمريكية على الفئران في عمر ما بين 12إلى 26 أسبوعاً، وتم تعريضها لإشعاعات مثل الصادرة من الجوالات لمدة 50 يوماً ولوحظ موت خلايا المخ العصبية، ومشاكل إدراكية وبالنسبة للتذكر و التعلم وبالتالي التعرض للزهايمر في سن مبكرة. و قد أثار عالم الفيزياء البريطاني جيراد هايلاند في بحث نشرته مجلة «لانست» مخاوف كثيرة عن الإشعاعات من هذه الهواتف، وقال إن الصبية الذين تقل أعمارهم عن 18 عاماً أكثر عرضة لأثر الإشعاعات؛ لأن أنظمة المناعة في

أجسامهم أقل قوة من البالغين. وهذه الإشعاعات لها تأثير على استقرار خلايا الجسم وأهم آثارها على

الجهاز العصبي وتسبب الصداع، واضطرابات النوم، وفقدان الذاكرة.

يقول العالم كولين بلاكمورد أحد اختصاصي الجهاز العصبي بجامعة أكسفورد: إن الأطفال هم الأكثر عرضة لتلك المخاطر نظراً لعدم تطور جهازهم العصبي؛ بالإضافة لكثرة تعرضهم للإشعاع في صورة مبكرة، ويهتم العلماء بالأطفال والمراهقين تحت سن الثامنة عشرة بالذات الذين يشكلون ربع عدد مستخدمي الهواتف المحمولة الذي يبلغ 47 مليون شخص خصوصاً بعد أن أظهرت الأبحاث الاسكندنافية أن هذه الهواتف تزيد خطر الإصابة بأورام الدماغ. كما وجد الباحثون السويديون أن مستخدمي مثل هذه الأجهزة أكثر عرضة للأورام الحميدة بحوالي ثلاث مرات ونصف. وكانت دراسة فنلندية سابقة، قد بينت وجود خطر مضاعف للإصابة بأورام الدماغ بعد سنتين من استخدام الهاتف النقال.

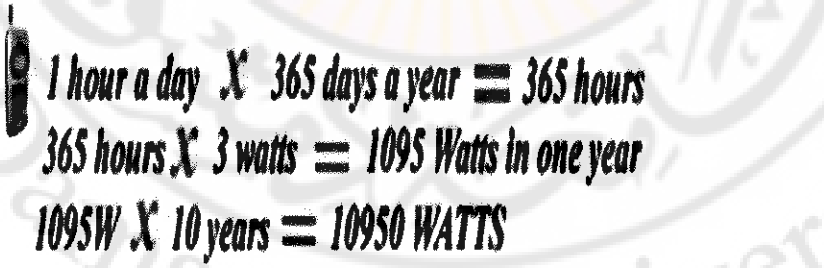
دِراسة: تعرض الأطفال للهاتف المحمول قبل الولادة قد يتسبب في مشكلات سلوكية:

Damascus University

كشفت دراسة جديدة أن الأطفال الذين استخدمت أمهاتهم الهاتف المحمول كثيراً في أثناء حملهن بهم والذين يستخدمون هم أنفسهم هواتف محمولة عرضة أكثر للمعاناة من مشكلات سلوكية.

وبحثت الدكتورة ليكا هيفيتس وفريقها من مدرسة UCLA للصحة العامة(والتي أسهمت في إجراء الدراسة لخدمة رويترز الصحية) مجموعة من 13159 طفلاً جندت أمهاتهن للمشاركة في دراسة جماعة المواليد الوطنية الدنمركية منذ المراحل الأولى لحملهن. وحين بلغ الأطفال سن السابعة طولبت الأمهات باستكمال استبيان بشأن سلوك أطفالهن وصحتهم إضافة إلى استخدام الأم للهاتف المحمول في أثناء الحمل، واستخدام الطفل للهواتف المحمولة وبعد ضبط الباحثين للأسباب التي يمكن أن تؤثر في النتائج مثل المشكلات المتعلقة بالطب النفسي للأم والعوامل الاجتماعية الاقتصادية اتضح أن الأطفال الذين تعرضوا للهواتف المحمولة قبل الولادة وبعدها تزايدت بنسبة 80 في المئة احتمالات حصولهم على درجات غريبة أو متوسطة في الاختبارات التي تقيم المشكلات العاطفية ومشكلات السلوك، والنشاط المفرط أو المشكلات مع أقرانهم. **حساب الاشعاع لساعة واحدة:**

إذا تكلمت على الهاتف الخليوي لساعة واحدة فقط يومياً فإن الإشعاع سيحسب كالآتي:



- **الاحتياطات الصحية لاستخدام الهاتف المحمول:**

1- تجنب حمل الجهاز ملاصقاً للجسم ولاسيما بالقرب من القلب، حيث يعد هذا العضو حساس لموجات المحمول؛ وإنما ينبغي حمل الجهاز في حقيبة يد بعيداً عن الجسم.

2- قلل من مدة المكالمة إلى أقصر وقت ممكن حيث إن هذا الجهاز لا ينبغي استعماله في الدردشة أو المكالمات الطويلة، ولا ينبغي أن تزيد المكالمة على دقيقه واحدة على الأكثر، وألا تزيد عدد المكالمات في اليوم الواحد على 3 مكالمات، وأن يغلق الجهاز عندما لا يراد استقبال أو إرسال مكالمات. (مثلا عند النوم)

3- اجعل بين هوائي الجهاز والأذن مسافة لا تقل عن 2 سم في أثناء الاستعمال، فهذا (طبقاً لتقارير منظمة الصحة العالمية) يقلل من كثافة وشدة التعرض للموجات الكهرومغناطيسية بمقدار السدس، وعلى بعد 20 سم بمقدار 64/1.

4- عندما تشتري موبايل ينبغي أن تبحث في كتالوج التشغيل الخاص به عما يسمى SA(أي نسبة الامتصاص النوعية) التي تحدث من خلال امتصاص الجسم لما يصدر عن الموبايل من طاقة و إشعاع، وكلما كانت هذه النسبة أقل كان ذلك أفضل.

5- على مرضى القلب، وارتفاع ضغط الدم، والصرع، وضعف المناعة، والمرضى النفسيين الذين يتلقون علاجاً كيميائياً تجنب استعمال الهاتف المحمول نهائياً نظراً لتداخل الموجات الكهرومغناطيسية مع العلاج.

6- يحظر على الأطفال ممن هم دون سن البلوغ الاستعمال المفتوح للتليفون المحمول، نظراً لأن الأطفال أكثر استعداداً للمخاطر الصحية للموجات الكهرومغناطيسية في مراحل النمو المختلفة، كما ينطبق ذلك على كبار السن.

7- يحظر على السيدات الحوامل المكالمات المتكررة والطويلة أو وضع الجهاز بالقرب من الرحم، نظراً لتأثير الموجات الكهرومغناطيسية على خلايا الأجنة في مراحل الانقسام والتطور المختلفة، ولاسيما في الثلاثة أشهر الأولى من الحمل.

8- عندما تكون في مستشفى أغلق الهاتف المحمول لأن الموجات الصادرة عنه تؤثر في الأجهزة الطبية، مثل: أجهزة السمع، وأجهزة تنظيم ضربات القلب (ينبغي أن يبعد جهاز المحمول عن أجهزة القلب مسافة لا تقل عن 20 سم).

9- لا تلبس النظارة وأنت تتحدث بالهاتف الخلوي؛ لأن النظارات يحيط بها إطار خارجي من المعدن يعمل كمنظومة هوائية مع هوائي الهاتف النقال، ويصدر من هذا الإطار مجالات مغناطيسية لها تأثير مباشر على شبكية العين، ويزيد من معدل امتصاصها لتلك الموجات الكهرومغناطيسية؛ مما يؤثر سلباً في النظر، ويورث أمراض العين المختلفة.

10- أغلق الهاتف المحمول عند ركوب الطائرة وطوال وجودك فيها؛ لأن بعض أجهزة الطائرة تتأثر بموجات الهاتف المحمول، وكذلك في أثناء وجودك في محطات التزويد بالوقود.

11- في أثناء رنين الهاتف لا تقربه من أذنك؛ لأنه يؤثر بشدة على السمع؛ وإنما قربه فقط من أذنك في أثناء المكالمات.

12- لا تلقِ البطارية المستهلكة من الهاتف المحمول في صندوق القمامة؛ وإنما سلمها للبائع الذي يتولى بدوره جمعها وتسليمها لشركة الإنتاج حيث يتم التخلص منها بعيداً عن التجمعات السكنية؛ لأنها ملوثة للبيئة بعنصر الزئبق الذي يمكن أن يمتص من خلال خلايا الجلد.

13- هندسياً هناك إمكانية لاستخدام الأقمار الصناعية في إرسال موجات المحمول بدلاً من استخدام محطات التقوية؛ وذلك بهدف تقليل كثافة هذه الموجات؛ وبالتالي التقليل من مخاطرها الصحية.

14- حظر اقتراب الجمهور لمسافة تقل عن 12متراً من الهوائي فوق أسطح العمارات (أعلى معدل أمان) مع وضع حواجز وعلامات فوق الأسطح لمنع وصول السكان من المنطقة الممنوعة حول المحطة، كما يحظر على العمال في هذا المجال الاقتراب لمسافة أقل من ثلاثة أمتار من الهوائي فوق أسطح العمارات، مع التأكيد على تحديد هذه الأماكن حتى يتجنبها العاملون مع ارتداء الفنيين العاملين سترات واقية من الإشعاع.

15- لا تستخدم الهاتف الخليوي في أثناء جلوسك بالسيارة، ولا في أثناء القيادة – حيث أثبتت دراسات بمصانع إحدى السيارات الألمانية أن استعمال الهاتف الخليوي داخل هذا الصندوق الحديدي يركز الموجات الكهرومغناطيسية على جسمك ورأسك بشكل أكبر.

16- لا تستقبل مكالمة في أثناء شحن الهاتف بالكهرباء.

17- في حال عدم استعمالك للهاتف الخلوي ليلاً، من الأفضل إطفاؤه ونزع البطارية منه تماماً؛ لأن وجود البطارية به يعنى استمرار استقباله للموجات حتى لو كانت شاشة الهاتف مقفلة.

❖ **أبراج التوتر العالي:**

Damascus University

إنه أمر مثير للدهشة عندما يطالعك منظر لجماعة من المزارعين، شباباً وشيوخاً وأطفالاً ونساء بعضهن حوامل، كلهم مطمئنون لجلوسهم تحت برج من أبراج الضغط الكهربائي العالي التي تمر وسط المزارع والحقول، دون أن يفطنوا إلى مخاطرها على صحتهم. في كثير من القرى وحقولها تحولت تلك الأبراج إلى خيم أو "دُشَم" حراسة بلف أركانها الأربعة وسقفها بطرابيل، وتحولت إلى أماكن إقامة دائمة لهؤلاء القرويين الذين لا يدركون كم من الساعات الطويلة التي يقضونها تحت تلك الأبراج سوى ما يقولون إنها أصوات هادرة تنساب مع التيار الكهربائي الذي يعرفون جيداً أو كما يقال لهم إنه ينتقل عبر تلك الأسلاك. أما خطر التلوث الكهرومغناطيسي الذي يتعرضون له فلا يعلمون عنه شيئاً. أهم صفات الحقول الكهرطيسية أنها لا تستثني أحداً سواء بإيجابياتها وسلبياتها، ولا تميز فقيراً عن غني ولا مسؤولاً عن غير مسؤول؛ فالكل معرض لأخطار الموجة الكهربائية العائمة في الجو والأذية تظهر بشكل واضح بجانب خطوط التوتر العالي، وبجوار محطات الاتصالات، وأبراج الموبايلات؛ لأن كثافة الطاقة الكهرطيسية تتجاوز الحد المسموح فيه، وبوجود هذه الشحنات الكهربائية يتشكل ما يسمى في دراستنا بالزوبعة الكهرطيسية التي هي عبارة عن حركة حلزونية لولبية متخامدة تأخذ معها شحنات باتجاه جسم الإنسان وتصطدم معه، وإذا دخلت تلك

الشحنات جسم الإنسان، فإنها تحدث ما يسمى بالوخزات العصبية، وإذا دخلت بنية الخلية أدت إلى اختلال التوازن، وهذا سيترجم بحدوث سرطانات واحتراق في النسيج داخل الخلية. وهذه الظاهرة قد تحدث بجسم الإنسان كما الطعام وهي الاستواء الداخلي للخلايا دون الشعور من أين تأتي هذه الأمواج؛ لأنه لا توجد حساسات حرارية، فالحساسات الحرارية وأدوات التحسس الحراري أو الشعور به موجود في جلد الإنسان، وفي حال نفذت الموجة إلى داخل الجسم فمعناه أن الإنسان لا إرادياً غير مسيطر على هذه الموجة فيمكن أن تتفحم عندها هذه الخلايا دون الشعور بها. إن شبكة المعلوماتية الموجودة داخل جسم الإنسان يصبح فيها تشويش وخلل مع مرور الزمن والتعرض الدائم للقاطنين بجوار تلك الخطوط للتراكم الحاصل وقد يظهر بأشكال متعددة ضمن الجيل الحالي كالسرطانات والأمراض العصبية والنفسية والتحسسية و لوكيميا الأطفال، وآلام الرأس، والأخطر من ذلك ما يمكن أن نورثه للأجيال القادمة من تغيرات تسمى بالتغيير الجيني، أي إن تأتي مواليد مخالفة لمواصفات أهلها (ليس بلون العيون وغيرها..) وإنما على شكل تشويه أي خلل بالبنية. وخلصت دراسة مشتركة أعدها معهد بحوث السرطان البريطاني والمعهد القومي الأمريكي للسرطان ومعهد كارولينسكاي السويدي، إلى وجود خطورة كبيرة على الإنسان إذا ما تعرض أو سكن بالقرب من أسلاك الكهرباء أو أبراج الاتصالات أو محولات الطاقة الكهربائية. وأثبتت الدراسة وجود علاقة بين التلوث الكهرومغناطيسي وإصابة العديد من الأطفال بسرطان الدم والعديد من الأمراض. وأكدت أن التعرض للتيار الكهرومغناطيسي العالي يضاعف من إمكانية حدوث سرطان الدم لاسيما لدى الأطفال. وينبغي، بحسب الدراسات، ترك«50» متراً حول خطوط الضغط الكهربائي العالي كمنطقة خالية. وجاء في دراسة لوكالة أبحاث السرطان العالمية أن تردد الموجات الناتجة من خطوط الضغط العالي قد تكون مسرطنة في بعض

الظروف الخاصة المتمثلة في تكرار التعرض المباشر لها. وانتهى باحثون في معهد بحوث أمراض العيون بالقاهرة مؤخراً إلى أن خطوط الضغط العالي للكهرباء تؤثر في المواد البروتينية في عدسة العين، فتسهم في حدوث التهابات مزمنة. ويلتقي العلماء الذين انتدبوا لدراسة وبحث هذه المسألة وبحثها على أنه ليس من شك في أن الأشعة الكهرومغناطيسية تؤثر في الإنسان جسدياً وعقلياً ونفسياً. وخلصوا إلى رصد جملة من الأمراض الناتجة عن التعرض للتلوث الكهرومغناطيسية، وهي: أمراض القلب، والتأثير على صحة الأجنة وتشوههم، وسرطان الثدي، وتدمير البناء الكيميائي لخلايا الجسم، وتكسير حمض DNA، مما ينتج عنه تدمير الخلايا، وذلك يعد سبباً كافياً للإصابة بالسرطان، وتعطيل وظائف الخلايا، واضطراب إفراز الأنزيمات في الجسم، واضطراب الدماغ، والخمول والكسل وعدم الرغبة في العمل، واضطراب معدلات الكالسيوم، والشرود، والهذيان. وإن الكثير من البلدان التي تولي أهمية كبيرة لحياة مواطنيها فرضت مواصفات دقيقة حماية للسكان ، وكثير من السكان يرزحون تحت مخاطر التلوث وعلى مقربة منه مخالفة للمعايير والمواصفات. فمثلاً: المواصفات «الألمانية» تحدد الحرم الصحي بـ«1275» متراً، والمواصفات «الروسية» تحدده بـ «20» متراً، وعلماء الوبائيات حددوا عام 2001م الوقاية من مخاطر خطوط الضغط والمحولات الكهربائية بـ«50» متراً.

الباب الثاني
المفاهيم الكيميائية

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الأول

تاريخ الكيمياء

1-1- مقدمة:

يتعامل علم الكيمياء مع المواد التي تتكون من عناصر وجزئيات. وكل هذه المواد لها تركيب وخواص وتفاعلات وتحولات، وتصاحب التفاعلات طاقة؛ وبالتالي فإن علم الكيمياء: هو علم يهتم بدراسة تركيب المادة والتغيرات التي تحدث لها والطاقة المصاحبة لهذه التغيرات، يدخل هذا العلم في جميع نشاطات الكائنات الحية ويسهم في كافة مناشط الحياة؛ وبواسطة علم الكيمياء تم تحويل المواد الطبيعية الخام إلى مواد تلبي احتياجات الإنسان، حيث استطاع الكيميائي أن ينتج من الفحم والنفط بعض المواد الجديدة كالأصباغ والعقاقير والعطور واللدائن (البلاستيك) والمطاط الصناعي وكذلك أسهمت الكيمياء في تطوير المجال الزراعي كالأسمدة والمبيدات الحشرية وأيضاً إنتاج الألياف الصناعية فساهمت في مجال الكساء والمنسوجات وغيرها. علم الكيمياء علم تجريبي يساعد الكيميائي في التفكير بالطرق العلمية في ملاحظة الأشياء ويحاول أن يجيب عن التساؤلات حولها مثلاً: ما سبب الطعم الحلو للسكر؟ لماذا وكيف يصدأ الحديد؟ هنا يلاحظ ثم يبدأ بالبحث عن جواب لهذه الملاحظات والتساؤلات، ولكي يجيب فعليه أن يجرب ويعتمد على التجربة؛ لأن علم الكيمياء أكثر العلوم اعتماداً على التجربة؛ وذلك لسببين هما: الكيميائي يتعامل مع موجودات لا يراها ولا يستطيع إحصاءها مثل الذرات والجزيئات، القوانين العامة في الكيمياء قابلة للتغير والتعديل؛ فهنا قد جرب ومع التجريب تتم عملية تدوين المعلومات عن النتائج التي شاهدها من التجربة، وبعدها يبدأ بتفسير ما شاهده بوضع الفرضيات، والفرضية هي: فكرة تنبع من خيال العالم ترتبط بالحقائق والوقائع التي جرت حولها الملاحظات والتجارب،

فإذا كانت هذه الفرضية صحيحة وتم اختبارها بعدة تجارب لإثبات صحتها وأصبحت النتيجة إيجابية تصبح قانوناً عاماً، وبعد التفسير تأتي مرحلة نشر النتائج لتعم الفائدة على الجميع، والآن نستطيع ترتيب الخطوات العلمية في التفكير كالآتي:

الملاحظة_ التجريب_ تدوين المعلومات_ التفسير_ النشر.

1-2- مفهوم الكيمياء:

تعددت تعريفات علم الكيمياء كأحد فروع العلوم الطبيعية، وبالرغم من ذلك فإن هناك مفاهيم ثابتة تتفق عليها التعريفات جميعها التي ظهرت في هذا المجال. ولذلك يمكن تعريف الكيمياء بأنها علم دراسة تركيب المادة وخواصها وتحولاتها والطاقة المصاحبة لهذه التحولات، وعموماً فإن علم الكيمياء يبحث في تركيب جميع المواد المختلفة الموجودة في الكون، وفي خواصها، وطرق تحضيرها، وفي التغيرات التي طرأت عليها بفعل مواد أخرى، أو بفعل المؤثرات المختلفة كالحرارة والضوء والكهرباء. الكيمياء علم بطبيعته يتكامل مع علوم أخرى عبر جسور عديدة، وتظهر حالة التكامل واضحة بين الكيمياء والفيزياء لدرجة أن علم الكيمياء يعتمد على القواعد النظرية والعملية التي يقدمها له علم الفيزياء؛ بالإضافة إلى أن المفاهيم الفيزيائية تعد اللغة الأساسية التي يمكن التعبير بها عن التغير الكيميائي كما أن هناك حالات أخرى للتكامل مع باقي فروع العلوم، مثل: البيولوجيا والجيولوجيا والعلوم البيئية. وفي الوقت الراهن أصبحت كيمياء العصر الحديث تتسم بوجود نظرية كيميائية تقوم على عدة دعائم مترابطة من أهمها النظرية الذرية والنظرية الأيونية والجدول الدوري. وفي ضوء هذه النظرية الكيميائية أصبحت الكيمياء ليست مجرد تجميع بعض الجزيئات التي لا يربط بينها رابط؛ بل أصبح في الإمكان تفسير معظم هذه الجزيئات في ضوء النظريات السابقة. فمثلاً أصبح من الممكن دون حفظ تفصيلات خواص كل عنصر أن نستنتج معظم هذه

الخواص من خلال فهم الجدول الدوري، كما أن النظرية الإلكترونية يمكن أن توضح لنا السلوك الكيميائي للمواد المختلفة. وفي ضوء وضع الكيمياء في صورتها الحديثة، لابد من تغيير طرق تدريس الكيمياء سواء في برامجها أو أسلوب تدريسها لأنه لم يعد مقبولاً. والحال كذلك أن نهتم بحفظ الطالب للحقائق الكيميائية المختلفة؛ بل الأجدر بنا أن نهتم بفهمه لتلك المبادئ والقوانين ذات العلاقة بعلم الكيمياء لأن هذا هو الطريق نحو إنماء قدرته على تفسير الظواهر الكيميائية سواء دُرّست له أم لم تُدرّس. وهناك الكثير من الاتجاهات والمشروعات العالمية والعربية التي تنادي بأهمية أن يدور الهيكل الرئيس لتصميم منهج الكيمياء في المرحلة الثانوية حول الكيمياء التطبيقية، وأهمية ارتباطه بحياة الطالب، مثل الكيمياء العضوية، والحيوية والبيئية، إدراك المفاهيم التي تظهر فوائد علم الكيمياء من الناحيتين العملية والنظرية. ويعد هذا مدخلاً لإعداد مناهج مرتبطة بالحياة الواقعية للطلاب، لذا تهدف كثير من المشروعات التعليمية إلى إبراز هذا الدور الوظيفي و التطبيقي للكيمياء وانعكاس ذلك على بناء المنهج وما يتبع ذلك من محتويات تدريسية واستراتيجيات التدريس وأساليب التقويم على ضوء التطبيقات الحياتية. وفي ضوء ما تقدم نأمل في إعداد منهج الكيمياء للمرحلة الثانوية يتوافق مع فلسفة بناء المناهج الواقعية، وقد رُعي أن تنسجم عناصر المنهج مع هذه الفلسفة.

منذ زمن بعيد، كانت المعرفة تُبنى على المعتقدات وليس على الحقائق؛ فساد الاعتقاد في إمكانية تحويل المعادن إلى ذهب، وفي أن الحكمة هي السبيل لاكتشاف الطبيعة الفلسفية للأشياء .وقد عُرِفَ ذلك الاعتقاد الذي ظل يمارس لألفيات عديدة في مختُلف أنحاء العالم، باسم" الخيمياء ."ثم شهدت الخيمياء طفرة عملية تطبيقية تمثلت في دراسة العناصر لفهم طبيعتها و إنتاج مركبات جديدة؛ وهي ما تعرف باسم" الكيمياء". الكلمة التي طالما اختلف البشر على جذورها: هي

علم المادة وما تتعرض له من تغيرات، فهي الدراسة العلمية للتفاعل بين المواد التي تتكون من ذرات والتي بدورها تتكون من جسيمات أصغر تُعرَف بالبروتونات والإلكترونات والنيترونات .ودائماً ما يطلق على الكيمياء اسم" العلم المركزي"؛ حيث إنها تربط بين العلوم الطبيعية الأخرى، مثل: الفلك، والفيزياء، والأحياء، والجيولوجيا. وكان أستاذ علم المعادن والإنسانيات جورج أجريكولا هو أول من استخدم كلمة" كيمياء" بدلاً من" خيمياء ."وكانت نية أجريكولا هي تنقية الكلمات و إعادتها لجذورها الأصلية، وليس التفرقة بين علم" الكيمياء "التطبيقي وعلم "الخيمياء " الفلسفي، ولكن تلك التفرقة الحديثة ظهرت في بداية القرن الثامن عشر.

1-3- مملكة الفراعنة:

وفقًا لما قاله أستاذ العلوم المصرية واليس بادج، إن كلمة " كيمياء " تعني في الواقع "العلم المصري"، وهي مقتبسة من مرادفها في اللغة القبطية" كيمي"، والذي بدوره مشتق من المصرية القديمة" كمت". وهذه الكلمة تعني البلد الأسود واللون الأسود على حد سواء؛ حيث كانت مصر تعرف بـ"الأرض السوداء."

ووفقًا للباحث الألماني كارل مان، فإن تلك النظرية تُعد مثالاً للأصول الشعبية . وبافتراض الجذور المصرية، فإن الكيمياء مشتقة من المصرية القديمة" كيميا"، التي تعني تحول عناصر الأرض .وقد وصفها بعلم المادة على المستوى الذري والجزيئي الذي يتعامل في المقام الأول مع مجموعات من الذرات مثل الجزيئات والبلورات والمعادن. وكون الحضارة المصرية واحدة من أقدم الحضارات، فقد انبثقت فيما قبل التاريخ. وقد ظلت تلك الحضارة المتقدمة، على الرغم من عدم تشعب مُلكِها خارج الحدود، لمدة تزيد على 3000عام، نشرت فيها تأثيرها في كل حدب و صوب. ومن المتفق عليه عالميًا أن عمال الفنون التِّقْنِيَّة المصريين قادوا

العالم في مجالهم، ويرجع لهم الفضل في اكتشاف تلك الحقائق التي جعلت من العلوم شيئاً ممكناً.

وقد كان المصريون القدماء روّاداً في علم المعادن– ودراسة السلوكيات الفيزيائية والكيميائية للعناصر المعدنية، وما ينتج عن تفاعلها من مركبات معدنية– فقد حققوا الكثير باستخدام الصباغ والخِضاب، بما فيها إنتاج أول صبغة صناعية سميت بـ"الأزرق المصري"، فضلاً عن صناعة و إنتاج الزجاج. كما تقدم المصريون على معظم الأمم في البحث، و إنتاج الأدوية، والعطور، ومستحضرات التجميل.

1-3-1- فن التعدين:

مارس المصريون القدماء التعدين باستخدام تِقْنيات دقيقة تواكب التكنولوجيا الحديثة. وطالما كانت الكميات المهولة من الذهب التي امتلكها الفراعنة مطمعاً وموضع حسد من الممالك المعاصرة واللاحقة. وعلى الرغم من استيراد الكثير والحصول على كميات أخرى على سبيل الهدايا أو كغنائم حرب، إلا أن المناجم المصرية كانت مثمرة ومنتجة.

ومنذ عام 3400 ق.م، كان المصريون على درجة كبيرة من المعرفة بخام النحاس الذي كان يستخرج من الصحراء الشرقية بين نهر النيل والبحر الأحمر. كما عرف المصريون الحديد منذ فترة مبكرة للغاية، وبدؤوا في استخدامه حوالي عام 800 ق.م، وأطلق المصريون على الحديد اسم" معدن السماء"، أو" با – إن –بيت"؛ مما يشير إلى عودة أول عينة تم استخدامها إلى أصول نيزكية .ويُعَد الرصاص الذي لا يُستَخدم على نطاق واسع من أوائل المعادن المعروفة، وتم اكتشاف عينات منه تعود إلى عصور ما قبل الأسرات. وعلى بُعد أميال قليلة من شاطئ البحر الأحمر، يتم استخراج كبريتيد الرصاص، أو الجالينا؛ مما عُرف باسم جبل الرصاص. ومن بين المعادن غير النفيسة الأخرى، كان القصدير

يُستخدَم في صناعة البرونز، كما تمت اكتشاف الكوبالت كعامل للصباغة في نماذج معينة من الزجاج والطلاء. ولا يتواجد أي من تلك المعادن في الطبيعة المصرية، ولكن كان يتم استيراد إمدادات الخام من بلاد فارس. كما تمت الإشارة في المقابر المصرية من عام 1500 – 1600 ق.م إلى اكتشاف الزئبق. ولم يكن التعدين هو الفن الوحيد الذي مارسه الحرفيون المصريون القدماء بنجاح على الإطلاق؛ ففي غالبية الأمر كان اختراع الزجاج من نصيب المصريين، وتم إنتاجه على نطاق واسع منذ زمن بعيد.

1-3-2- فن الزجاج:

إن اكتشاف الأوعية والتماثيل والزينات الزجاجية في المقابر المصرية القديمة؛ إنما يدل على أصول صناعة الزجاج، حيث وصفت الرسومات الموجودة على جدران المقابر بعملية نفخ الزجاج، كذلك أوضحت بقايا أفران الزجاج التي تم اكتشافها في تل العمارنة كيفية صناعة الخرز والأوعية والنماذج الأخرى. كما برهن تحليل القطع الأثرية الزجاجية المنقوشة على أنها مصنوعة من الزجاج الجيري، الذي يتكون من % 70 من السيليكا (أكسيد السيلكون)، و % 15 من الصودا(أكسيد الصوديوم)، و %9 من الجير (أكسيد الكالسيوم)؛ بالإضافة إلى كميات ضئيلة من المركبات المختلفة الأخرى. تقوم الصودا بخفض درجة ذوبان السيليكا، بينما يقوم الجير بحفظ توازنها. ويتميز الزجاج الجيري بكونه غير مكلفٍ، ومتزناً كيميائيّاً، وعلى درجة جيدة من الصلابة، وعملي لأقصى درجة. ويمكن إعادة صهره وتطويعه لعدة مرات إذا دعت الحاجة لذلك؛ مما يجعله النوع الأمثل من الزجاج لصناعة عدد كبير من المنتجات الزجاجية مثل المصابيح والنوافذ والزجاجات التي لا تختلف طرق تصنيعها عن تقنيات العصر الحديث. كواليس الأزياء ترجع بداية فن الحياكة والصباغة إلى قديم الأزل، وتشهد مجموعة متنوعة من أثواب المومياوات المحفوظة في العديد من المتاحف على حرفية صانعيها،

ويمكننا أن نرى الصباغ على جدران المقابر والمسلات والمباني الأخرى التي تم حمايتها من عوامل الجو؛ بالإضافة إلى الأعمال الخزفية ذات الزخارف البديعة. وقد كشف التحليل الكيميائي عن المواد المستخدمة في تلك الأغراض. لقد أوضحت الأصباغ التي تم اكتشافها في مقبرة بيرنيب أصل بعض الألوان المستخدمة. فعلى سبيل المثال، ثبت أن اللون الأحمر كان يصنع من أكسيد الحديد(الهيماتيت)، والأصفر يتكوَّن من الطين الذي يحتوي على الحديد أو أكسيد الحديد الأصفر، والأزرق يتكوَّن من مسحوق الزجاج، والأزرق السماوي من كربونات النحاس، والأخضر من الملكيت(معدن من كربونات النحاس)، والأسود من الفحم، والرمادي من الحجر الجيري المخلوط بالفحم.

1-3-3- التحنيط:

اعتمد التحنيط الذي كان يستخدم لحفظ الجثة للحياة الأخرى على تجفيف الأنسجة لمقاومة التحلل؛ وقد تطورت عملية التحنيط من بدايات بسيطة إلى عملية دقيقة. يقول المؤرخ هيرودوت إنه بعد نزع المخ وبعض الأعضاء الداخلية، يتم تغطية الجسم بمادة النطرون لمدة 70 يوماً لتجفيف الأنسجة. وقد قام الكيميائي ألفريد لوكاس بالبحث في استخدام النطرون كعامل مجفف يستخدم في حالته الجافة، وقد أثبت مزيد من البحث والعمل أن الفترة المثلى للتجفيف تتراوح بين 40 – 30 يوماً. وقام لوكاس أيضاً بعمل أبحاث عن استخدام النبات ومنتجاته في عملية التحنيط، واستخدم الراتنج (مادة صمغية)المنصهر كعامل مساعد في التحنيط. وقد مكَّنت التطورات التقنية خلال الأسرة التاسعة عشرة والمحافظة على لون الجلد الطبيعي، كما هو واضح على مومياء رمسيس الثاني. من الواضح أن المصريين القدماء لم يفهموا الكيمياء بمفهومها الذي نعرفه الآن، ولكنهم كانوا دائماً حريصين على الملاحظة والتجربة؛ فقد عرفوا كيفية تطبيق بعض العمليات للوصول إلى المواد المطلوبة، وكانوا من أوائل الذين مارسوا الكيمياء العملية. فمن

المنطقي أن تشتق الكيمياء اسمها من مصر القديمة، حيث كان التقدم المبكر في ذلك المجال.

1-4- الوجه اليوناني للرواية:

وفقاً للبعض، تُشتَق" الكيمياء "أو" الخيمياء "من اليونانية القديمة" خيميا"، التي تعني "فن عمل السبائك المعدنية". ووفقاً للباحث الألماني كارل مان، تعني الكلمة اليونانية" خوميا" في الأصل" الصب معاً "أو" اللحام ."في ذلك الوقت، غُرِسَت جذور الخيمياء في أرض اليونانيين. فقد كان اليونانيون أول من حاولوا تحويل المعادن البخسة إلى معادن ثمينة وأكثرها شهرة: محاولة تحويل الحديد إلى ذهب. وقد قام اليونانيون القدماء بتطوير فكرة الذرة، وكان الفلاسفة اليونانيون هم أول من وضع نظرية للتركيب الذري. حيث فكرة تكوُّن المادة من مكونات أصغر لم تكن مقبولة في البداية؛ ففي المقابل، استخدم اليونانيون الحالات الصلبة أو الغازية أو السائلة كنموذج للمادة. كان أنازاجوراس أول يوناني يزعم أن المادة لا تتغير وابتكر مصطلح" النواة"، التي اعتقد أنها جزيء أساسي يختلف من عنصر لآخر .ويُعَد ديموقريطس هو أول عالم ذرة في اليونان يتوسع في دراسة الذرة؛ فقد عاش في العصر الذهبي للنظرية الذرية، ولكن أفكاره كانت عبارة عن تطوير لنظريات يونانية قديمة .كما اعتقد أرسطو أن العالم لا يمكن أن يتكون من جزيئات صغيرة . فعلى العكس من ذلك، زعم أن هناك أربعة عناصر أساسية، وهي الجفاف والرطوبة والحرارة والصقيع، تعمل في تركيبات مختلفة لتشكيل جميع صور المادة. لقد كان لليونانيين إسهامات بارزة في العلوم، وشاركوا في وضع الأسس للعديد من التقاليد العلمية للتقييم والاستثمار. وقد كان لليونانيين القدماء تأثير ضخم في إمبراطورية الرومان، التي بدورها نشرت المعرفة في أرجاء كثيرة من منطقة البحر المتوسط و أوروبا.

1-5- بلاد ما بين النهرين:

يعتقد بعض الباحثين أن كلمة كيمياء ترجع جذورها إلى اللغة الفارسية القديمة "كيميا" والتي تعني" الذهب "أو" تحول العناصر." وفقًا للمؤرخ الكيميائي جيمز بارتنجتون، فإن" التطبيقات الأولى للعمليات الكيميائية كانت تُعنى باستخراج المعادن وصناعة الفخار، وهي من الحرف التي كانت موريست منذ قرون عديدة قبل حضارة العصر البرونزي في مصر وبلاد الرافدين". ولذلك – وفقًا لبارتنجتون –فقد أتت الخيمياء من مصر وبلاد الرافدين. من المعتقد أن السومريين الذين سكنوا جنوب بلاد الرافدين–التي تقع بين نهري دجلة والفرات بالعراق الحالية– قاموا بتطوير أول حضارة مدنية في العالم حوالي عام 4000 ق.م؛ فقد عُرِف عنهم استخدام العقاقير النباتية، وتطهير الجروح والضمادات. وكانت بابل مركزاً لإمبراطوريتين شاملتين، على الرغم من فرض بقائهما؛ فقد شملت الأولى العراق بأكملها، التي ازدهرت إبان حكم الملك حامورابي 1750 - 1795 ق.م وعلى الرغم من تدميرها على يد الحثيين (شعب الأناضول أو آسيا الصغرى الذين عاشوا في العصر البرونزي)، فإن الحضارة البابلية عاودت الظهور واستمر تأثيرها في الدراسات في أنحاء العالم جمعه لقرون من الزمان. وقد شملت دراسات البابليين الأوائل مجالات علمية عديدة، مثل: الرياضيات والجيولوجيا والتعدين؛ بالإضافة إلى التنجيم والفلك. كما عرف البابليون طرق صناعة الصابون والجلود والخل والخمور والزجاج، واستطاعوا استخراج عبير النباتات الطبيعية وصناعة المنتجات الحيوانية، ولكن إدراكهم لتلك الأشياء اعتمد على التجربة والخطأ. إن للكيمياء قصة طويلة أخذت من التاريخ سنوات وسنوات ليكشف عنها النقاب؛ ففي رحلة حول العالم ومروراً بالعصور المختلفة، نكتشف أسرار مدهشة لذلك العلم المذهل؛ ذلك العلم الذي نلمسه في كل نفس نتنفسه؛ ذلك العلم الذي نشعر به في

كل خطوة نخطوها؛ ذلك العلم الذي يغمرنا بمفاجآته في كل ثانية من كل يوم من حياتنا.

1-6- أبجدية الكيمياء:

في عام 1869 ، اقترح الكيميائي الروسي ديميتري مندليف((1834-1907) أن لجميع العناصر الكيميائية" خصائص دورية". ونتيجة لذلك حاول مندليف ترتيب العناصر الكيميائية وفقاً لأوزانها الذرية، التي تساوي تقريباً عدد البروتونات مضافاً إلى النيترونات داخل النواة، مفترضاً أن خصائص المواد تتغير تدريجيّاً بزيادة الوزن الذري. ولكن ما توصل له في الواقع هو أن الخصائص الكيميائية للعناصر تزداد تدريجيًّا ثم تتغير فجأة عند أماكن متباعدة، أو عند" دورات" معينة كما أطلق عليها مندليف. وللوقوف على سر تلك التغيرات المتكررة، قام مندليف بترتيب العناصر داخل جدول يتكون من مجموعة من الصفوف، أو الأدوار، ومجموعة أخرى من الأعمدة، أو المجموعات. ويعتمد الجدول الدوري الحديث على ملاحظات مندليف مع تعديل وحيد، وهو ترتيب العناصر وفقاً لعددها الذري بدلاً من وزنها الذري؛ والعدد الذري هو عدد البروتونات داخل النواة. وكلما تحركنا داخل أحد صفوف الجدول من اليسار لليمين، نلاحظ تغير خصائص العناصر تدريجيّاً، ثم يحدث تحول جذري في الخصائص الكيميائية في نهاية كل صف. ومن الناحية الكيميائية، يشبه العنصر الآتي وفقاً للعدد الذري أول عنصر في الصف الذي يعلوه؛ وبالتالي يبدأ صف جديد داخل الجدول. كما توجد ثماني عشرة مجموعة من العناصر داخل أعمدة الجدول، لكل منها خصائص معينة تتشارك فيها عناصر تلك المجموعة .فتُعرف عناصر المجموعة (1A) بالفلزات القلوية، وهي لا تتواجد حرة أبداً، وتتفاعل مع الماء لتكون محاليل قلوية (أساسية). وعلى الجانب الآخر، تعرف عناصر المجموعة (2A) باسم المعادن القلوية الأرضية، وتتفاعل مع الأكسجين في صيغة التفاعل العامة EO ؛ حيث يرمز O للأكسجين

ويرمز E لعناصر المجموعة (2A) وذلك لتكوّن المحاليل الأساسية. أما عناصر المجموعة (3A) فهي عبارة عن فلزات تكون مركبات أكسجينية بالصيغة الكيميائية X_2O_3؛ حيث يرمز O للأكسجين، ويرمز X لعناصر المجموعة (3A). وتشمل مجموعة (4A) المعادن وغير المعادن، وتتدرج من العناصر غير المعدنية في أعلى العمود إلى العناصر المعدنية في أسفله. بينما تكون عناصر المجموعة (5A) جميعها مركبات أكسجينية أو كبريتية بالصيغ الكيميائية E_2O_3 أو E_2S_3 ؛ حيث يرمز O للأكسجين و S للكبريت و E لعناصر المجموعة (5A) .يعدّالأكسجين أحد أكثر العناصر وفرة على الأرض ويتواجد في المجموعة (6A). وعادةً تكون الصيغ الكيميائية للمركبات الأكسجينية في تلك المجموعة هي EO_2 أو EO_3، حيث يرمز O للأكسجين ويرمز E لعناصر المجموعة (6A) أما الهالوجينات أو "مكونات الأملاح "فتوجد في مجموعة (7A) وتتفاعل عناصر تلك المجموعة بقوة مع الفلزات القلوية مكونة الأملاح، وجميعها شديدة التفاعل .وعلى العكس، نجد أن عناصر المجموعة (8A) جميعها من الغازات ويطلق عليها اسم الغازات النبيلة نظراً لعدم اشتراكها في التفاعلات الكيميائية.

توجد الفلزات الانتقالية في المجموعات (8B,7B,6B,5B,4B,3B,2B,1B)، بينما توجد الفلزات الأرضية في سلسلة اللانثنيدات وسلسلة الأكتينيدات. أما المجموعة صفر فتحتوي على الغازات الخاملة، ويطلق عليها خاملة؛ لأن رقم الأكسدة الخاص بها صفر؛ الأمر الذي يمنعها من تكوين المركبات بسهولة. في كل دور، أو صف أفقي، يزداد العدد الذري من اليسار لليمين، وتُرقَّم الأدوار من 1 إلى 7 بدءًا من يسار الجدول. وتتشارك عناصر كل دورة في معظم الخصائصِ، وليس جميعها. فمثلاً إذا نظرنا في أول عنصرين في الدور الثالث، وهما الصوديوم (Na) والمغنزيوم (Mg)، نجد أنهما يميلان لفقد الإلكترونات في أثناء التفاعل، ولكن الصوديوم يفقد إلكتروناً واحداً بينما يفقد المغنسيوم إلكترونين؛ أما

الكلور (Cl) فيوجد في أسفل الدور ويميل لاكتساب الإلكترونات. يعّد الجدول الدوري من أضخم المراجع وأهمها للعلماء والمعلمين والتلاميذ؛ حيث يوضح الجدول التركيب الذري لكل عنصر على وجه الأرض. فعند النظر في الجدول الدوري، يستطيع المرء معرفة عدد الإلكترونات الخاصة بكل عنصر، وكذلك وزنه. فإذا كنت غير متأكد من كينونة المادة، يمكنك الرجوع للتركيب الذري لها ومقارنتها بالمعلومات المتوفرة داخل الجدول الدوري، وستتمكن حينها من التعرف إلى المادة بمطابقة العناصر بالمعلومات داخل الجدول مثلما تقوم بفك الشفرة!

1-7- المراحل التي مر بها علم الكيمياء:

1-7-1- مرحلة علم الصنعة : والتي ظهرت فيها خرافة تحويل المعادن الرخيصة إلى معادن ثمينة.

1-7-2- مرحلة الكيمياء التي اتجهت إلى الطب : ففي هذه المرحلة تم تحضير العقاقير لشفاء المرضى وقد برز العلماء العرب في ذلك مثل: جابر بن حيان، وابن سينا، والرازي.

1-7-3- مرحلة نظرية فلوجستون : بدأت في النصف الثاني من القرن السابع عشر التي تقول إن الفلوجستون عنصر يساعد المادة على الاشتعال، ويتحد معها مكوناً أكسيد المادة وأسموه (كالكس) :

(معدن + فلوجستون ⟵ كالكس)

وقد بقيت النظرية سائدة حتى أتى العالم الفرنسي لافوازيه عام 1778م وأثبت خطأ هذه النظرية عندما سخن الزئبق، وبرهن أن عملية الاحتراق عبارة عن اتحاد أكسجين الهواء بالمادة (تأكسد)، وليس كما قالت نظرية فلوجستون، وبدأت المرحلة الرابعة والأخيرة وهي علم الكيمياء الحديثة في أواخر القرن الثامن عشر.

1-8- دور العلماء المسلمين في تطوير علم الكيمياء :

جابر بن حيان - أبو الكيمياء هو جابر بن حيان بن عبدالله ، ولد في عام 102 هجرية (720 ميلادية) وذلك في قرية طوس في الشمال الشرقي من إيران التي تبعد 28 كيلومتراً عن مدينة مشهد ، وكان أبوه يعيش قبل رحيله إلى طوس في مدينة طرطوس السورية حيث كان يعمل عطاراً عكف جابر على دراسة علوم الطبيعيات والرياضيات ، ثم رحل إلى الكوفة حيث التقى بالإمام جعفر الصادق - عليه السلام - الذي كان عالماً في الكيمياء والدين أيضاً الذي حدثه عن علم الكيمياء عند اليونان والمصريين والفرس والهنود والصينيين أنشأ لنفسه معملاً في بيته بالكوفة اختبر فيه بنفسه كل ما قاله القدماء من تجارب الكيمياء ليعرف مدى صحتها ، وكلما وجد نفسه بحاجة إلى جهاز جديد أو آلة ، صنع ما يحتاجه بيديه حيث كان بالمعمل بيت للنار ، وفي ليلة واحدة سجل جابر أول اكتشاف له والمتمثل بالماء الملكي أو ماء الذهب المستخدم حتى يومنا هذا في طلاء الأوراق والأخشاب.

جابر بن حيان هو صاحب نظرية أن كل المواد القابلة للاحتراق والمعادن (الفلزات) القابلة للتأكسد تتكوَّن من أصول زئبقية وكبريتية وملحية، ولم يعرف العالم هذه النظرية إلا بعد جابر بألف عام ، ونظرية الاتحاد الكيميائي التي تقول بأن الاتحاد الكيميائي يحدث باتصال ذرات العناصر المتفاعلة بعضها مع بعض، وهي النظرية التي قال بها (دالتون) بعد جابر بألف عام. كان قريباً من هارون الرشيد والبرامكة وبسبب هذا القرب زعم البعض في زمن جابر وبعد زمانه أن أسراره في الكيمياء من أسباب ثرائهم الفاحش ، وقد ابتكر المواد التي تكفل التغلب على مشاكل الجنود وعبورهم لمياه البحار وقراءة الرسائل في الليالي المظلمة مما ساعد في انتصارات جنود الرشيد والبرامكة في الفتوحات وهو الذي حضَّر حجر الكي أو حجر جهنم (نترات الفضة) لكي الجروح والعضلات الفاسدة ومازال هذا

الأمر معروفاً حتى اليوم ، وحضَّر مداداً مضيئاً من صدأ (بيريت) الحديد ينفع في كتابة المخطوطات الثمينة ورسائل الجيش لتقرأ في الليالي المظلمة؛ وحضر طلاء يقي الثياب من البلل ، وآخر يقي الحديد من الصدأ، وثالثاً يقي الخشب من الاحتراق وكانت هذه الطلاءات هي البداية لعلم البلمرات وقد اكتشف جابر الورق غير القابل للاحتراق. لكتابة الوثائق النفيسة والرسائل المهمة عليه ، واكتشف بعد الماء الملكي وماء الفضة وعنصر البوتاس وملح النشادر وكبريتيد الزئبق وحمض الكبريتيك وسلفيد الزئبق وأكسيد الزرنيخ وكربونات الرصاص وعنصر الأنتيمون وعنصر الصوديوم ويوديد الزئبق وزيت الزاج النقي ، وكان قد اكتشف من قبل حمض النيتريك وحمض الهيدروكلوريك وتمكن بهما معاً من اكتشاف ماء الذهب. أوجد جابر طرائق لتقطير الخل المركز (الأستيك أسيد) المعروف الآن باسم الخليك الثلجي وطرائق لصبغ القماش (علم الصباغة) ودباغة الجلود (علم الدباغة) وفصل الفضة عن الذهب بحمض النيتريك (علم تركيز الخامات) واستعمل أكسيد المغنيزيوم في صناعة الزجاج ، ووصف العمليات الطبيعية الكيميائية وصفاً دقيقاً (تبخير وترشيح وتكثيف وتبلور وإذابة وتصعيد) وسبق العالم كله بأبحاثه في التكليس وإرجاع المعدن إلى أصله بواسطة الأكسجين. وابتكر آلة لاستخراج الوزن النوعي للمعادن وللأحجار والسوائل والأجسام التي تذوب في الماء ، وتحدث عن السموم. ورفع ماضرها فوضع بذلك أساس علم السموم، عاد إلى قريته طوس مع بدء نذر نكبة البرامكة وكان عمره تسعاً وثمانين سنة ، وهناك عكف على العمل والتجربة وتدوين الكتب الكبيرة والصغيرة، عددها 45 كتاباً من بينها كتب عن الأحجار والذهب والزئبق والحيوان والأرض ، وكتب في أصول صناعة الكيمياء ما يحمل عناوين : التدابير، البحث، التركيب، الأسرار، التصريف، الأصول، التجميع، وكتب 112 مقالاً في صناعة الكيمياء، منها: سبعون مقالاً شرح بها مذهبه في الكيمياء وهي خير ما كتب، ومائة وأربعون مقالاً

في علم الموازين وبعد خمسة قرون من وفاة جابر عن ثلاث وتسعين سنة (في قريته طوس) بدأ الأوروبيون يترجمون مجموعات من كتبه إلى اللاتينية عن اللغة العربية ومن أشهر هذه الكتب : الخالص، الاستتمام، الاستيفاء، التكليس. ويذكر هولميارد في كتابه (الكيمياء إلى عصر دالتون) أن ترجمة مؤلفات جابر إلى اللاتينية كانت عاملاً قوياً في إحياء الكيمياء في أوروبا، ولم يحدث أن حظيت كتباً بالشهرة والذيوع في العصور الوسطى مثلما حظيت به كتب جابر بن حيان، فقد أصبحت كتبه أساساً لعلم الكيمياء في أوروبا إلى نهاية القرن الثامن عشر، وبسبب أبحاثه الدقيقة الشامله استحق جابر لقب المؤسس الأول للكيمياء على قواعد علمية سليمة وأسس راسخة.

1-9- أهمية علم الكيمياء:

للعديد من العناصر الانتقالية أهمية حيوية بالغة؛ وذلك لأن بعضاً منها يدخل في تكوين أجسام الكائنات الحية ، ويسهم في تركيبها بكميات بسيطة جداً (ملليغرامات). وهذا أمر في غاية الأهمية إذ إن زيادة كميتها أو نقصانها عن الحد الطبيعي الذي يفترض أن تكون عليه يسبب للكائن الحي آثاراً مرضية خطيرة قد تكون قاتلة في بعض الحالات :

- **الحديد Fe:**

تعد مادة الهيموجلوبين في الدم من أكثر المواد أهمية لحياة الإنسان ، كما يعد الحديد العنصر المهم في جزيئات هذه المادة فهو الذي يكسب الدم لونه الأحمر إلى جانب كونه المسؤول عن نقل الأكسجين من الرئة إلى مختلف أنسجة الجسم وخلاياه .

- **النحاس Cu:**

يسهم النحاس في تركيب الكثير من الأنزيمات المسؤولة عن تكوين الأوعية

الدموية والعظام والأعصاب .كما يسهم في تكوين صبغة الميلانين التي تحمي أجسامنا من أشعة الشمس فوق البنفسجية .

- **الكوبالت Co:**

يدخل في تركيب فيتامين B12 وعادة ما يؤدي نقص B12 إلى انخفاض عدد كريات الدم البيضاء والصفائح الدموية، كما يؤدي إلى الإصابة بمرض الأنيمياء (فقر الدم).

- **المنكنيز Mn:**

ينشط بعض الأنزيمات الخاصة ببناء العظام .

- **الكروم Cr:**

يزيد من فعالية الأنسولين؛ لذلك فإن وجوده بالكمية المطلوبة يحافظ على المستوى المناسب للسكر في الجسم ، ولا سيما في منطقة الدماغ .

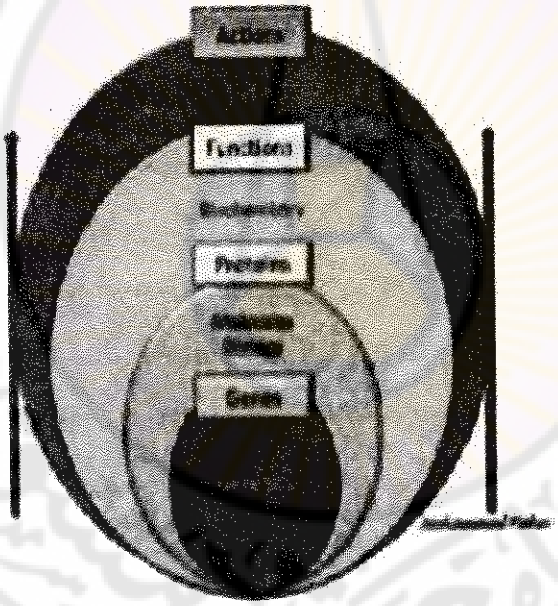
- **تقنيات البيولوجية الجزيئية:**

تهتم البيولوجية الجزيئية بدراسة مختلف العلاقات المتبادلة بين الأنظمة الخلوية كافة وبخاصة العلاقات بين جزيئات الأحماض النووية DNA والـ RNA من ناحية وعملية تخليق البروتين من ناحية أخرى، حيث تتم دراسة الأسس الجزيئية من عمليه النسخ والاستنساخ والترجمة الجينية حيث تنُسخ المادة الوراثية DNA إلى رسالة في صورة مادة الـ RNA داخل نواة الخلية الحية التي تترجم بدورها إلى بروتينٍ؛ إضافة إلى دراسة آليات تنظيم هذه العملية وكافة العمليات الحيوية المرتبطة. ويصف وليم أستبوري علم البيولوجية الجزيئية في مقالة له في مجلة نيتشر:

«بأنه ليس تقنية بل هو مقاربة، مقاربة من وجهة نظر ما يدعى بالعلوم الأساسية مع فكرة موجهة للبحث ضمن الحقائق والخطوط العريضة لعلم الأحياء عن خطة جزيئية موافقة. إنه علم يهتم أساساً بأشكال الجزيئات الحيوية وبشكل

أكثر تحديداً على البنى ثلاثية الأبعاد والتشكيلات البنيوية بحيث لا تقتصر فقط على الدراسة الشكلية morphology بل تتعداها لتدرس التشكل genesis والوظيفة»

يعدّ علم البيولوجية الجزيئية من العلوم الحديثة والأسرع تطوراً في مجالات العلوم البيولوجية. ويستفاد من تطبيقات البيولوجية الجزيئية في مجالات كثيرة، منها: مجال العلوم الطبية والتكنولوجيا الحيوية والهندسة الوراثية. هذا وتتنوع مجالات البيولوجية الجزيئية لتشتمل دراسة الوراثة الجزيئية والمناعة الخلوية الجزيئية وعلم الغدد الصماء الجزيئي والوراثة الجزيئية لأمراض الإنسان و الحيوان.



منذ أواخر الخمسينيات وأوائل الستينيات من القرن الماضي، درس علماء البيولوجية الجزيئية كيفية تمييز وعزل ومعالجة المكونات الجزيئية للخلايا والكائنات الحية، حيث تتضمّن هذه المكوّنات الأحماض النووية DNA و RNA التي تعدّ مستودع المعلومات الوراثية. والبروتين هو الهيكل الرئيس والنوع الأنزيمي

للجزيئات في الخلية، استخدم الباحثون في البيولوجية الجزيئية تقنيات محددة منشؤها علم البيولوجية الجزيئية، ولكن مع تزايد الجمع بين هذه الأفكار من تقنيات وعلوم الوراثة والكيمياء الحيوية والفيزياء الحيوية. تم إنجاز الكثير من العمل المشترك في البيولوجية الجزيئية وعلوم الحاسوب والمعلوماتية الحيوية وعلم الأحياء الحسابي.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الثاني

قوانين الاتحادات الكيميائية

2-1- تعاريف كيمائية:

1 . الذرة الغرامية:

هي عدد الغرامات التي تُشير إليها كتلة العنصر الذرية، وبما أن الذرات هي دقائق لا متناهية في الصغر؛ لذلك فإن كتلة جسم بهذا الصغر قد يكون مشكلة حقيقية بالقياس فقد وجد أن كتلة ذرة الهيدروجين الحقيقية = 1.67×10^{-24} gr.

وهذا الرقم اللامتناهي في الصغر لكتلة ذرة الهيدروجين يشير إلى استحالة إيجاد مقاييس بالغة الدقة لقياس أوزان أية ذرة من مواد أخرى: وبالتالي فإن الكتل الذرية وحتى الكتل الجزيئية ما هي إلا كتل نسبية وليست كتل مطلقة؛ وبالتالي فهي تنسب إلى كتلة ذرة اتخذت مقياساً للمقارنة مثل ذرة الهيدروجين؛ لأنها أخف الذرات المعروفة حتى الآن. وعلى ضوء ذلك تم تحديد الكتل الذرية للعناصر المعروفة وفق العلاقة الآتية:

$$\text{الكتلة الذرية لعنصر ما} = \frac{\text{كتلة ذرة العنصر}}{\text{كتلة ذرة الهيدروجين}}$$

ملاحظة:

$$\text{الكتلة الذرية للأكسجين} = \frac{16}{1} = \frac{\text{كتلة ذرة الأكسجين}}{\text{كتلة ذرة الهيدروجين}}$$

وبما أن الذرة الغرامية لعنصر هي عدد الغرامات التي تشير إليها كتلته الذرية، فإننا عندئذ نجد أن 16غ من الأكسجين تمثل ذرة غرامية منه، والكمية 55.874غ من الحديد تمثل ذرة غرامية منه أيضاً.

2 . عدد أفوكادرو:

$$Na = 6.023 \times 10^{23}$$

إن كمية المادة من أي عنصر تساوي الرقم الدال على كتلته الذرية مقدراً بالغرام، ويحتوي على عدد من الذرات لا يتغير من عنصر لآخر يدعى عدد أفوكادرو وهو عدد كبير جداً.

ويستفاد من عدد أفوكادرو في توضيح اختلاف الكتل الذرية للعناصر، فكتلة عدد أفوكادرو من ذرات الألمنيوم 26.9 غراماً بينما كتلة العدد نفسه من ذرة الحديد هي 55.8 غراماً.

3 . المول:

هو وحدة الكمية التي تحوي عدداً محدداً من الجسيمات الأولية للمادة يساوي عدد الذرات الموجودة في 0.012 كغ من نظير الكربون 12 (أي عدد أفوكادرو).

مول من ذرات الأكسجين يعني 6.023×10^{23} ذرة من الأكسجين.

مول من جزيئات الهيدروجين يعني 6.023×10^{23} جزيئاً من الهيدروجين.

4 . الكتلة الذرية الغرامية لعنصر:

هي كتلة كمية من المادة تحتوي على عدد أفوكادرو من ذرات ذلك العنصر، فهي كتلة مول من ذرات العنصر، وتساوي إلى الرقم الدال على كتلته الذرية مقدراً بالغرام، ويدل عليها رمز ذلك العنصر.

وتختلف الكتل الذرية الغرامية من عنصر لآخر.

فهي للهيدروجين H = 1 gr

وللكلور Cl = 35.45 gr

وللألمنيوم Al = 26.98 gr

5 . الجزيء الغرامي:

الجزيء الغرامي لمادة ما:

هو عدد الغرامات التي يشير إليها الجزيء، وتمثل الكمية 2.016 غرام من الهيدروجين جزيئاً غرامياً منه والكمية 36.46 غراماً من غاز كلور الهيدروجين تمثل جزيئاً غرامياً من هذا الغاز.

6 . الكتلة المولية:

هي كتلة مول من جزيئات جسم صرف بسيط أو مركب تطابق كتلته الجزيئية الغرامية.

وتحسب الكتلة المولية بدءاً من الكتل الذرية الغرامية للعناصر المكونة لها، كما هو مبين في المثال الآتي:

الكتلة المولية للماء:

$$H_2O = 2 \times 1 + 16 = 18\ gr$$

الكتلة المولية لجزيء الكلور:

$$Cl_2 = 35.5 \times 2 = 71\ gr$$

الكتلة المولية لكلور الصوديوم:

$$NaCl = 23 + 35.5 = 58.5\ gr$$

ويمكن حساب عدد المولات التي تحتوي عليها كتلة معينة من جسم صرف من العلاقة الآتية:

كتلة المادة = الكتلة المولية للمادة × عدد المولات

7 . الحجم المولي (قانون أفوكادرو _ أمبير):

يشكل المول من أي جسم صرف وهو بحالة غاز الحجم المعين نفسه في الشروط المتماثلة من الحرارة والضغط.

وقد قيس الحجم المولي فوجد أنه يساوي 22.4 ليتراً في الشرطين النظاميين.

2-2- قانون مصونية المادة:

لقد صاغ لافوازييه عام /1785/ المبدأ العام لمصونية المادة والحركة على النحو الآتي:

(لا شيء يُفنى ولا شيء يُخلق من جديد؛ بل المادة تتبدل من شكل إلى آخر من دون أي تغيير في الكتلة).

وقد توصل إلى هذا المبدأ بعد أن أجرى تجاربه على الزئبق حيث كان يجد دوماً: أن مجموع وزني الزئبق والأوكسجين قبل التفاعل يساوي تماماً إلى وزن أوكسيد الزئبق الناتج بعد التفاعل، حيث استنتج أن كمية المادة المتفاعلة في كل تفاعل كيماوي مساوية لكمية المادة الناتجة عن التفاعل. وليس هناك سوى تبدل أو تحول في المادة. وقد قام عدد من الباحثين بإجراء تجارب وأبحاث للتأكد من صحة هذه المقولة، وفي كل مرة كانوا يجدون أن الوزن واحد لا يتغير قبل التفاعل وبعده. وفي مطلع القرن العشرين استطاع العلماء البرهان على صحة قانون مصونية المادة بالاعتماد على النظرية النسبية التي تنص:

إن أي فناء للمادة Δm يقابله ظهور قدره ΔE يمكن حسابها من العلاقة:

$$\Delta E = m C^2$$

حيث C سرعة الضوء في الخلاء:

$$.C = 3 \times 10^{10} \text{ cm/sec}$$

ففي أشد التفاعلات التي أجريت، والتي أطلقت 20000 حريرة، وجد أن:

$$\Delta m = 10^{-9} \text{ gr}$$

وهذا النقص في المادة لا يمكن كشفه بأي ميزان مهما بلغ من الدقة والحساسية.

ونتيجة لما تقدم فإنه لم يعد بالإمكان الشك في قانون مصونية المادة؛ لأن المادة حسب النتيجة لا تخلق ولا تفنى؛ وإنما تتبدل من شكل إلى آخر من دون أي تغيير في الكتلة.

2-3- قانون النسب الثابتة:

لقد وضع بروست عام /1901/م قانون النسب الثابتة على النحو الآتي:

(إن نسبة العناصر الداخلة في تركيب مركب ما، هي نسبة ثابتة لا تتغير مهما اختلفت الطرق التي يحضر بها هذا المركب).

مثال:

تفكك 9 gr من H_2O يؤدي للحصول على 1 gr من H و 8 gr من O.

وإن مزج 2 gr من H و 8 gr من O فإنه يتشكل 9 gr من H_2O، ويبقى 1 gr من غاز الهيدروجين دون تفاعل.

وكذلك فإن تفاعل الرصاص مع الكبريت يعطي كبريت الرصاص وفق المعادلة:

$$Pb + S \rightarrow PbS$$

$$100\ gr + 15\ gr \rightarrow 115\ gr$$

2-4- قانون النسب المضاعفة:

لقد صاغ دلتون عام /1803م/ قانون النسب المضاعفة على النحو الآتي:

(عندما يتحد عنصران ليشكلا أكثر من مركب كيميائي واحد، فإن أوزان أحد العنصرين التي تتحد مع وزن ثابت من العنصر الآخر تكون بنسبة عددية صحيحة وبسيطة).

حيث يشكل الأوكسجين مع الآزوت خمسة مركبات، يعطي التحليل الكمي لها المعطيات المبينة في الجدول الآتي:

المركب	النسبة المئوية		نسبة الأجزاء وزناً	
	آزوت	أوكسجين	آزوت	أوكسجين
أكسيد الآزوتي $2N_2O$	63.7	36.3	1	0.57
ثنائي أكسيد الآزوتي $2N_2O_2$	46.7	53.3	1	1.14
ثلاثي أكسيد الآزوت $2N_2O_3$	36.9	63.1	1	1.71
رباعي أكسيد الآزوت $2N_2O_4$	30.5	69.5	1	2.28
خماسي أكسيد الآزوت $2N_2O_5$	25.9	74.1	1	2.85

يتضح من هذا المثال أن نسب كميات الأكسجين التي تتحد مع وزن ثابت مع الآزوت 14 × 2 تكون بنسبة 1 : 2 : 3 : 4 : 5.

2-5- قانون غاي لوساك:

(حجوم العناصر الغازية التي تشكل مركباً غازياً تكون على نسبة بسيطة مع حجم المركب الناتج، وذلك عندما تؤخذ الحجوم جميعها في الشروط ذاتها من الضغط والحرارة).

ويمثل تفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الكلور على الشكل الآتي:

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$$

2 ليتر 1 ليتر 1 ليتر

غاز النشادر $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

2 ليتر 3 ليتر 1 ليتر

2-6- قانون أفوكادرو:

(إن حجوماً متساوية من غازات مختلفة تحت الشروط نفسها من الضغط والحرارة تحتوي العدد نفسه من الجزيئات).

حيث إن اتحاد ليتر من غاز الهيدروجين مع ليتر من غاز الكلور يتم باتحاد الجزيئات الموجودة في ليتر من الهيدروجين مع الجزيئات الموجودة في ليتر من الكلور المساوية في العدد للجزيئات الأولى.

يتضح مما سبق أنه إذا وزنًا حجوماً متساوية من غازات مختلفة تحت الشروط نفسها من الحرارة والضغط نحصل على أوزان متناسبة مع أوزان الجزيئات المفردة.

2-7- قانون الأعداد المتناسبة (قانون ريختر):

(النسبة التي يتحد وفقها عنصران تساوي نسبة الكتلتين اللازمتين منها للاتحاد بكتلة ثابتة من عنصر آخر أو هي مضاعف لها أو كسر بسيط منها).

حيث يتحد غاز الهيدروجين مع الكربون في شروط معينة لتشكل غاز الميتان بنسبة وزنية $\frac{4}{8}$ حسب المعادلة:

$$C + 2H_2 \longrightarrow CH_4$$

ويتفاعل الأوكسجين مع الهيدروجين ليشكلا الماء بنسبة وزنية $\frac{1}{8}$ حسب المعادلة:

$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow H_2O$$

2-8- قانون انحفاظ الكتلة:

إن مجموع كتل الأجسام الداخلة في التفاعل يساوي مجموع كتل الأجسام الناتجة عنه، أي إن كتلة كل عنصر تبقى مصونة (ثابتة) خلال التفاعل، لا تزيد ولا تنقص.

مثال:

احسب كتلة الهيدروجين اللازم للاتحاد مع 24 gr من الأوكسجين. احسب كتلة الماء الناتج إذا علمت أن كل (1 gr) من H_2 يتحد مع 8 gr من O_2 ليتشكل الماء.

الحل:

$$H_2 + 1/2\ O_2 \xrightarrow{\text{شرارة كهربائية}} H_2O$$

1 gr 8 gr

x gr 24 gr

نطبق قانون النسب الثابتة فنجد:

كتلة الهيدروجين اللازم:

$$\frac{x}{1} = \frac{24}{8} \Rightarrow x = 3gr$$

لحساب كتلة الماء الناتج نطبق قانون انحفاظ الكتلة فنجد:

$$H_2 + 1/2\ O_2 \xrightarrow{\text{شرارة كهربائية}} H_2O$$

3gr 24 gr

وزن (H_2) + (O_2) قبل التفاعل = وزن الماء بعد التفاعل

كتلة الماء الناتج:

$$3 + 24 = 27\ gr$$

2-9- قانون فاراداي:

إن كتلة المادة المترسبة على المسرى السالب تتناسب طرداً مع كمية الكهرباء المارّة في وعاء التحليل. وفي حال كون إحدى نتائج التحليل غازاً ما فإن كتلة الغاز المنطلق تتناسب طرداً مع كمية الكهرباء المارة.

ويتضح قانون فاراداي بوساطة التحليل الكهركيميائي:

التحليل الكهركيميائي هو تجمّع أيونات المحلول الموجبة على المسرى السالب وأيونات المحلول السالبة على المسرى الموجب. طلي المعادن هو عملية تحليل كهركيميائي يُطلى بها معدن المسرى السالب بمعدن المسرى الموجب. يجب أن يكون المحلول المتحلل أحد أملاح المسرى الموجب، لاحظ الجدول الآتي:

المسرى الموجب	المحلول	المسرى السالب	طبقة الطلي
نحاس	كبريتات النحاس	معدن ما	طبقة من النحاس
فضة	نترات الفضة	معدن ما	طبقة من الفضة
ذهب	كلور الذهب	معدن ما	طبقة من الذهب

بالإضافة لطلي المعادن ساعدت عملية التحليل الكهركيميائي في استحصال بعض العناصر من مركباتها مثل الألمنيوم، وفي تنقية بعض المعادن المشوبة.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الثالث

بنية الذرة

3-1- مقدمة

الذرة: هي أصغر جزء من العنصر، وتتألف من جزأين رئيسين:

أ . النواة. ب . المدارات الإلكترونية.

أ . النواة:

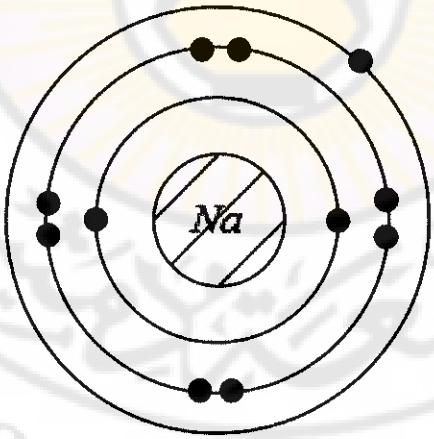
تمثل مركز الذرة، وهي ذات شحنة كهربائية موجبة، وتتركز فيها معظم كتلة الذرة، وتتكون من:

1 . البروتونات: وهي جسيمات مادية تحمل شحنة موجبة.

2 . النيوترونات: وهي جسيمات مادية متعادلة كهربائية.

ب . المدارات الإلكترونية:

يوجد بها جسيمات ذات شحنة كهربائية سالبة تدعى الإلكترونات، وكتلة الإلكترون صغيرة جداً، وتبلغ (1840/1) من كتلة البروتون.



ذرة الصوديوم

3-2- نظرية بور في بنية الذرة:

1 . الشحنة الموجبة لنواة الذرة تساوي مجموع الشحنات السالبة للإلكترونات بحيث تبدو الذرة متعادلة كهربائياً.

2 . تدور الإلكترونات حول النواة على مدارات خاصة محددة العدد وشحنتها سالبة.

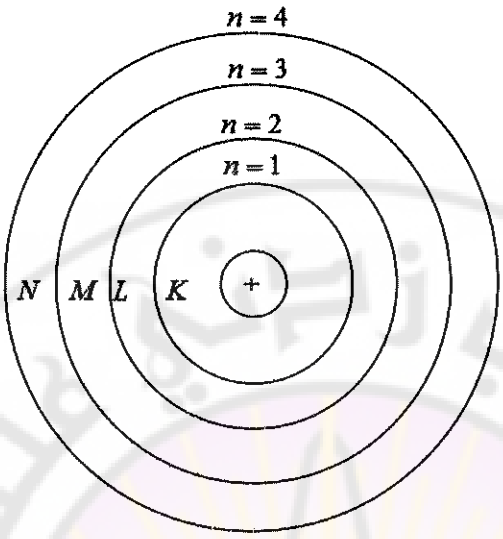
3 . القوى النابذة الناتجة عن دوران الإلكترونات تساوي قوى التجاذب الكهربائية الناشئة بين النواة والإلكترونات.

4 . لا يصدر الإلكترون إشعاعاً طالما بقي على مداره.

5 . يصدر الإلكترون إشعاعاً عندما يقفز من مدار أبعد عن النواة إلى مدار أقرب إليها. ويمتص طاقة عندما يقفز إلى مدار أبعد عن النواة.

6 . كل مجموعة من الإلكترونات تمتلك الطاقة نفسها، وتؤلف طبقة إلكترونية. وتختلف هذه الطاقة من طبقة إلكترونية إلى أخرى. حسب بعدها عن النواة، ولا يزيد عدد هذه الطبقات الإلكترونية على سبع.

Damascus University



الطبقات الالكترونية حول النواة

وتتوزع الإلكترونات على الطبقات الإلكترونية حسب القاعدة الآتية:

$$m = 2n^2$$

حيث ترمز (m) إلى العدد الأعظم لإلكترونات الطبقة. ويرمز (n) إلى ترتيب الطبقة الإلكترونية. وبإجراء حساب بسيط نستنتج أن الطبقة الإلكترونية الأولى تتسع لـ (2) إلكترونين في حين تتسع الطبقة الثانية لـ (8) إلكترونات، وتتسع الطبقة الثالثة لـ (18) إلكتروناً. وتتسع الطبقة الرابعة لـ (32) إلكتروناً.

تدريبات:

1- لدينا ذرة كلور وفيها (17) إلكتروناً. وزع هذه الإلكترونات على الطبقات الإلكترونية المدارية.

2- علل سبب تعادل الشحنة الكهربائية في الذرة.

3- تحتوي ذرة على (11) إلكتروناً و (12) نيوتروناً. ارسم نموذج هذه الذرة، وبيِّن مداراتها، وعدد الإلكترونات على كل مدار.

3-3- الكتلة الذرية:

تتكون العناصر من دقائق متشابهة تعرف بالذرات، وأن هذه الذرات لا متناهية في الصغر. إذاً فالحديث عن كتلة جسم بهذه الدرجة من الصغر قد يكون معضلة حقيقية. مثلاً تساوي تقريباً كتلة ذرة الهيدروجين الحقيقية (1.67×10^{-24}) لذلك يمكن وزن ذرة بعينها، ولكن يمكن أن نقارن كتلة ذرة بكتلة ذرة أخرى. بمعنى آخر لا بد من مقياس للمقارنة. وقد اتخذ الكيميائيون ذرة الهيدروجين مقياساً (وذلك لأنها أخف الذرات المعروفة حتى الآن) ونسبوا إليها كتل ذرات العناصر والجزيئات المعروفة حتى الآن. وعلى ضوئها تم تحديد الكتل الذرية للعناصر المعروفة حتى الآن.

3-4- الكتلة الذرية لعنصر:

هي نسبة كتلة ذرة العنصر إلى معيار محدد، وهو كتلة ذرة الهيدروجين التي يفترض أنها تساوي الواحد.

3-5- الكتلة الذرية الغرامية:

الكتلة الذرية الغرامية هي عبارة عن الكتلة الذرية مقاسة بواحدة الغرام. بافتراض أن كتلة ذرة الهيدروجين تساوي (واحد) غراماً.

بمعنى أنه إذا كانت كتلة ذرة الأوكسجين 16 g (أي 16 مرة مثل ذرة الهيدروجين) فإن كتلتها الذرية الغرامية تصبح (16 g)، وكذلك تصبح الكتلة الذرية الغرامية للنتروجين تساوي (14 g).

الكتلة الذرية لذرة الأوكسجين هي 16 وتكتب O = 16.

الكتلة الذرية للهيدروجين هي 1 وتكتب H = 1.

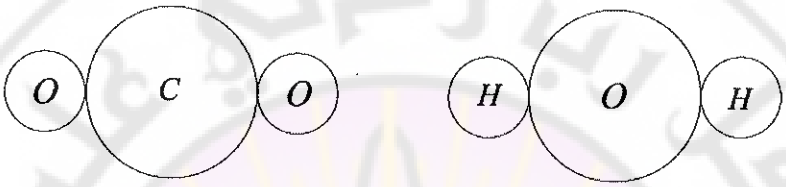
الكتلة الذرية للهيليوم هي 4 وتكتب He = 4.

الكتلة الذرية للألمنيوم 27 وتكتب Al = 27.

3-6- الجزيئات:

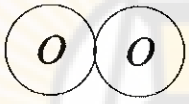
3-6-1- الجزيء:

الجزيء هو مجموعة ذرات مرتبط بعضها ببعض. ويتألف الجزيء (molecule) من دقائق صغيرة ندعو كلاً منها ذرة. ويعّد كلاً من الماء وغاز ثنائي أوكسيد الكربون وغاز الأوكسجين ذات بنية جزيئية.



Co_2

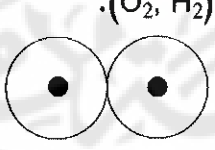
وتكون جزيئات الجسم الصرف متطابقة فيما بينها إلا أن جزيئات جسم صرف تختلف عن جزيئات جسم صرف آخر.



O_2

3-6-2- الذرات: Atoms:

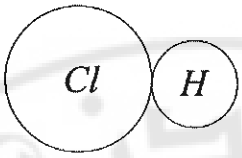
يتألف الجزيء من دقائق صغيرة ندعو كلاً منها ذرة. وتؤلف الذرات عند ارتباطها الجزيئات المختلفة. وتكون الذرات متماثلة في جزيء العنصر مثل جزيء الهيدروجين وجزيء الأوكسجين (O_2, H_2).



H H

Damascus University

يمكن أن تكون الذرات أيضاً مختلفة في جزيئات المركبات مثل جزيء الماء وجزيء غاز ثنائي أكسيد الكربون وجزيء غاز كلوريد الهيدروجين....إلخ



3-7- الكتلة الجزيئية:

الكتلة الجزيئية لجزيء أو مركب هي مجموع كتل الذرات الداخلة في تكوينه.

أو هي نسبة كتلة الجزيء أو المركب إلى معيار محدد والممثل بكتلة ذرة الهيدروجين التي تساوي الواحد.

3-8- الكتلة الجزيئية الغرامية:

هي الكتلة الجزيئية مقاسة بواحدة الغرام بافتراض أن كتلة ذرة الهيدروجين تساوي (واحد) غراماً.

3-8-1- المول:

هو مقدار المادة التي تحتوي على عدد أفوكادرو من الدقائق سواء كانت هذه الدقائق ذرات أو جزيئات أو أيونات أو إلكترونات.

عدد أفوكادرو = (6.02×10^{23}) دقيقة.

ملاحظة:

إن كتلة مول من جزيئات عنصر أو مركب تطابق الكتلة الجزيئية الغرامية لذلك العنصر أو المركب التي يستدل عليها من الصيغة الكيميائية.

1 مول من ذرات الأوكسجين = (6.02×10^{23}) ذرة أوكسجين = 16 g

1 مول من جزيء الأوكسجين = (6.02×10^{23}) جزيء الأكسجين = 32 g

1 مول من جزيئات حمض الكبريت = (6.02×10^{23}) جزيء حمض الكبريت يساوي 98 g.

1 مول من جزيئات الماء = (6.02×10^{23}) جزيء ماء = 18 g

1 مول من أيونات الصوديوم = (6.02×10^{23}) أيون صوديوم = 23 g

مثال:

كم عدد المولات الموجودة في:

أ . 132) g) من غاز (CO_2).

ب . 112) g) من الحديد Fe.

إذا علمت أن O = 16، C = 12، Fe = 56.

الحل:

$$\text{عدد مولات } CO_2 = \frac{\text{كتلة المركب}}{\text{الكتلة الجزيئية الغرامية}} = \frac{132}{44} = 3 \text{ مول}$$

$$\text{عدد مولات الحديد} = \frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{الكتلة الذرية الغرامية}} = \frac{112}{56} = 2 \text{ مول}$$

3-8-2- الحجم المولي:

لقد دلت التجارب أن المول من أي غاز يشغل الحجم نفسه في الشروط المتماثلة من الحرارة والضغط. وقد قيس هذا الحجم الذي يدعى الحجم المولي في الشرطين النظاميين من الضغط والحرارة (الضغط 76 سم زئبقياً ودرجة الحرارة صفر سلسيوس) فوجد (22.4) ليتراً.

أمثلة:

احسب حجم 1 مول من غاز الهيدروجين (H_2) في الشرطين النظاميين:

حجم 1 مول = 22.4 L من H_2.

حجم 1 مول = 22.402 L من O_2

حجم 1 مول = 22.403 من CO_2

الفصل الرابع

الروابط الكيميائية – الشحنة الكهربائية

4-1- مقدمة:

اكتشف الإنسان منذ القديم خاصية اجتذاب المواد بعضها مع بعض، فعند دلك قضيب من الزجاج بقطعة من القماش فإن الزجاج يكتسب خاصية جذب الأجسام الخفيفة كقصاصات الورق ويُقال عندئذ إن الزجاج قد شُحن أو تكهرب أو اكتسب شحنة كهربائية. كذلك الأمر بالنسبة لقطعة من المطاط فإنها تكتسب شحنة كهربائية عندما تدلك بقطعة من الصوف أو الفراء. وقد صنّف العالم دوفي Doufy عام (1733) جميع الأجسام المتكهربة جميعها في صنفين يتميزان بالخاصتين الأساسيتين الآتيتين:

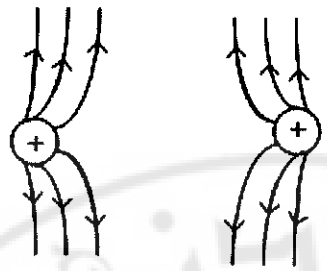
1 . يتنافر الجسمان المنتميان إلى صنف واحد.

2 . يتجاذب الجسمان المنتميان إلى صنفين مختلفين.

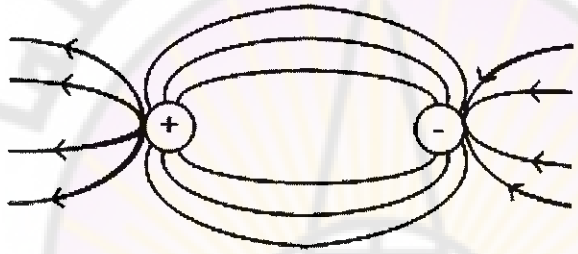
وفي عام (1747) اقترح العالم فرانكلين Franklin تسمية هذين الصنفين موجباً أو سالباً، أي إن هناك نوعين من الشحنات الكهربائية:

1. الشحنة الكهربائية السالبة: وهي الشحنة التي يكتسبها المطاط عند دلكه بالصوف.
2. الشحنة الكهربائية الموجبة: وهي الشحنة التي يكتسبها الزجاج عند دلكه بالقماش (الحرير).

وقد دلّت التجارب أن كل الجسيمات من الصنف نفسه موجباً أو سالباً تتدافع، ومن صنفين مختلفين تتجاذب. وهذا ما بيّنه الشكل الآتي:



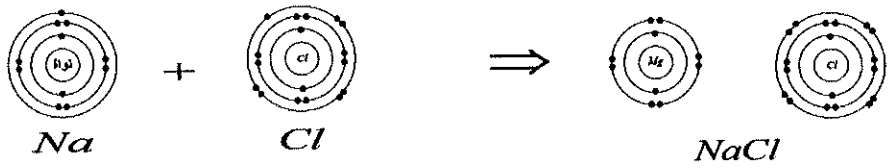
في حالة شحنتين متساويتين بالقيمة
وبالإشارة من نوع واحد



في حالة شحنتين متساويتين بالقيمة
ومتعاكستين بالإشارة من نوعين مختلفين

مثال:

يشكل جزيء كلور الصوديوم، حيث تسعى ذرة الصوديوم Na التي يبلغ وزنها الذري 23 وعددها الذري 11 إلى التخلص من الإلكترون الوحيد الموجود على مدارها الثالث لتصبح أيوناً (شاردة) موجباً يحوي ثمانية إلكترونات في المدار الثاني، وفي المقابل فإن ذرة الكلور Cl التي يبلغ وزنها الذري 35.5 وعددها الذري 17 تسعى إلى إملاء مدارها الخارجي (الثالث) إلى ثمانية إلكترونات محققة بذلك قاعدة الثمانية الإلكترونية، وتتحول نتيجة اكتسابها إلكتروناً إضافياً إلى أيون سالب. والشكل الآتي يوضح لنا تشكّل جزئي كلور الصوديوم NaCl.



إن فقدان ذرة الصوديوم لإلكترون واحد نتج عنه أيون صوديوم موجب الشحنة:

$$Na \rightarrow Na^{+} + e^{-}$$

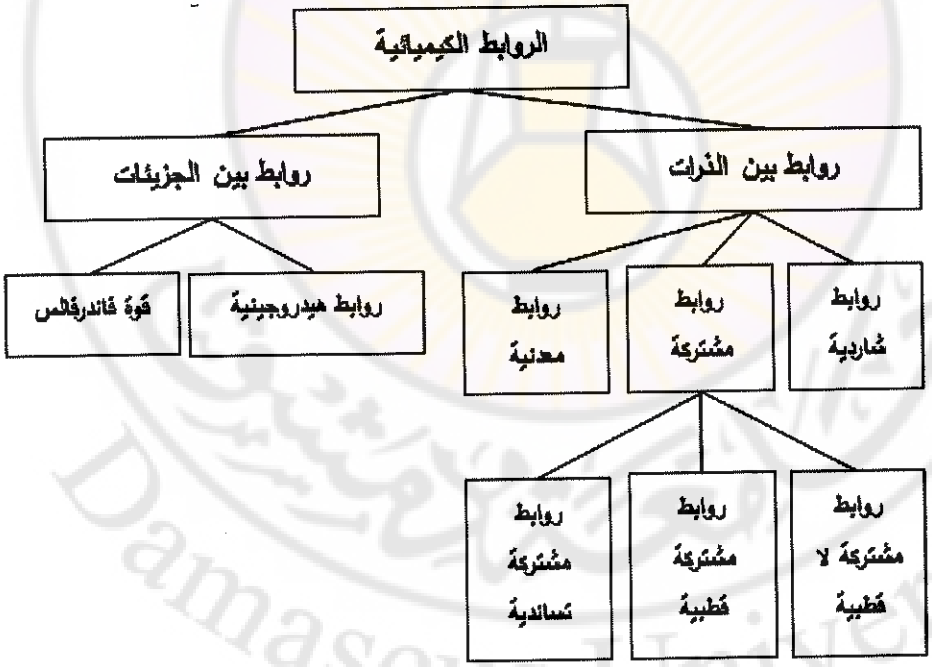
واكتساب ذرة الكلور لإلكترون واحد نتج عنه أيون كلور سالب الشحنة:

$$Cl + e^{-} \rightarrow Cl^{-}$$

ويحصل نتيجة لذلك تجاذب كهربائي بين أيون الكلور السالب وأيون الصوديوم الموجب وهذه الرابطة تسمَّى الرابطة الكهربائية أو الرابطة الأيونية.

4-2- الروابط الكيميائية:

وهناك أنواع من الروابط الكيميائية موضحة وفق المخطط الآتي:

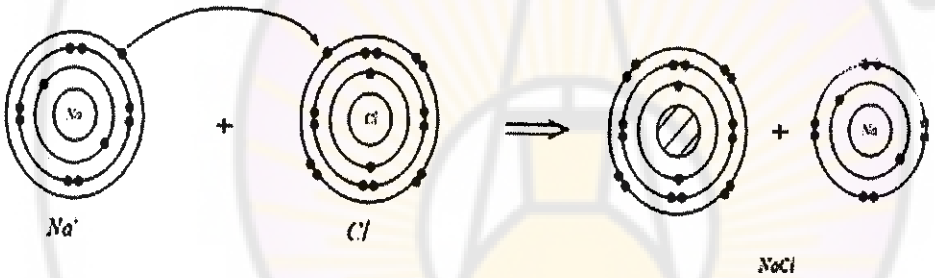


4-2-1- الروابط الشاردية:

تنشأ بين العناصر الشديدة الكهرجابية مثل Na والعناصر ذات الكهرسلبية العالية مثل Cl لتشكل كلور الصوديوم NaCl حيث ينتقل إلكترون أو أكثر من ذرة إلى أخرى، فتتحول الذرة الأولى إلى شاردة موجبة بينما تتحول الذرة الثانية إلى شاردة سالبة.

ونظراً للفرق بين الشحنتين الشاردتين ينشأ بينهما تجاذب كهربائي يؤدي إلى تشكّل الرابطة الشاردية.

فعند تشكل كلور الصوديوم NaCl فإن ذرة الصوديوم تخسر إلكتروناً متحولة إلى شاردة صوديوم موجبة Na^+ أما ذرة الكلور تكتسب إلكتروناً متحولة إلى شاردة كلور سالبة Cl^- وينشأ عن ذلك مركب شاردي معتدل كهربائياً. انظر الشكل:



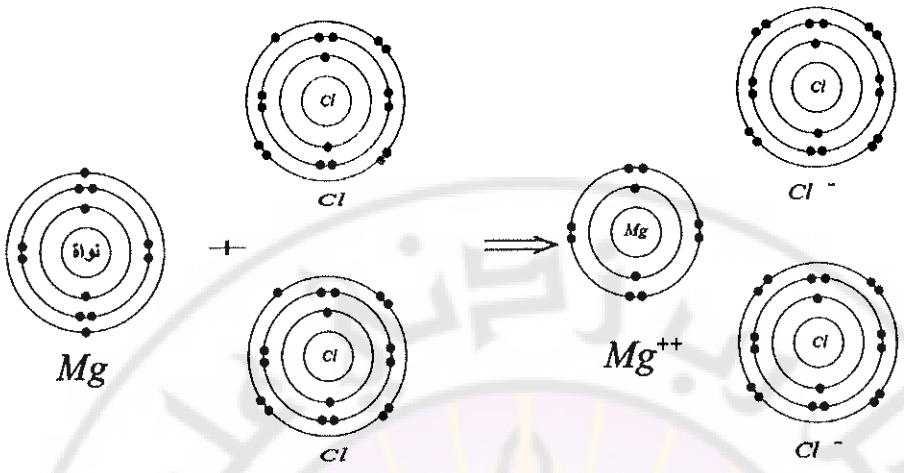
$$Na \rightarrow Na^+ + e^-$$

$$Cl + e^- \rightarrow Cl^-$$

$$Na^+ + Cl^- \rightarrow NaCl$$

تشكل جزيء كلوريد المغنزيوم:

تسعى ذرة المغنزيوم للتخلي عن إلكترونين من المدار السطحي، وتتحول إلى أيون موجب Mg^{++} بينما تسعى كل من ذرتي الكلور لأن تكتسب أحد هذين الإلكترونين متحولة إلى أيون سالب $(2Cl^-)$ ويتجاذب أيون المغنزيوم مع أيوني الكلوريد، ويتكون جزيء كلوريد المغنزيوم $MgCl_2$.



$$Mg^{++} + 2Cl^{-} \rightarrow MgCl_2$$

وهذه المركبات الشاردية لها الخواص الآتية:

1 . مواد صلبة في درجات الحرارة العادية.

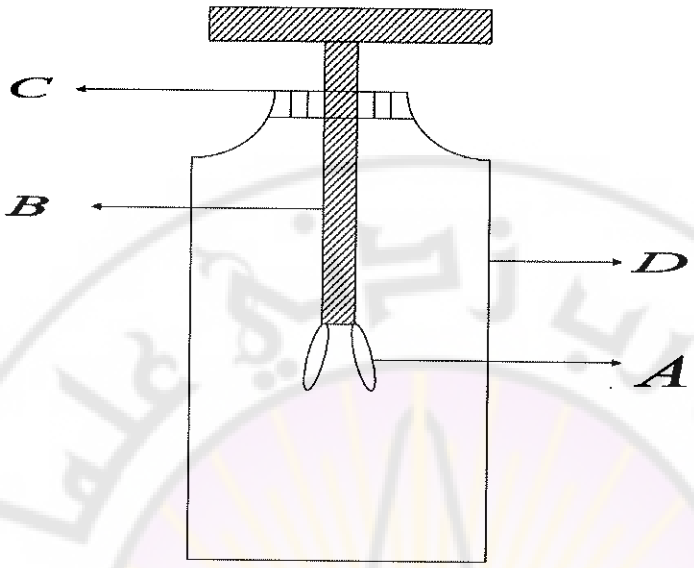
2 . تحتاج لدرجات حرارة عالية لانصهارها وغليانها.

وقد برهن كولون على مبدأ انحفاظ الشحنة وفق النتيجتين الآتيتين:

1 . إذا دُلك جسمان حياديان بعضهما ببعض فإن أحدهما يكتسب شحنة تساوي وتعاكس بالإشارة الشحنة التي يكتسبها الجسم الآخر، فيبقى المجموع الجبري لشحنتيهما معدوماً.

2 . أما إذا شُحن جسم من جراء تماسه بجسم آخر مشحون سلفاً فإن شحنتي الجسمين تكونان من إشارة الجسم المشحون سلفاً، ومجموعهما يساوي شحنته.

والجهاز الموضح بالشكل يُستخدم للكشف عن الأجسام المشحونة ويعطي فكرة تقريبية عن مقدار شحنة هذه الأجسام.



الكشاف الكهربائي

ويتكون هذا الجهاز (الكشّافة الكهربائية) من ورقتين رقيقتين من الذهب A متصلتين بساق من المعدن B محاط بقطعة من المطاط C تعزله عن الغلاف D المزود بنافذتين زجاجيتين يمكن النظر من خلالهما لرؤية ورقتي الذهب. عندما يمس جسم مشحون القرص العلوي للجهاز، فإن ورقتي الذهب تحصلان على نوع شحنة الجسم نفسها وبذلك تتنافران، ويكون مقدار انفراج ورقتي الذهب مقياساً لمقدار شحنة الجسم.

4-2-2- الرابطة المشتركة:

تتشكل الرابطة المشتركة عندما تتفاعل ذرتان أو أكثر لهما الكهرسلبية نفسها هما متقاربتان في كهرسلبيتهما.

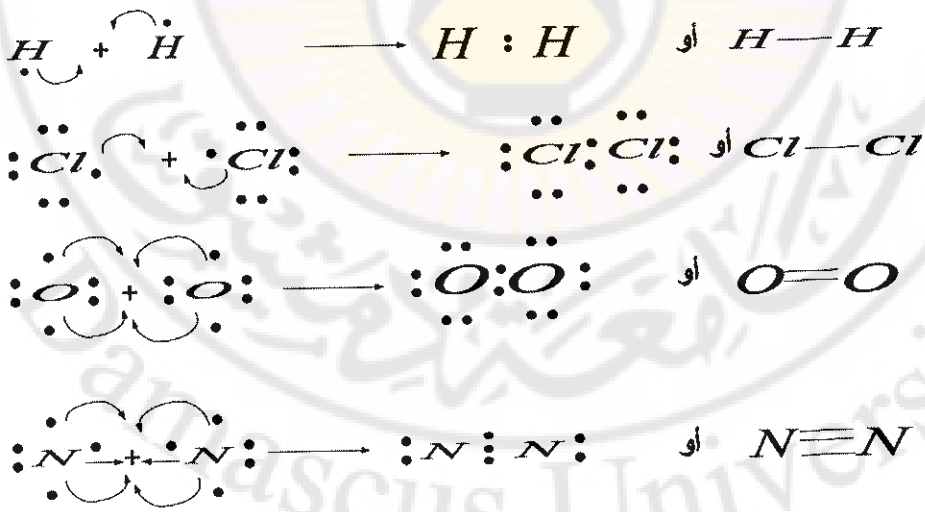
وقد وضّح العالم لويس مفهوم الرابطة المشتركة بقوله: «إن الذرتين المرتبطتين تشتركان معاً بعدد من الإلكترونات بحيث تغدو كل ذرة محاطة في طبقتها الخارجية (مدارها الخارجي) بثمانية إلكترونات». مثال جزيء الميتان:

HCl CH_4

وقد رمز العالم لويس لإلكترونات التكافؤ بعدد من النقاط تحاط بالذرة، والشكل الآتي يوضّح ذرات بعض العناصر وتكافؤها؛ ونوع الرابطة المشتركة من حيث عدد إلكترونات التكافؤ التي تشارك فيها كل ذرة:

تمثيل الذرة	H	Cl	O	N	Al
التكافؤ	1	1	2	3	3
نوع الرابطة المشتركة	أحادية	أحادية	مضاعفة	ثلاثية	ثلاثية

والأمثلة الآتية تبين ارتباط ذرتين وفق الرابطة المشتركة:



إن الرابطة المشتركة يمكن أن تتشكل أيضاً لدى ارتباط ذرتين مختلفتين، مثال ذلك: كلور الهيدروجين، وبخار الماء.

كلور الهيدروجين

بخار الماء

وتعد الرابطة المشتركة مميزة للمركبات العضوية.

يمكن أن نميز بين هذه الروابط المشتركة بالتالي:

1- روابط مشتركة لا قطبية:

تتشكل لدى ارتباط ذرتين متماثلتين.

مثال:

AL_3 , N_3 , O_2 , Cl_2 , H_2

2- روابط مشتركة قطبية:

تتشكل لدى ارتباط ذرتين مختلفتين في كهرسلبيتها.

مثال:

HCl , H_2O

3 . روابط تساندية: (الرابطة نصف القطبية أو الرابطة المانحة - المقبلة)

تتشكل لدى منح زوج إلكتروني من إحدى الذرتين إلى الذرة الأخرى.

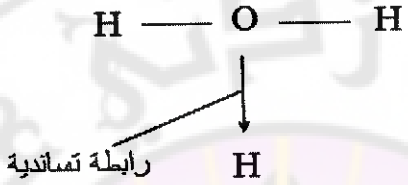
مثال:

NH_4^+.

ولتفريق الرابطة التساندية عن غيرها يرمز لها بسهم من الذرة المانحة إلى الذرة الآخذة.

مثال:

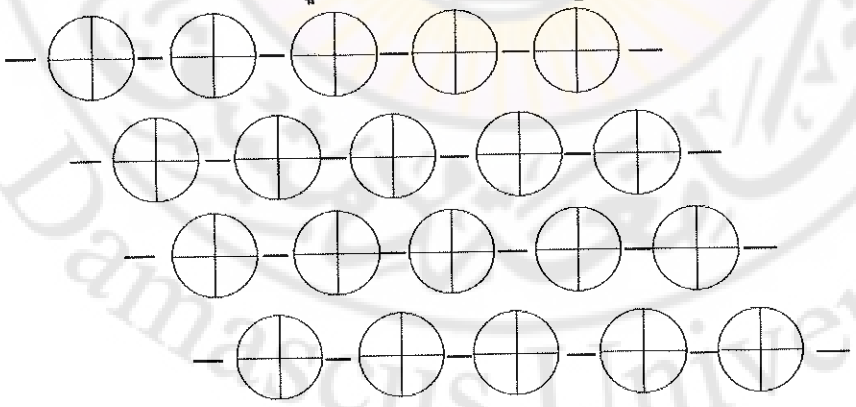
يمكن تمثيل شاردة الهيدرونيوم بالشكل الآتي:



4-2-3- الرابطة المعدنية:

تتشكل بين ذرتين معدنيتين أو أكثر، وقد عدّ العالم باولنغ أن الرابطة المعدنية هي رابطة مشتركة طنينية تنتقل فيها الإلكترونات التكافؤية بين ذرات المعدن المتجاورة، وتكون الإلكترونات التكافؤية المستعملة في الارتباط المعدني غير ثابتة، ولا تخص ذرة معينة في المعدن. وبما أن كل ذرة معدنية تتخلى عن إلكتروناتها التكافؤية متحولة إلى شاردة موجبة لذا يمكن القول:

بأن المعدن الصلب هو عبارة عن شبكة من الشوارد الموجبة محاطة بغمامة إلكترونية تربط تلك الشوارد مع بعضها ببعض كما في الشكل:



وإن متانة المعدن يعود إلى قوة الرابطة المعدنية المتشكلة بين ذراتها، وتزداد متانة، وقساوة، ودرجة انصهار المعادن بزيادة عدد إلكترونات التكافؤ التي تسهم في الرابطة المعدنية.

مثال:

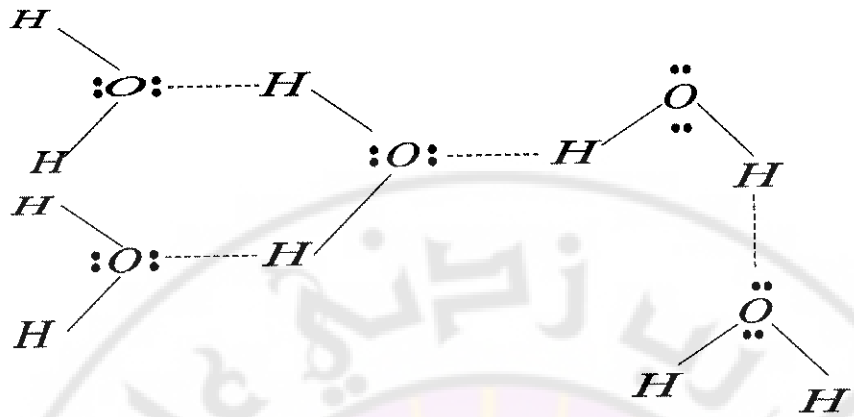
البوتاسيوم يمتلك إلكتروناً تكافؤياً للارتباط، بينما الكروم يمتلك ستة إلكترونات تكافؤية تشكل ستة أزواج ارتباطية؛ لذلك يكون الكروم أكثر صلابة وأعلى درجة انصهار من البوتاسيوم.

4-3- الروابط بين الجزيئات:

من الصعب وجود جزيء من دون أي ارتباط بالجزيئات الأخرى المجاورة له؛ هذه الروابط الموجودة بين الجزيئات أو بين الشوارد والجزيئات أضعف كهربائياً من الروابط الموجودة بين الذرات سواءً أكانت هذه الروابط شاردية أم مشتركة، ومن أهم هذه الروابط:

4-3-1- الروابط الهيدروجينية:

تعّد الرابطة الهيدروجينية رابطة ضعيفة، وهي تنشأ بين ذرات الهيدروجين المرتبطة بعناصر عالية الكهرسلبية والثنائيات الإلكترونية غير المشتركة في عناصر أخرى عالية الكهرسلبية، قوى تجاذب ثنائي القطب، ثنائي قطب قوية جداً ويعرف هذا النوع من القوى ما بين الجزيئية لارتباط الهيدروجين الممثلة بنقاط:



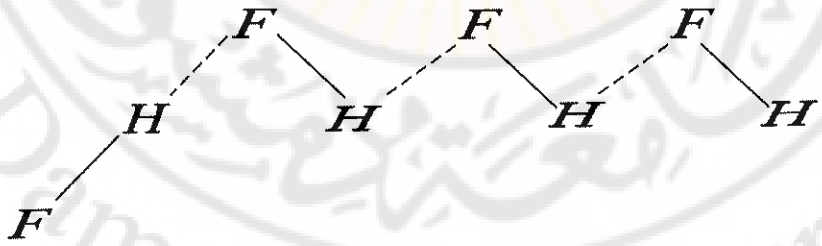
إن وجود الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء يزيد من قيمة التجاذب بين هذه الجزيئات.

وبالتالي يزيد من درجة الغليان ودرجة الانصهار، أي إن الرابطة الهيدروجينية تؤثر بشكل واضح في الصفات الفيزيائية للمواد التي توجد فيها.

إن الروابط الهيدروجينية لا تقتصر على الماء، فحسب بل توجد في مركبات كثيرة.

مثال:

توجد بين جزيئات فلوريد الهيدروجين، حيث تناوب ذرات الهيدروجين وذرات الفلور كما يأتي:



تؤدي الروابط الهيدروجينية دوراً مهماً في بعض الأنظمة البيولوجية، وبفضلها تلتف السلاسل الببتيدية بشكل حلزوني في البروتينات ولهذا السبب يقال: لولا الرابطة الهيدروجينية لما كانت الحياة على ما هي عليه.

4-3-2- قوة فاندرفالس (رابطة فاندرفالس):

هي القوى الحاصلة بين الجزيئات، والناتجة عن:

- قوى تجاذب بين نواة ذرة ما وإلكترونات ذرة أخرى.
- قوى تنافر بين نواتي الذرتين وبين إلكترونات الذرتين وهي تتناسب طرداً مع عدد إلكترونات الجزيء أو الذرة يتكدس بعضها فوق بعض، وهذا التكدس ناجم عن روابط بين جزيئاتها تدعى قوى فاندرفالس.

إن قوة ارتباط فاندرفالس تتناقص بارتفاع درجة الحرارة حيث تزداد الحركة العشوائية للجزيئات؛ مما يؤدي إلى إضعاف قوى التجاذب.

4-4- توزع الشحنات الكهربائية:

إن الشحنة الكهربائية الكلية q هي عبارة عن مقدار جبري يمكن قياسه. أي إن:

$$q = \sum_i q_i$$

حيث إن المجموع الجبري للشحنات الموجبة والسالبة لجملة معزولة يبقى ثابتاً، وهذا يعبّر عن مبدأ مصونية الشحنة، وانطلاقاً من هذا التعريف فإنه يمكن إدخال مفهوم كثافة الشحنة الذي يسمح بدوره بتمثيل كمي لتوزيع الشحنات المختلفة.

وهناك ثلاث حالات:

1 . الكثافة الخطية:

إذا كانت الشحنات موزّعة على طول سلك ما (حالة الأسلاك)، فإن الكثافة الخطية تُعرّف بالعلاقة الآتية:

$$\lambda = \lim_{\Delta l \to 0} \frac{\Delta Q}{\Delta l} = \frac{dq}{dl}$$

حيث: ΔL: عنصر الطول الذي يحمل الشحنة ΔQ.

2 . الكثافة السطحية:

عندما تكون الشحنات موزعة على سطح جسم ما (حالة الناقل) فإن الكثافة السطحية تُعرّف بالعلاقة الآتية:

$$\delta = \lim_{\Delta s \to 0} \frac{\Delta Q}{\Delta S} = \frac{dq}{ds}$$

حيث: ΔS: عنصر السطح.

3 . الكثافة الحجمية:

في الحالة التي تكون فيها الشحنات موزّعة في حجم ما (حالة العوازل)؛ فإن الكثافة الحجمية تعرّف وفق العلاقة الآتية:

$$\varphi = \lim_{\Delta v \to 0} \frac{\Delta Q}{\Delta V} = \frac{dq}{dv}$$

حيث: ΔV: عنصر الحجم الذي يحمل الشحنة ΔQ.

4-5- التكافؤ الكيميائي

1 . االتكافؤ الكيميائي للعناصر:

أ . التكافؤ الكيميائي في المركبات الأيونية:

إن فقدان إلكترون واحد يكسب الذرة شحنة موجبة واحدة. وفقدان إلكترونين يكسبها شحنتين موجبتين وهكذا.. أي إن فقدان ذرة الصوديوم متعادلة الشحنة لإلكترون واحد ينتج عنه أيون صوديوم موجب الشحنة كما في المعادلة الآتية:

$$Na \rightarrow Na^{+} + e^{-}$$

ذرة صوديوم أيون صوديوم إلكترون

ويكون تكافؤ الصوديوم في هذه الحالة أحادياً. أما ذرة المغنزيوم، فتفقد إلكترونين، وتكوّن أيون مغنزيوم ثنائي الشحنة الكهربائية الموجبة؛ وبالتالي يكون تكافؤ المغنزيوم ثنائياً.

$$Mg \rightarrow Mg^{++} + 2e^{-}$$

أما في حالة اكتساب الذرة لإلكترون ما فيتكون أيوناً سالب الشحنة. أي إن اكتساب ذرة الكلور متعادلة الشحنة لإلكترون واحد ينتج عنه أيون كلوريد سالب الشحنة.

$$Cl + e^{-} \rightarrow Cl^{-}$$

أما في حالة اتحاد عنصري الألمنيوم والكلور، فنلاحظ أن ذرة الألمنيوم لديها ثلاثة إلكترونات في طبقتها الخارجية، وبالتالي يمكنها فقدان ثلاثة إلكترونات في حالة اتحادها الكيميائي مع عنصر آخر.

$$Al \rightarrow Al^{+++} + 3e^{-}$$

أما ذرة الكلور، فتحتاج في حالة اتحادها الكيميائي إلى إلكترون واحد. ولهذا فإن ذرة ألمنيوم تعطي ثلاثة إلكترونات لثلاث ذرات كلور، وينتج عن هذا التفاعل الكيميائي مركب كلوريد الألمنيوم.

$$Al^{+++} + 3Cl^{-} \rightarrow Al\,Cl_3$$

التكافؤ في المركبات الأيونية: هو عدد الإلكترونات التي تكتسبها الذرة أو تفقدها عند تفاعلها الكيميائي.

بعض المعادن المألوفة مع رموزها وتكافؤاتها

Damascus University

اسم العنصر غير (متحد)	رمز العنصر	اسم العنصر (متحداً)	رمز الأيون	التكافؤ
هيدروجين	H	هيدروجين	H^+	1
بوتاسيوم	K	بوتاسيوم	K^+	1
صوديوم	Na	صوديوم	Na^+	1
كالسيوم	Ca	كالسيوم	Ca^{++}	2
مغنزيوم	Mg	مغنزيوم	Mg^{++}	2
ألمنيوم	Al	ألمنيوم	Al^{+++}	3
زنك	Zn	زنك	Zn^{++}	2
حديد	Fe	حديدي	Fe^{++}	2
حديد	Fe	حديد	Fe^{+++}	3
نحاس	Cu	نحاسي	Cu^+	1
نحاس	Cu	نحاس	Cu^{++}	2
فضة	Ag	فضة	Ag^+	1

ويمكن لبعض العناصر مثل الحديد والنحاس أن يكون لها أكثر من تكافؤ.

إن جميع العناصر المدرجة في الجدول السابق هي معادن باستثناء الهيدروجين؛ وبالتالي فهي تعطي أيونات موجبة عند التفاعل. ويبين الجدول الآتي عدداً من العناصر اللامعدنية.

بعض اللامعادن المألوفة مع رموزها وتكافؤاتها

اسم العنصر غير (متحد)	رمز العنصر	اسم العنصر (متحد)	رمز الأيون	التكافؤ
أوكسجين	O	أوكسيد	O^{--}	2
كلور	Cl	كلوريد	Cl^-	1
بروم	Br	بروميد	Br^-	1
يود	I	يوديد	I^-	1

إن تكافؤ العنصر يساوي عدد الشحنات الموجبة أو السالبة في الأيون.

ب . التكافؤ الكيميائي في المركبات المشتركة:

إذا دققنا النظر في تفاعلات المشاركة بالإلكترونات، نلاحظ أن ذرة الكلور في جزيء الكلور (Cl_2) تشترك مع ذرة كلور أخرى بزوج من الإلكترونات، فنقول: إن

الكلور أحادي التكافؤ. وذرة الأوكسجين في الماء (H_2O) تشترك بزوجين من الإلكترونات مع ذرتين من الهيدروجين، فنقول: إن الأوكسجين ثنائي التكافؤ.

وذرة النتروجين في غاز النشادر (NH_3) تشترك بثلاثة إلكترونات مع ثلاث ذرات هيدروجين، فنقول: إن النتروجين ثلاثي التكافؤ؛ لذلك فإن التكافؤ الكيميائي في المركبات المشتركة: هو عدد أزواج الإلكترونات التي تشترك بها ذرة العنصر مع ذرة عنصر آخر خلال تفاعلها الكيميائي.

2 . التكافؤ الكيميائي لجذر حمضي (الشق السالب):

يمكن أن يتكوّن الأيون من عدة ذرات لعناصر مختلفة. ولكن هذه الذرات تكوّن وحدة متكاملة لها تكافؤ خاص. تدعى مثل هذه الأيونات بالجذور الكيميائية.

بعض الجذور الحمضية المألوفة مع صيغتها وتكافؤاتها

اسم الحمض	صيغة الحمض	اسم وصيغة الجذر الحمضي	عدد ذرات الهيدروجين	تكافؤ الجذر
حمض الآزوت	HNO_3	جذر النترات $(NO_3)^-$	1	1
حمض الكبريت	H_2SO_4	جذر الكبريتات $(SO_4)^{--}$	2	2
حمض الكربون	H_2CO_3	جذر الكربونات $(CO_3)^{--}$	2	2
حمض الفسفور	H_3PO_4	جذر الفوسفات $(PO_4)^{---}$	3	3

تكافؤ حمضي: هو عدد ذرات الهيدروجين الحمضية التي تتحد معه.

غير أن جذر الهيدروكسيد في جزيء الماء (H–OH) يتحد مع ذرة هيدروجين واحدة، فهو أحادي التكافؤ. وأن جذر الأمونيوم في جزيء هيدروكسيد الأمونيوم (NH_4OH) يتحد مع جذر هيدروكسيد واحد فهو أحادي التكافؤ.

4-6- كتابة صيغ المركبات الكيميائية:

أ . كتابة صيغة مركب يحوي عنصرين:

لكي نكتب صيغة مركب يحوي عنصرين لا بد من اتباع الخطوات الآتية:

1 . نكتب رموز العناصر الداخلة في تكوين المركب.

2 . نكتب التكافؤ أسفل كل عنصر.

3 . نبادل التكافؤ بين العناصر المكونة للمركب بحيث يدل على عدد ذرات العنصر الداخلة في المركب.

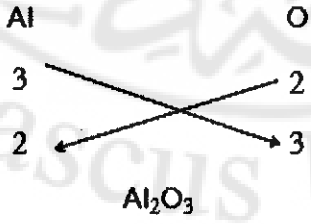
4 . إذا كان بين التكافؤات المكتوبة عامل مشترك، نقسم على هذا العامل حتى نحصل على أبسط قيمة عددية.

5 . نكتب الصيغة النهائية للمركب، انظر إلى صيغة كل من أوكسيد الصوديوم وكلوريد الصوديوم:

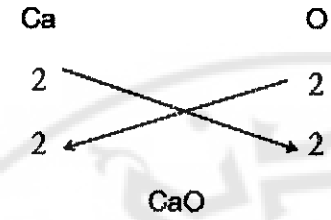
مثال:

اكتب الصيغة الكيميائية لأوكسيد الألمنيوم، أوكسيد الكالسيوم، كلور البوتاسيوم.

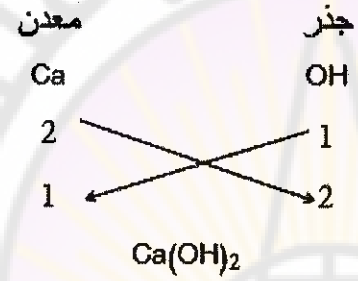
- الصيغة الكيميائية لمركب أوكسيد الألمنيوم AL_2O_3 هي:



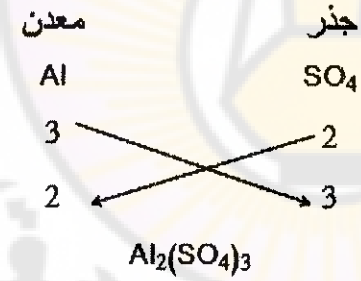
- لمركب أوكسيد الكالسيوم:



- لمركب هيدروكسيد الكالسيوم:



- لمركب كبريتات الألمنيوم:



ب . كتابة صيغة مركب يحوي جذراً كيميائياً:

نكتب صيغ المركبات التي تحوي جذوراً كيميائية بالطريقة نفسها التي اتبعت لكتابة صيغة المركبات المكونة من عنصرين مع مراعاة أمرين مهمين:

1. التأكد من كتابة الجذر صحيحاً من دون أي تغيير في عدد ذراته.
2. وضع الجذر بين قوسين إذا اتحد مع عنصر أو جذر لا يساويه في التكافؤ.

4-7- تسمية المركبات الكيميائية:

1 . يسمى المركب الناتج من تفاعل حمض كلور الماء مع المعدن أو مع الأساس الذي يحوي المعدن بـ كلوريد المعدن مثل كلوريد الألمنيوم $AlCl_3$ إذا كان المعدن هو الألمنيوم، وكلوريد الصوديوم NaCl إذا كان المعدن هو الصوديوم أو الأساس هو هيدروكسيد الصوديوم.

2 . يسمى المركب الناتج من تفاعل حمض الكبريت مع المعدن أو مع الأساس الذي يحوي المعدن كبريتات الزنك $ZnSO_4$ إذا كان المعدن هو الزنك، أو كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ إذا كان المعدن هو الكالسيوم أو الأساس هو هيدروكسيد الكالسيوم.

3 . يسمى المركب الناتج من تفاعل حمض الآزوت مع المعدن أو مع الأساس الذي يحوي المعدن بـ نترات المعدن مثل نترات الصوديوم $NaNO_3$ إذا كان المعدن هو الصوديوم أو نترات الكالسيوم $Ca(NO_3)_2$ إذا كان المعدن هو الكالسيوم أو الأساس هو هيدروكسيد الصوديوم.

4 . يسمى المركب الناتج من تفاعل حمض الخل مع المعدن أو مع الأساس الذي يحوي المعدن خلات المعدن مثل خلات الصوديوم CH_3COONa إذا كان المعدن هو الصوديوم، أو خلات الكالسيوم $Ca(CH_3COO)_2$ إذا كان الأساس هو هيدروكسيد الكالسيوم.

يشتق اسم المركب من اسم الحمض والمعدن أو الأساس الذي تفاعل معه.

أمثلة:

كبريتات الحديد	Fe2(SO4)3
فوسفات الباريوم	Ba3(PO4)2
كبريتات البوتاسيوم	K2SO4

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الخامس

الحموض والاسس – التفاعلات الكيميائية

اولاً- الحموض

5-1- مقدمة:

من المعروف أن بعض أكاسيد اللامعادن تنحل في الماء معطية محاليل ذات طعم حمضي أطلق عليها اسم الحموض. والحموض كثيرة منها ما هو ذو منشأ حيواني أو نباتي مثل حمض التفاح الموجود في التفاح، وحمض الليمون الموجود في البرتقال والليمون، وحمض الخل الموجود في الخل. تغير الحموض لون ورقة عباد الشمس من الأزرق إلى الأحمر. وسنتعرف بعض الحموض الشائعة:

5-2- حمض كلور الماء

حمض كلور الماء يرمز له بـ HCl

خواصه الفيزيائية والكيميائية:

- حمض كلور الماء النقي سائل لا لون له، ذو رائحة واخزة، أما التجاري فلونه أصفر لاحتوائه بعض الشوائب. ويحوي حمض كلور الماء المركز 37% من غاز HCl.
- يتفاعل حمض كلور الماء الممدد مع بعض المعادن مثل Fe, Al, Zn ويطلق الهيدروجين.

$$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2 \uparrow$$

$$2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2 \uparrow$$

5-3- حمض الكبريت H_2SO_4:

حضّره العالم العربي جابر بن حيان، وأطلق عليه اسم زيت الزاج، ويُحضّر اليوم بكميات كبيرة نظراً لأهميته الصناعية.

خواصه الفيزيائية والكيميائية:

- حمض الكبريت النقي سائل زيتي القوام، لا لون له، رائحته واخزة.
- يتفاعل حمض الكبريت الممدد مع بعض المعادن مثل الزنك (Zn). ويتشكل نتيجة التفاعل كبريتات الزنك ويطلق الهيدروجين.

$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2 \uparrow$$

ملاحظة:

عند تمديد حمض الكبريت بالماء يضاف الحمض إلى الماء مع التحريك المستمر وليس العكس؛ لأنه إذا سكبنا الماء على حمض الكبريت المركز تنتشر حرارة عالية تؤدي إلى تطاير رذاذ الماء والحمض بشدة محدثاً حروقاً في المواضع التي يقع عليها من جسم الإنسان.

5-4- حمض الآزوت

حمض الآزوت يرمز له بـ HNO_3

حضره العالم العربي جابر بن حيان بتقطير ملح البارود (نترات البوتاسيوم) والزاج الأخضر، وأطلق عليه اسم الماء القوي لتأثيره الشديد في المعادن.

خواصه الفيزيائية والكيميائية:

- حمض الآزوت النقي سائل زيتي القوام، عديم اللون، ذو رائحة واخزة حيث يحوي الحمض المركز (94- 98)% من الحمض النقي.
- يتفاعل حمض الآزوت مع المعادن من دون انطلاق هيدروجين؛ بل ينطلق غاز NO2 إذا كان مركزاً، وغاز NO إذا كان ممدداً، ويتشكل بنتيجة التفاعل نترات المعدن.

5-5- حمض الخل

حمض الخل يرمز له بـ CH_3COOH:

يحضر حمض الخل بترك محاليل سكرية كعصير العنب عرضة للهواء فترة من الزمن (خمسة عشر يوماً تقريباً)، ويضاف إليها خميرة الخل. يتخمر المحلول بتأثير الخميرة متحولاً إلى الخل الذي لا تزيد نسبة حمض الخل الصافي فيه على (5%)؛ ولذلك يضاف إلى بعض الأطعمة دون ضرر.

خواصه الفيزيائية والكيميائية:

حمض الخل النقي سائل عديم اللون ورائحته مخرشة، وطعم محلوله حامضي. ويحدث الحمض المركّز في الجلد حروقاً عند لمسه. وينحل في الماء بكل النسب.

5-6- الوظيفة الحمضية:

الحمض هو مركب يحتوي محلوله المائي على أيونات الهيدرونيوم H_3O^+. تحتوي جميع الحموض على الهيدروجين الحمضي، مما يكسبها خاصية مشتركة ندعوها الوظيفة الحمضية.

تعداد الوظيفة الحمضية:

يكون الحمض وحيد الوظيفة إذا احتوى على ذرة هيدروجين واحدة، ويكون ثنائي الوظيفة إذا احتوى على ذرتي هيدروجين، وثلاثي الوظيفة إذا احتوى على ثلاث ذرات هيدروجين.

ملاحظة: حمض الخل CH_3COOH وحيد الوظيفة الحمضية؛ لأنه يحوي ذرة هيدروجين حمضية واحدة، بينما ذرات الهيدروجين الثلاث المرتبطة بذرة الكربون فهي ليست حمضية.

5-7- خواص المحاليل الحمضية:

1 . الناقلية الكهربائية:

تنقل المحاليل المائية للحموض التيار الكهربائي.

2 . تأثير المشعرات:

تتلون محاليل الحموض بالمشعرات، وتعطي لوناً أحمر مع عباد الشمس وأحمر مع الهليانتين، ويبقى المحلول عديم اللون مع الفنول فتالئين.

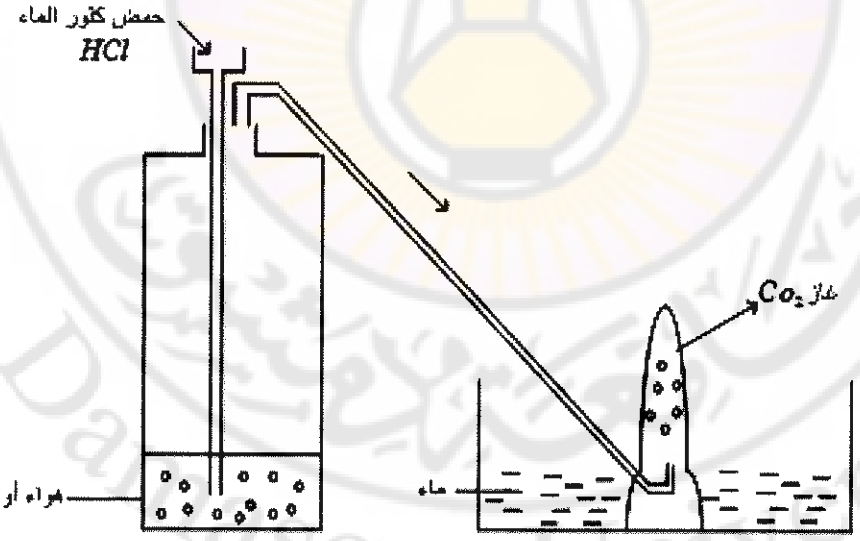
3 . تفاعلها مع المعادن:

$$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2 \uparrow$$
$$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2 \uparrow$$

تتفاعل الحموض الممددة مع بعض المعادن، فينطلق الهيدروجين، وتنتشر الأملاح الموافقة نتيجة حلول المعدن محل الهيدروجين الحمضي.

4 . تفاعلها مع الحجر الكلسي $CaCO_3$:

تتفاعل الحموض مع أملاح الكربونات مطلقة CO_2 ومشكلة أملاحاً.



إذا وضعت كمية من الحمض (مثل كلور الماء HCl) على كمية من الحوار أو أي حجر كلسي تلاحظ تشكل فقاعات من غاز عديم اللون والرائحة هو غاز ثاني

أوكسيد الكربون حيث يجمع في أنبوب. وهو أثقل من الهواء، ولا يساعد على الاحتراق أو الحياة. ولكنه ينحل في الماء ويتم الكشف عنه بتعكر رائق الكلس. ويستخدم هذا الغاز في إطفاء للحريق وفي المياه الغازية.

$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O \nearrow$$

5-8- الحموض القوية والحموض الضعيفة:

درجة التأين: تعد درجة تأين الحموض في محاليلها مقياساً لقوتها.

من الحموض القوية: حمض الكبريت، حمض كلور الماء، حمض الآزوت.

والحموض الضعيفة: حمض الكربون.

ثانياً- الأسس

5-1- مقدمة:

عرفنا في بحث الأوكسجين أن بعض أكاسيد المعادن مثل أوكسيد الصوديوم وأكسيد البوتاسيوم وأكسيد الكالسيوم تنحل في الماء معطية محاليل تدعى بالأسس أو (الهيدروكسيدات) مثل هيدروكسيد الصوديوم. تغير الأسس لون ورقة عباد الشمس من الأحمر إلى الأزرق. ومن أهم الأسس وأكثرها شيوعاً:

هيدروكسيد الصوديوم . هيدروكسيد البوتاسيوم . هيدروكسيد الكالسيوم . هيدروكسيد الأمونيوم.

1 . هيدروكسيد الصوديوم NaOH:

ينحل الهيدروكسيد بسرعة في الماء، ويرافق انحلاله انتشار حرارة. يستخدم هيدروكسيد الصوديوم في صناعة الصابون والورق والحرير الصناعي، وهو مادة صلبة، ويسمى أحياناً بالصود الكاوي؛ لأن له تأثيراً مخرشاً في الجلد.

ملاحظة:

إذا تركت حبات هيدروكسيد الصوديوم في الهواء عدة ساعات فإنها تترطب حتى تكاد أن تصبح سائلة، وهذا يدل على أنها شرهة للماء، ويستفاد من هذه

الخاصية في تجفيف بعض الغازات ولذلك يجب حفظ هيدروكسيد الصوديوم في أوعية محكمة الإغلاق.

2 . هيدروكسيد الكالسيوم (رائق الكلس) $Ca(OH)_2$:

هيدروكسيد الكالسيوم الصلب مسحوق أبيض قليل الانحلال في الماء.

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

يستخدم هيدروكسيد الكالسيوم في البناءِ، ودباغة الجلودِ، وصناعة السكرِ، وطلاء جذوع الأشجار المثمرة، حيث يمنع الحشرات الضارة من الوصول إلى الشجرة.

3 . هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH:

هو سائل لا لون له، تفوح منه رائحة النشادر المخرشة إذا ترك مكشوفاً في الهواء أو إذا سخن.

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4OH$$

يستعمل في تنظيف الثياب وإزالة المواد الدهنية، وفي كثير من الصناعات كصناعة الأسمدة.

5-2- الوظيفة الأساسية

تحتوي جميع الأسس على جذر هيدروكسيد أو أكثر؛ مما يكسبها خاصية مشتركة ندعوها الوظيفة الأساسية.

5-3- تعداد الوظيفة الأساسية:

يكون الأساس أحادي الوظيفة أو ثنائي الوظيفة أو ثلاثي الوظيفة إذا احتوى على جذر أو اثنين أو ثلاثة من جذور الهيدروكسيد.

5-4- الأسس القوية والأسس الضعيفة:

هيدروكسيد الصوديوم وهيدروكسيد البوتاسيوم من الأسس القوية، أما هيدروكسيد الأمونيوم فهو من الأسس الضعيفة.

أساس قوي:

$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$

أساس ضعيف:

$$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

5-5- خواص المحاليل الأساسية:

1 . الناقلية الكهربائية:

تنقل المحاليل المائية للأسس التيار الكهربائي.

2 . تأثيرها في المشعرات:

يبين الجدول الآتي لون المشعر مع الأساس:

المشعر	لون المشعر مع الأساس
عباد الشمس	أزرق
الفنول فتالئين	أصفر
الهليانتين	أحمر بنفسجي

3 . تفاعل الأسس مع الحموض وتشكل الأملاح:

تفاعل التعديل هو التفاعل الذي يتم بين حمض وأساس، حيث تتفاعل جميع جزيئات الأساس مع جزيئات الحمض المضاف، وينتج عن التفاعل دائماً ملح وماء.

$$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$$

أساس حمض ملح ماء

ثالثاً- التفاعلات الكيميائية

5-1- التفاعلات الكيميائية:

تشير نتيجة تجربة احتراق المغنزيوم إلى وجود تفاعل كيميائي بين المغنزيوم والأوكسجين نتج عنه مركب هو أوكسيد المغنزيوم ويمكننا أن نشير إلى هذا التفاعل بالمعادلة اللفظية الآتية:

أوكسيد المغنزيوم ← أوكسجين + مغنزيوم

$$Mg + O_2 \rightarrow MgO$$

وبعد موازنة المعادلة فإنها تصبح كالآتي:

$$Mg + 1/2\ O_2 \rightarrow MgO$$

أو:

$$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$$

أما تفاعل محلول كلوريد البوتاسيوم مع محلول كربونات الصوديوم، فيتشكل راسب أبيض حسب المعادلة الآتية:

$$Na_2CO_3 + CaCl_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow + NaCl$$

بعد الموازنة تصبح:

$$Na_2CO_3 + CaCl_2 \rightarrow CaCO_3 + 2NaCl$$

تعطينا المعادلة الكيميائية صيغ المواد الداخلة في التفاعل ورموزها والناتجة عنه مع ضرورة التأكد من تساوي عدد ذرات كل عنصر من جانبي المعادلة. وفي بعض الأحيان توضع رموز معينة فوق سهم المعادلة لتدل على ظروف التفاعل. فإذا كان التفاعل بحضور حرارة عالية نستخدم الرمز (Δ) فوق سهم المعادلة دلالة

على التسخين. وإذا استخدم وسيط في التفاعل فإن صيغته تكتب فوق سهم المعادلة كونه لا يطرأ عليه أي تغيير في أثناء التفاعل.

$$2H_2 + O_2 \xrightarrow{\text{شرارة}} 2H_2O$$

5-2- الحساب الكيميائي:

5-2-1- أهمية الحساب الكيميائي:

يستخدم الحساب الكيميائي في:

1 . تحديد عدد الذرات أو الجزيئات الداخلة في التفاعل والناتجة عنه.

2 . تحديد عدد المولات المتفاعلة أو الناتجة عن التفاعل.

3 . تحديد كتل المواد المتفاعلة أو الناتجة عن التفاعل.

4 . تحديد حجم الغاز الداخل في التفاعل أو الناتج عنه في ظروف معينة كالحرارة والضغط. ويمكن توضيح ذلك من خلال تفاعل الهيدروجين مع الأوكسجين لتكوين الماء.

معادلة التفاعل متوازنة	$2H_2O$	شرارة كهربائية ←	O_2	$2H_2$
أ . الجزيئات	2 جزيء		1 جزيء	2 جزيء
ب . المولات	2 مول		1 مول	2 مول
ج . الكتلة	2 × 18 غ		1 × 32 غ	2 × 2 غ
د . الحجوم	سائل		1 × 22.4 ل	2 × 22.4 ل

5-2-2- العلاقات الكمية في التفاعلات الكيميائية:

لحل مسألة كيميائية تتبع المراحل الآتية:

- نكتب معادلة التفاعل ونوازنها.
- نحسب الكتل الجزيئية الغرامية (أو الحجم الجزيئي) لكل من المواد مضروبة بأمثالها في معادلة التفاعل، ونضع الناتج تحت الصيغة الموافقة لكل مادة.

– نضع الكتلة المعلومة (أو الحجم المعلوم) تحت الصيغة الموافقة ثم نستنتج الكتل أو الحجوم المطلوبة من التناسب الذي تحدده المعادلة.

مثال:

تتفكك gr (10) من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ بالحرارة، ويتشكل أوكسيد الكالسيوم، وينطلق غاز ثاني أوكسيد الكربون CO_2. اكتب معادلة التفاعل، ثم احسب كتلة الأوكسيد المتشكل وحجم غاز ثنائي أوكسيد الكربون المنطلق في الشرطين النظاميين.

Ca = 40 C = 12 O = 16

$$CaCO_3 \xrightarrow{\text{حرارة}} CaO + CO_2$$

100 gr 56 gr 22.4 L

10 gr x gr y L

كتلة الأوكسيد الناتج:

$$\frac{x}{56} = \frac{10}{100} \Rightarrow x = 5.6\,gr$$

حجم CO_2:

$$\frac{y}{22.4} = \frac{10}{100} \Rightarrow y = 22.4\,L$$

5-2-3- تطبيق النسب الكتلية والحجمية:

أ . المعادلة الكيميائية متوازنة.

ب . الكتل الجزيئية الغرامية (أو الحجم الجزيئي) مضروبة بأمثالها.

ت . وضع الكتلة المعلومة تحت الصيغة الموافقة والرمز (X) للكتلة المطلوب حسابها والرمز (Y) للحجم المطلوب حسابه تحت الصيغتين الموافقتين.

- **مثال النسب المولية:**

كتلة المادة = الكتلة المولية × عدد المولات

حجم الغاز = عدد المولات × 22.4 ل.

بالرجوع إلى المعادلة السابقة:

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

1 mol 1 mol 1 mol

0.1 mol x y

$$\frac{x}{1} = \frac{0.1}{1} \Rightarrow x = 0.1mol \quad (\text{عدد مولات CaO})$$

بتطبيق القانون:

كتلة المادة = الكتلة المولية × عدد المولات

$$56 \times 0.1 = 5.6 \text{ gr } CaO$$

$$\frac{y}{1} = \frac{0.1}{1} \Rightarrow y = 0.1mol \quad (\text{عدد مولات } CO_2)$$

حجم الغاز = عدد المولات × 22.4 L

$$0.1 \times 22.4 = 2.24L \quad (\text{حجم } CO_2)$$

تمرين:

يتفاعل حمض الكبريت H_2SO_4 مع (6.5 gr) من التوتياء (الزنك) Zn وفق المعادلة:

$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2\uparrow$$

احسب:

- كتلة كبريتات التوتياء المتشكلة.
- حجم الغاز المنطلق في الشرطين النظاميين.
- عدد مولات حمض الكبريت المتفاعلة.

مع العلم أن: Zn = 65 , S = 32 , O = 16

5-3- الأكسدة والإرجاع

هناك نوعان من التفاعلات الكيميائية هي:

1 . تفاعلات لا يرافقها انتقال للإلكترونات بين الذرات جزئياً أو كلياً، وهي تفاعلات التبادل الشاردي، ومن أهم هذه التفاعلات:

أ . تفاعلات التعديل مثل تفاعل ماءات الصوديوم مع حمض كلور الماء:

$$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$$

ب . تفاعلات الترسيب: مثل تفاعل نترات الفضة مع حمض كلور الماء:

$$AgNO_3 + HCl \rightarrow AgCl + HNO_3$$

وهناك تفاعلات أخرى مثل تفاعلات الحلمهة، وتفاعلات تشكيل المعقدات... إلخ. وهذه التفاعلات لا يحصل فيها انتقال للإلكترونات من ذرة إلى أخرى إطلاقاً.

2 . تفاعلات يرافقها انتقال للإلكترونات من ذرة لأخرى جزئياً أو كلياً، وتسمى هذه التفاعلات بتفاعلات الأكسدة والإرجاع، ويرافق هذه التفاعلات تغيّر في رقم أكسدة العناصر (الذرات، الشوارد، الجزيئات).

كما في المثال الآتي:

$$Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cu$$

من هذا التفاعل نجد انتقالاً كاملاً للإلكترونات من ذرة التوتياء إلى شاردة النحاس.

أما تفاعل الهيدروجين مع الأوكسجين لتشكيل الماء يتم فيه انزياح جزئي للإلكترونات:

$$H:H + :\ddot{O}: \longrightarrow H:\ddot{O}:H$$

وهذا الانتقال الكلي أو الجزئي للإلكترونات بين الذرات يؤدي إلى توليد شحنة كهربائية ظاهرية موجبة أو سالبة تُحدَّد قيمتها برقم الأكسدة.

5-3-1- رقم الأكسدة:

يمثل رقم الأكسدة الشحنة الظاهرية للذرة أو الشاردة المدروسة، وهو يساوي إلى الصفر (0) أو إلى عدد صحيح أو كسري موجب أو سالب.

1 . ففي المركبات الشاردية حيث يتم انتقال كامل للإلكترونات التكافؤية يكون رقم الأكسدة مساوياً إلى عدد الإلكترونات المنتقلة، فالذرة التي تفقد الإلكترونات التكافؤية تتحول إلى شاردة موجبة.

مثال:

رقم أكسدة التوتياء Zn^{+2} = (+2).

ورقم أكسدة الحديد Fe^{+3} = (+3).

أما الذرات التي تضم إلكترونات إليها، تتحول إلى شاردة سالبة، ويصبح عندئذ رقم أكسدتها سالباً كما هو الحال في:

شاردة الأوكسجين: O^{-2} = (−2).

ورقم أكسدة شاردة الآزوت: N^{-3} = (−3).

2 . أما في المركبات المشتركة فإن رقم أكسدة العنصر يرتبط بالشحنة الظاهرية الناتجة عن الانزياح الإلكتروني إلى طرف الذرة الأكثر كهرسلبية.

3 . ففي الجزيئات المتماثلة الذرات مثل: H_2، Cl_2، O_2، N_2.. يكون الزوج الإلكتروني المشترك بين الذرتين مقسوماً بالتساوي عليهما، فإن رقم أكسدتها تساوي (0) بسبب الشحنة الظاهرية كما هو موضح في الجدول الآتي:

الجزيء	N ≡ N	O = O	Cl – Cl	H – H
رقم الأكسدة	0 0	0 0	0 0	0 0

أما في الجزيئات غير المتماثلة مثل: HCl، H_2O، NH_3.. يكون الزوج الإلكتروني فيها أقرب إلى الذرة الأكثر كهرسلبية، ويكون رقم أكسدتها سالباً.

أما الذرة الأقل كهرسلبية فإن الإلكترونات تنزاح بعيداً عنها، وعندها يكون رقم أكسدتها موجباً. والجدول الآتي يوضح ذلك:

الجزيء	H–Cl	H_2O	NH_3
رقم الأكسدة	+1 −1	+1 −2	−3 +1

5-3-2- حساب رقم أكسدة العنصر في مركب:

لحساب رقم أكسدة عنصر ما نتبع القواعد الآتية:

1 . رقم أكسدة العناصر الحرة مساوية الصفر. مثل الحديد Fe، الألمنيوم Al، الزنك Zn، النحاس Cu، الهيدروجين H_2، الأوكسجين O_2...

2 . رقم أكسدة الشوارد البسيطة يساوي إلى شحنتها الظاهرية، كما في الجدول الآتي:

الجزيء	Al^{+3}	Cu^{+2}	N^{-3}	Na^{+}
رقم الأكسدة	+3	+2	−3	+1

3 . رقم أكسدة الهيدروجين في مركباته يساوي إلى 1+ عدا مركبات الهيدريدات الملحية المعدنية مثل: CaH_2, NaH... رقم أكسدة الهيدروجين فيها يساوي 1−.

4 . رقم أكسدة الأوكسجين في مركباته يساوي إلى 2− ما عدا:

* فوق الأكاسيد مثل: H_2O_2، Na_2O_2... فيكون رقم الأكسدة يساوي 1−.

* الأكاسيد العلوية مثل: KO_2... فيكون رقم الأكسدة يستاوي $-\frac{1}{2}$،

الأكاسيد KO_3 يكون رقم الأكسدة يساوي $-\frac{1}{3}$.

* وفي مركبات كلور الأوكسجين يكون رقم الأكسدة يساوي 2+.

5 . رقم أكسدة العناصر المعدنية في مركباتها موجباً.

6 . رقم أكسدة العناصر الأكثر كهرسلبية في مركباتها سالباً.

7 . المجموع الجبري لأرقام أكسدة العناصر في المركبات المعتدلة كهربائياً يساوي (0).

8 . المجموع الجبري لأرقام أكسدة العناصر في المركبات الشاردية = الشحنة الظاهرية. فمثلاً: رقم أكسدة الشاردة MnO4- = 1-. رابع أكسيد المنغنيز

مثال:

أوجد رقم أكسدة المنغنيز Mn في المركبات الآتية:

أ . برمنغنات البوتاسيوم: $KMnO_4$.

ب . منغنات البوتاسيوم: K_2MnO_4.

الحل:

أ . $KMnO_4$:

$$(+1) + (x) + 4(-2) = 0$$
$$+1 + x + (-8) = 0$$
$$x - 7 = 0$$
$$x = +7$$

ب . K_2MnO_4:

$$2(+1) + x + 4(-2) = 0$$
$$+2 + x + (-8) = 0$$
$$x - 6 = 0$$
$$x = +6$$

مثال:

أوجد رقم أكسدة الكروم في شاردة ثنائي الكروم: $Cr_2O_7^{-2}$

الحل:

$$Cr_2O_7^{-2}$$
$$2x + 7(-2) = -2$$

$2x - 14 = -2$

$2x = +12$

$$x = \frac{+12}{2} = 6$$

مثال:

أوجد رقم أكسدة الكربون في حمض الخل: CH_3COOH

$C_2H_4O_2$

الحل:

$C_2H_4O_2$ معتدل.

$2x + 4(1) + 2(-2) = 0$

$2x + 4 - 4 = 0$

$2x = 0$

$x = 0$

5-3-3- الفرق بين الأكسدة والتكافؤ:

أ . يدل التكافؤ على إمكانية ارتباط ذرة ما بعدد من الذرات، ويحدَّد عادة بعدد ذرات الهيدروجين المتحدة مع هذه الذرة أو بعدد الروابط الفردية التي تستطيع أن تشكلها ذرة ما، ويعبَّر عنها بعدد صحيح. أما رقم الأكسدة فلا بد من تحديد إشارته كما هو موضح في الجدول الآتي:

الجزيء	تكافؤ الأكسجين	رقم أكسدة الأوكسجين
H_2O	2	-2
H_2O_2	2	-1
H_3O	3	-2
CO	3	-2

ب . يدل التكافؤ على التوزيع الحقيقي للإلكترونات بين الذرات، بينما يدل رقم الأكسدة على الشحنة الظاهرية.

ج . يأخذ التكافؤ أعداداً صحيحة موجبة دوماً، بينما يأخذ رقم الأكسدة أعداداً كسرية أو صحيحة أو الصفر.كما في الجدول الآتي:

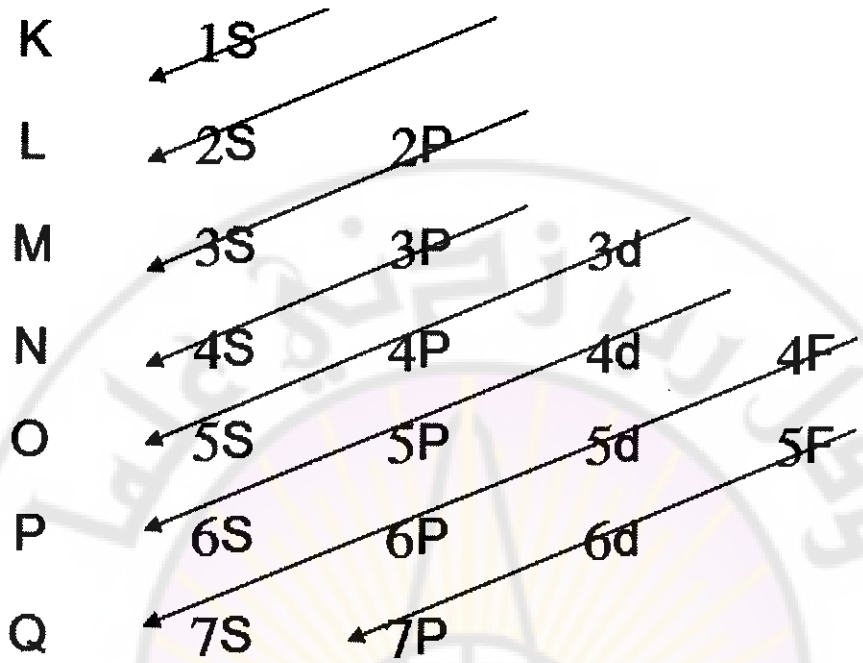
الجزيء	تكافؤ الأكسجين	رقم أكسدة الأوكسجين
K_2O	2	-2
KO_2	2	$-\frac{1}{2}$
KO_3	2	$-\frac{1}{3}$

5-3-4- توزيع الإلكترونات على مداراتها في الذرات:

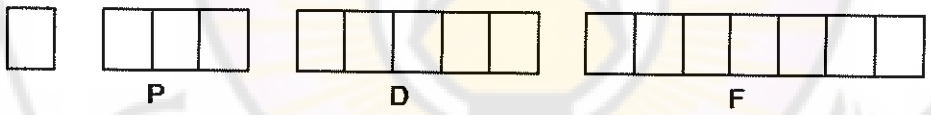
الطبقة الرئيسية	K	L	M	N
الطبقة الفرعية	1S	2S.2P	3S.3P.3d	4S.4P.4d.4F

يتم توزيع الإلكترونات للذرة الواحدة على مداراتها وفق سويات الطاقة المختلفة العائدة للطبقات الرئيسة وللطبقات الفرعية التابعة لكل منها الموضحة في الجدول السابق. وإن ترتيب ملء المدارات بالإلكترونات موضح وفق الشكل الآتي:

Damascus University



حيث إن كل طبقة فرعية تحتوي على عدد من الإلكترونات وفق الخانات الآتية:



وكل خانة تتسع لإلكترونين.

* المحط الثانوي S هو إلكترونان.
* ومن النوع P ستة إلكترونات.
* ومن النوع d عشرة إلكترونات.
* ومن النوع F أربعة عشر إلكتروناً.

ويرمز للإلكترونات بأسهم.

مثال:

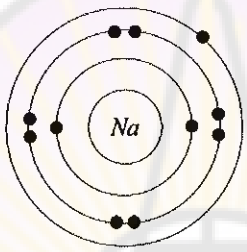
$1S^2$ ، $1S^1$.

مثال:

اشرح مع الرسم توزيع إلكترونات الصوديوم على مداراتها:

11 = Na

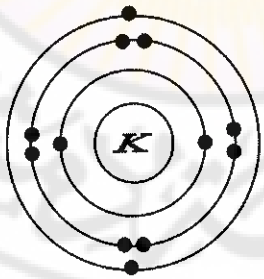
$1S^2$ $2S^2$ $2P^6$ $3S^1$



مثال:

19 = K

$1S^2$ $2S^2$ $2P^6$ $3S^2$ $3P^6$ $4S^1$



تمرين:

اشرح مع الرسم توزيع إلكترونات العناصر الآتية على مداراتها في الذرات:

• O = 8 • Fe = 26 • S = 16 • Al = 13

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل السادس

الجزيئات الأكثر انتشاراً

6-1- الهواء:

6-1-1- وجوده في الطبيعة:

يحيط الهواء بالكرة الأرضية مكوناً الغلاف الجوي، تبلغ سماكته 100 كم تقريباً، وهذا العدد صغير مقارنة بنصف قطر الكرة الأرضية الذي يبلغ 6400 كم.

والهواء لا لون له ولا رائحة ولا طعم، وإذا مثلنا الأرض ببرتقالة كان الغلاف الجوي ممثلاً بالقشرة. والمخطط الصندوقي الآتي يوضح لنا مكونات الهواء والقياسات الدقيقة لنسب الغازات المحتواة في 100 ليتر منه:

100 ليتر من الهواء				
78 ليتراً آزوتاً (نتروجين)	21 ليتراً أوكسجيناً	1 ليتر غازات نادرة: نيون . آرغون . كريبتون . كزينون . هليوم	كمية قليلة من ثاني أوكسيد الكربون.	قليل من بخار الماء والغبار تتغير مقاديرها من مكان لآخر.

إن الهواء ينتشر في كل مكان من الكرة الأرضية، وهو ضروري لتنفس الإنسان والحيوان والنبات لاحتوائه على غاز الأوكسجين كما أنه ينحل بكميات قليلة في الماء ليساعد الكائنات المائية على التنفس. وللهواء وزن فهو مادة، وله حجم، وحجمه لا يتغير عند نقله من آنية إلى أخرى، وله ضغط يؤثر في أجسامنا يسمى بالضغط الجوي. والضغط الجوي النظامي = 1013 ميلي بار أو 760 ميلي متر زئبقي، ويقل الضغط عند الارتفاع في الجو، حيث ينقص 1 ميلي متر زئبقي كلما ارتفعنا 10 أمتار، ويهبط الضغط الجوي إلى النصف عندما نرتفع 5000م عن سطح الأرض. ويمكن الاستفادة من هذه الخاصية لقياس الارتفاع عن سطح الأرض.

وبمعرفة الضغط الجوي وتغيراته في مكان ما بالإضافة إلى معرفة درجة الحرارة ورطوبة الهواء نستطيع التنبؤ بالأحوال الجوية.

6-2- الأوكسجين

6-2-1- وجوده في الطبيعة :

رمزه: O، العدد الذري له: 8، الكتلته الجزيئية: 16.

يعد الأوكسجين أكثر العناصر انتشاراً في الطبيعة، إذ تبلغ نسبته 50% تقريباً من كتلة القشرة الأرضية، فهو يؤلف 5/1 من حجم الهواء و 9/8 من كتلة الماء، ويدخل في تركيب جسم الإنسان والحيوان والنبات، كما يدخل في تركيب معظم الصخور. غاز الأوكسجين هو أحد العناصر الأساسية والضرورية للحياة، فهو ضروري لتنفس الكائنات الحية كما أنه يساعد على الاحتراق. ويعد من أكثر العناصر انتشاراً على سطح الكرة الأرضية، حيث تبلغ نسبته حوالي 55.1%. والأوكسجين الحر يوجد في الهواء، وبشكل منحل في المياه الطبيعية، أما الأوكسجين المرتبط كيميائياً، فيتواجد في الماء والكوارتز وفي فلزات أكاسيد المعادن، وفي الكائنات الحية (النباتية والحيوانية).

6-2-2- تحضير الأوكسجين:

أول من حضر الأوكسجين العالم السويدي شيل عام /1737/م، ثم تبعه علماء كثر. ويحضر الأوكسجين مخبرياً بعد طرق أهمها:

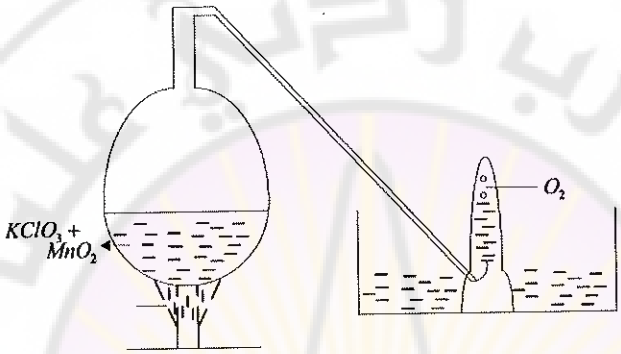
من التفكك الحراري للمركبات الغنية بالأوكسجين مثل: تفكك الماء الأوكسجيني بوجود وسيط MnO_2 وبالحرارة:

$$2H_2O_2 \xrightarrow[MnO_2]{\Delta} 2H_2O + O_2$$

ويحضر الأوكسجين صناعياً من الهواء أو من تحليل الماء كهربائياً. يحضر في المخبر من الأجسام الغنية به مثل كلورات البوتاسيوم $KClO_3$ ويمكن إجراء

تفاعل تفكك كلورات البوتاسيوم بسرعة أكبر، وبدرجة أقل من الحرارة بإضافة وسيط من ثنائي أوكسيد المنغنيز MnO_2 الذي لا تتغير كتلته بعد انتهاء التفاعل.

$$2KClO_3 \xrightarrow[MnO_2]{\Delta} 2KCl + 3O_2$$



6-2-3- الخواص الفيزيائية للأوكسجين:

1 . غاز لا لون له ولا رائحة ولا طعم.

2 . يتحول إلى سائل تحت ضغط ودرجة حرارة $-182.9\ C^\circ$.

3 . يتجمد عند الدرجة $-218.8\ C^\circ$.

4 . قليل الانحلال بالماء: ففي ليتر واحد ماء ينحل 13 مل أوكسجين في الدرجة $20\ C^\circ$، وتزداد هذه النسبة مع انخفاض درجة حرارة الماء.

5 . للأوكسجين ثلاثة نظائر $\left(O_8^{18} - O_8^{17} - O_8^{16}\right)$.

6 . له شكلان الأوكسجين والأوزون: حيث ينتج الأوزون في طبقات الجو العليا تحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية، وكذلك في أثناء حدوث البرق والصواعق الرعدية، ويوجد بتركيز أعظمي على ارتفاع 20 - 25 كم عن سطح الأرض.

$$3O_2 \rightleftharpoons 2O_3$$

تحسب كتلته الحجمية من العلاقة:

$$\rho = \frac{m}{22.4} = \frac{32}{22.4} \approx 1.43 \text{ غ/لتر}$$

فهو أثقل من الهواء بقليل لأن الكتلة الحجمية للهواء (1.3) غ/لتر قليل الانحلال في الماء. ولخاصية الانحلال هذه أهمية كبيرة بالنسبة للأحياء المائية، لأنها تعيش بتنفسها للأوكسجين المنحل بالماء.

تبقى نسبة الأوكسجين ثابتة في الهواء الجوي مع أن كل الكائنات الحية وكل الاحتراقات تستهلكها لماذا؟

لأن النبات يعوض الأوكسجين المستهلك بعملية التركيب الضوئي التي يقوم بها.

6-2-4- الخواص الكيميائية للأوكسجين:

1 . الأوكسجين من أكثر العناصر الكيميائية فعالية، فهو يتفاعل مع العناصر جميعها بوجود حرارة عدا الهالوجينات والغازات الخاملة والذهب والبلاتين.

مع الكربون:

$$C + O_2 \xrightarrow{\Delta} CO_2 \uparrow$$

أو مع الكبريت:

$$S + O_2 \xrightarrow{\Delta} SO_2$$

أو مع الصوديوم:

$$2Na + O_2 \xrightarrow{\Delta} Na_2O_2$$

ومع المغنزيوم:

$$2Mg + O \xrightarrow{\Delta} 2MgO$$

2 . يأخذ التكافؤ الثنائي بسبب وجود ستة إلكترونات في مداره الخارجي هو بحاجة إلى إلكترونين لتشكيل القاعدة الثمانية ووصولاً إلى الحالة المشبعة.

6-2-5- استعمالات الأوكسجين:

1 . يستعمل في صناعة التعدين والصناعات الكيميائية مثل: حمض الكبريت وحمض الخل، وكثير من الأدوية والمركبات المتنوعة. كما يستعمل في صهر وقطع المعادن بمزجه مع غاز قابل للاشتعال (الهيدروجين) ويستخدم كمؤكسد لوقود المحركات.

2 . يستعمل لإسعاف المصابين بضيق التنفس، ولمساعدة العاملين في المناجم وتحت الماء، والطيران في طبقات الجو العليا على التنفس، وكذلك لمساعدة رواد الفضاء على التنفس عند الهبوط على سطح القمر لعدم وجود الأوكسجين. ويستعمل خليط الأكسجين السائل مع مسحوق فحم الخشب كمادة متفجرة.

3 . يستعمل المزيج الغازي المؤلف من 95% أوكسجين، و 5% غاز ثاني أوكسيد الكربون CO_2 غازاً منبهاً لمركز الجهاز التنفسي.

4 . يعد الأوكسجين ضرورياً للاحتراق.

ويحفظ الأوكسجين، وينقل في أسطوانات فولاذية تحت ضغط عالٍ 150 atm.

درجة الاشتعال:

درجة الاشتعال هي أقل درجة حرارة يجب تسخين المادة إليها حتى تبدأ بالاشتعال.

الأكسدة البطيئة:

بالنسبة للحديد ينتج عنها ظاهرة الصدأ، ولمنع حدوث هذه الظاهرة يُطلى الحديد عادة بطبقة من الدهان تمنع وصول الهواء الرطب إليه. كذلك يقوم أوكسجين الهواء الداخل إلى أجسامنا في عملية الشهيق بأكسدة الغذاء أكسدة بطيئة، وينتج عن ذلك غاز ثنائي أوكسيد الكربون وبخار الماء (يتم طرحهما عبر الزفير).

المواد المؤكسدة:

تسمى المواد الغنية بالأوكسجين التي يمكن أن تعطيه بسهولة بالمواد المؤكسدة:

1 . كلورات البوتاسيوم $KClO_3$.

2 . برمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$.

3 . الماء الأوكسجيني H_2O_2.

4 . الحجر الأوكسجيني Na_2O_2.

المشعرات:

هي مواد كيميائية نباتية أو معدنية تذوب في الماء والسوائل؛ لتعطي محلولاً كيميائياً (مشعراً). تتلون المشعرات بألوان خاصة في المحاليل الحمضية تختلف عن الألوان التي تأخذها في المحاليل الأساسية. والجدول الآتي يبين أهمية المشعرات المستعملة والألوان التي تأخذها:

المشعر	اللون الأصلي	اللون في الوسط الحمضي	اللون في الوسط الأساسي
عباد الشمس	بنفسجي	أحمر (بصلي)	أزرق
الفنول فتالئين	عديم اللون	عديم اللون	أحمر بنفسجي
الهليانتين	برتقالي	أحمر وردي	أصفر

أنواع الأكاسيد:

أ . الأكاسيد الحمضية:

تنتج عن اتحاد اللامعادن بالأوكسجين مثل ثنائي أوكسيد الكربون CO_2 وثنائي أوكسيد الكبريت SO_2. تنحل هذه الأكاسيد في الماء لتعطي حموضاً.

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$$ (حمض الكربون)

$$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$ (حمض الكبريتي)

ب . الأكاسيد الأساسية:

تنتج عن اتحاد المعادن بالأوكسجين مثل أوكسيد الصوديوم Na_2O وأكسيد المغنزيوم MgO. تنحل هذه الأكاسيد في الماء لتعطي أساساً.

$$Na_2O + H_2O \rightarrow 2NaOH$$

$$MgO + H_2O \rightarrow Mg(OH)_2$$

ج . الأكاسيد المعتدلة:

تنتج عن اتحاد المعادن واللامعادن بالأوكسجين مثل أوكسيد الحديد Fe_2O_3 وأول أوكسيد الكربون CO وهي لا تنحل في الماء ولا تؤثر في المشعرات.

$$4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$$

الأوزون O3:

هو شكل من أشكال الأوكسجين ونحصل عليه عندما يُمرر الأوكسجين بين صفيحتين معدنيتين بينهما توتر كهربائي مرتفع، حيث تتحول جزيئات الأوكسجين، إلى جزيئات الأوزون وفق المعادلة:

$$3O_2 \rightarrow 2O_3$$

يتم التفاعل السابق في طبقات الجو العليا بتأثير الأشعة فوق البنفسجية كما أنه يتم بتأثير الشرارة الكهربائية عند حدوث البرق.

الأوزون:

غاز ذو لون أزرق فاتح ورائحة مميزة يتفكك بسهولة إلى الأوكسجين O_2 والأوكسجين الوليد [O] وفق المعادلة:

$$O_3 \rightarrow O_2 + [O]$$

ويمتاز الأوكسجين الوليد بقدرة عالية على الأكسدة، لذلك يُعد الأوزون من المواد المؤكسدة القوية. يستخدم الأوزون في تعقيم مياه الشرب وفي قصر الأنسجة الخام (إزالة ألوانها) كما أنه يضاف بكميات قليلة إلى هواء الأماكن المحصورة

كمحطات القطارات المزدحمة لإزالة الرائحة منها. طبقة الأوزون الموجودة في أعالي الجو تحمي الكرة الأرضية من تأثير الأشعة فوق البنفسجية؛ لأنها تمتص القسم الأكبر منها؛ لذلك يجب الحفاظ على طبقة الأوزون هذه بالتقليل من بعض المنتجات الكيميائية التي تنتجها بعض الصناعات والتي تؤدي إلى ثقب طبقة الأوزون.

6-3- الهيدروجين

6-3-1- وجوده في الطبيعة:

رمزه: H عدده الذري: 1 كتلته الذرية: 1

يوجد غاز الهيدروجين بكميات قليلة في طبقات الجو العليا ويدخل في تركيب المادة الحية (الحيوان – النبات) كما أنه يدخل في تركيب الماء والنفط (البترول). نادراً ما يوجد الهيدروجين حراً في الطبيعة؛ وإنما يدخل في الكثير من المركبات الكيميائية كما هو الحال في الماء حيث يشكل 11.2% من كتلة الماء و10% من كتلة جسم الإنسان. كما أنه يوجد متحداً مع الفحم (الكربون) في البترول، إن نسبة الهيدروجين في الغلاف الجوي لا تتجاوز 0.01% بسبب خفة وزنه، وقد أكد العلماء بأن الهيدروجين عبارة عن المكون الرئيس لجو الكواكب؟ وذلك لأن جاذبية الكواكب أكبر من جاذبية الأرض. كما يعتقد بأنه يوجد في كثير من النجوم وكذلك الشمس، ويعد المنبع الرئيس للطاقة الإشعاعية التي تنتج عن التحام ذرات الهيدروجين لتكوين الهيليوم وفق المعادلة الكيميائية الآتية:

$$4_1^1H \rightarrow {}_2^4He + 2_1^0e + \text{طاقة هائلة}$$

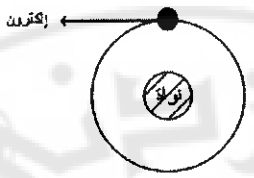
وللهيدروجين ثلاثة نظائر منها:

الهيدروجين الخفيف $_1^1H$ الموجود في الطبيعة ونسبته 99.98%.

الهيدروجين الثقيل $_1^2H$ ويسمى الديتيريوم، ويرمز له بـ D.

الهيدروجين الأثقل $_1^3H$ ويرمز له بالحرف T ويسمى التريتيوم.

إن بنية الهيدروجين الذرية من أبسط البنى الذرية للعناصر الكيميائية والتي تتألف من بروتون وحيد يمثل نواة الذرة ذات الشحنة الموجبة، ومن إلكترون واحد ذي الشحنة السالبة يدور حولها وفق الشكل الآتي:



6-3-2- تحضير الهيدروجين:

يحضر غاز الهيدروجين بعدة طرق منها:

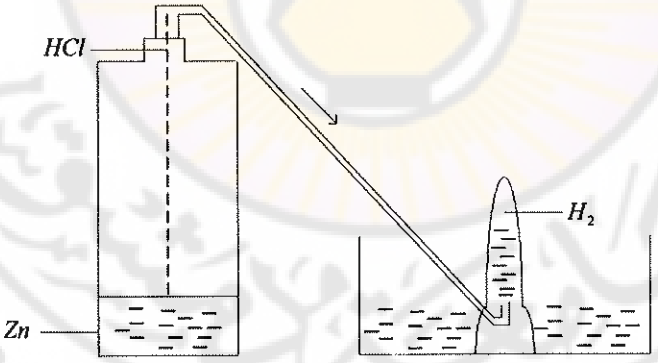
أ. مخبرياً:

1- من تأثير الحموض الممددة على المعادن منها:

تفاعل حمض كلور الماء الممدد مع الزنك حيث تنطلق فقاعات غازية من غاز H_2 وفق المعادلة الآتية:

$$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$$

كما هو مبين في الشكل:



2- بإرجاع الماء بوساطة المعادن الشديدة الكهرجابية.

مثال:

الصوديوم، والكالسيوم وفق المعادلات الآتية:

$$2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$$

$$Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2\uparrow$$

هذه التفاعلات تكون عنيفة، وانفجارية أحياناً لذا يجب أخذ الحيطة والحذر الكافيين في أثناء إجراء هذا النوع من التفاعلات.

ب . صناعياً:

يحضّر صناعياً بعدة طرق منها:

1 . التحليل الكهربائي للماء بوجود حمض ممدد أو أساسي ممدد أو ملح مناسب وفق المعادلة:

$$2H_2O \rightarrow O_2 + 2H_2$$

2 . يحضر وفق هذه الطريقة بحدود 18% من الهيدروجين بإرجاع بخار الماء بوساطة غاز الميتان وبوجود وسيط النيكل والحرارة:

$$CH_4 + H_2O \xrightarrow[NI]{800^\circ C} CO + 3H_2$$

بإرجاع بخار الماء بواسطة الحديد المسخن لدرجة الاحمرار:

$$3Fe + 4H_2O \rightleftharpoons Fe_3O_4 + 4H_2$$

6-3-3- خواص الهيدروجين الفيزيائية:

الهيدروجين غاز عديم اللون والرائحة والطعم، وهو أخف من الهواء بـ 14.5 مرة، وإن درجة غليانه بحدود (- 252.8) درجة مئوية، ودرجة انصهاره (- 259) درجة مئوية وهو غاز قابل للاشتعال وبلهب مضيء.

6-3-4- خواص الهيدروجين الكيميائية:

يتفاعل الهيدروجين مع الأوكسجين عند الحرارة العادية مشكلاً الماء:

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

يتفاعل مع الهالوجينات في الشروط المختلفة: (الكلور والفلور والبروم واليود...).

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl + 44\ KCal$$

يتفاعل مع الكبريت المسخن والآزوت بوجود وسيط ودرجات حرارة عالية وفق المعادلة الآتية:

$$H_2 + S \rightarrow H_2S$$

$$3H_2 + N_2 \rightarrow 2NH_3 \uparrow$$

يتفاعل مع المعادن القلوية بالتسخين مشكلاً الهيدريدات المحلية:

$$Ca + H_2 \xrightarrow{\Delta} CaH_2$$ (هيدريد الكالسيوم)

حيث يعد هيدريد الكالسيوم مصدر الهيدروجين الصلب إذ يعطي كل 1 كغ منه بتفاعل مع الماء حوالي 1000 ليتر من الهيدروجين.

6-3-5- استخدامات الهيدروجين:

1 . يستخدم في الصناعات الكيميائية مثل صناعة غاز النشادر الذي يعد المادة الأولية المهمة في صناعة حمض الآزوت والأسمدة الآزوتية وصناعة المتفجرات والماء الأوكسجيني.

2 . يستخدم في صناعة حمض كلور الماء، وفي هدرجة الزيوت للحصول على سمن الماركارين، وكذلك هدرجة المشتقات البترولية للحصول على الشحوم التي تستخدم في المصانع والآلات.

3 . يستخدم كمرجع في صناعة معدن التنغستين، كما يستخدم كوقود في الصواريخ.

4 . يستخدم النظير D الديتيريوم كوقود نووي في القنابل الهيدروجينية، وفي المفاعلات النووية لتخفيف سرعة النترونات.

5 . يستعمل في عمليات التصنيع العضوي.

- **خاصة الهيدروجين الإرجاعية:**

الهيدروجين جسم مرجع لانتزاعه الأوكسجين من مركباته.

$$CuO + H_2 \xrightarrow{\Delta} Cu + H_2O$$

يشارك الهيدروجين في صفاته الإرجاعية عدداً من المواد القادرة على نزع الأوكسجين من مركباته كالكبريت والفوسفور والصوديوم، وتسمى مثل هذه المواد بالمواد المرجعة.

6-4- الماء

6-4-1- وجوده في الطبيعة:

صيغته H_2O كتلته الجزيئية: (18).

يعد الماء من أكثر الأجسام انتشاراً على اليابسة ويغطي $\frac{2}{3}$ تقريباً من مساحة سطح الكرة الأرضية. يتوزع في المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار وأيضاً في باطن الأرض حيث يشكل المياه الجوفية. يغطي الماء ثلاثة أرباع الكرة الأرضية إضافة إلى وجوده على شكل بخار في الغلاف الجوي. حيث يعد من أهم المركبات الكيميائية وأكثرها انتشاراً، ولولا الماء لما كانت الحياة موجودة على سطح الأرض فهو يدخل في تركيب جميع الأجسام الحية. أول من درس تركيب الماء العالم دوماس عام /1843م/ معتمداً على طريقة إرجاع أكسيد النحاس بالهيدروجين:

$$CuO + H_2 \xrightarrow{\Delta} Cu + H_2O$$

وقد بينت النتائج أن نسبة الهيدروجين إلى الأوكسجين في الماء هي $\frac{1}{8}$.

الماء بالإضافة إلى أهميته السابقة يعمل أيضاً على تخفيف الحرارة عند تحوله إلى بخار وكذلك بانخفاض البرودة يتحول البخار إلى قطرات مائية تشكل المطر

أو الغيوم أو الضباب حيث إن الأمطار تنقي الجو من الغبار والجراثيم وتأخذ من الهواء بعض الغازات $N_2-O_2-NH_3-SO_2-CO_2$.

للتخلص من الجراثيم العالقة في الماء يجب غليه لمدة خمس دقائق، ولكن هذه الطريقة تعطي طعماً غير مستساغ للماء؛ لذلك تم استبدالها بطريقة معالجة الماء بالأوزون أو بإضافة كميات صغيرة من الكلور. ولكن هذه الطرق وإن كانت آمنة صحياً إلا أنها لا تستطيع أن تخلص الماء من الشوائب العالقة فيه؛ لذا لا بد من ترشيحه باستعمال أحواض واسعة ذات طبقات من الحصى والرمل ويضاف إليه قبل الترشيح قليلاً من كبريتات الحديد وكبريتات الألمنيوم التي تتحلمه بالماء مشكلة رواسب غروية من ماءات الحديد وماءات الألمنيوم تحمل معها الشوائب، وتمنعها من النفوذ في المرشحات، عندها نحصل على ماء نقي وصافٍ وخالٍ من الجراثيم.

- **أهميته الماء للحياة:**

يكتسب الماء أهمية خاصة؛ لأنه ضروري للشرب، ويدخل في تركيب الكائنات الحية، ويساعدها في التغذية والتخلص من الفضلات، وله أهمية في عملية التوازن الحراري على سطح الكرة الأرضية.

6-4-2- خواص الماء الفيزيائية:

الماء النقي سائل شفاف لا طعم له ولا رائحة ولا لون، يتجمد في الدرجة ($0C^o$)، ويغلي في الدرجة ($100C^o$) تحت الضغط الجوي النظامي، تبلغ كتلة الليتر منه 1 Kgr في الدرجة ($4C^o$) ، ويتمدد الماء عندما يتجمد، وتبلغ الكتلة الحجمية للجليد (0.92 gr/ml) وهي أصغر من الكتلة الحجمية للماء التي تبلغ (1) ml/gr في الدرجة ($+4C^o$)؛ لذلك تطفو قطع الجليد على سطح الماء.

يعّد الماء مذيباً لكثير من المواد الصلبة والسائلة والغازية، ويدعى الماء الحاوي على كمية كبيرة من أملاح الكالسيوم والمغنزيوم بالماء العسر، عديم الرغوة مع الصابون.

- يمتلك الماء أيضاً حرارة نوعية مرتفعة، وهذه الميزة تجعل المياه الطبيعية ذات أهمية كبيرة في ادخار الحرارة صيفاً، وإعادتها إلى الوسط المحيط في الخريف.

6-4-3- خواص الماء الكيميائية:

1 . يعد الماء ثابتاً ترموديناميكياً إلا أنه يتفكك عند درجات الحرارة المرتفعة إلى هيدروجين وأوكسجين :

$$2H_2O \rightleftharpoons 2H_2 + O_2$$

2 . ويعاني في درجة حرارة الغرفة إلى بعض التشرد:

$$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

3 . يتفاعل مع جميع المعادن في درجات الحرارة العادية مطلقاً الهيدروجين:

$$Zn + H_2O \rightarrow ZnO + H_2 \nearrow$$

4 . يتفاعل مع اللامعادن:

$$2F_2 + 2H_2O \rightarrow 4HF + O_2 \nearrow$$

5 . يتفاعل مع الأكاسيد القلوية ليعطي الأسس الموافقة:

$$Na_2O + H_2O \rightarrow 2NaOH$$

6 . يتفاعل مع الأكاسيد الحمضية ليعطي الحموض الموافقة:

$$H_2O + CO_2 \longrightarrow H_2CO_3$$

4 . الماء الأوكسجيني H_2O_2:

يحضر مخبرياً من تفاعل حمض الكبريت مع فوق أكاسيد الباريوم:

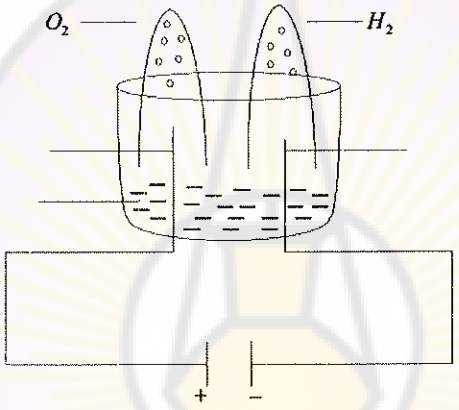
$$Ba_2O_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2BaSO_4\downarrow + 2H_2O_2$$

يستخدم الماء الأوكسجيني للحصول على الغليسرين ويستعمل لتطهير الجروح، وفي تحضير وحفظ بعض المواد الغذائية. ويستعمل مع مزيج مع الأوكسجين كمؤكسد لوقود الصواريخ.

6-4-5- تحليل الماء بالتيار الكهربائي:

يتحلل الماء إلى عنصريه الأوكسجين والهيدروجين بتأثير الطاقة الكهربائية وفق المعادلة والشكل:

$$2H_2O \longrightarrow 2H_2 + O_2$$



6-4-6- تركيب الماء:

استطاع العلماء تحضير الماء من اتحاد الهيدروجين والأوكسجين قبل أن يتم تحليله بالتيار الكهربائي، وأتت نتائج التحضير مطابقة لنتائج التحليل.

- **تركيب الماء حجماً:**

يتحد الهيدروجين بالأوكسجين بنسبة حجمين من الأول (جزيئين) إلى حجم من الثاني (جزيء واحد) ليكوّنا الماء السائل وفق المعادلة:

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

في حال إدخال خليط من الهيدروجين والأوكسجين لا يحقق النسبة السابقة يحدث التفاعل عند إمرار الشرارة الكهربائية، ويكون أقل شدة، ويبقى في المقياس الغاز الزائد عن التفاعل.

- **تركيب الماء كتلة:**

وجدنا أن الهيدروجين يتحد مع الأوكسجين لإعطاء الماء وفق المعادلة:

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

أي إن كل (36) gr من الماء تحوي (32) gr أوكسجين و (4) gr هيدروجين؛ وبالتالي فإن النسبة الكتلية للهيدروجين في الماء هي: 4/36 = 1/9 والنسبة الكتلية للأوكسجين هي: 32/36=8/9.

6-4-7- تلوث الماء:

مكافحة تلوث الماء هدف وطني تقوم به المنظمات المختلفة والدول لما له من أضرار على صحة الإنسان وحياة جميع الكائنات الأخرى الحيوانية والنباتية ويمكن تصنيف التلوث بالشكل الآتي:

1 . التلوث الكيميائي: وهو من أخطر أنواع التلوث الناتج عن إلقاء بعض المواد الكيميائية والمخلفات الصناعية في الخطوط المائية.

2 . التلوث بالمبيدات الحشرية: إن الإسراف في استخدام المبيدات الحشرية يلوث التربة الزراعية، وتحمل مياه الأمطار بعض هذه المبيدات إلى الخطوط المائية، وتسبب كثيراً من الأضرار للكائنات الحية.

3 . التلوث بالأسمدة الزراعية: تحتوي الأسمدة الزراعية على مركبات الفوسفات والنترات، وعند استخدامها بطريقة غير محسوبة بدقة يتبقى جزء منها يزيد على حاجة النباتات، ويتسرب في أثناء ري التربة الزراعية إلى المياه الجوفية فتلوثها.

4 . التلوث بمخلفات البترول: ظاهرة تلوث مياه البحار والمحيطات بمخلفات البترول ظاهرة خطيرة تحدث في أثناء الحوادث البحرية لناقلات النفط وفي أثناء حفر الآبار لاستخراج البترول من بعض الآبار البحرية، ويسبب هذا التلوث خطورة كبيرة على الكائنات البحرية من أسماك وحيتان، ويمتد أثره إلى الإنسان.

5 . التلوث بمياه الصرف الصحي: ينتج هذا التلوث عند إلقاء مياه الصرف الصحي في المجاري المائية الطبيعية كالأنهار والبحيرات فتفسدها، وتجعلها غير صالحة لحياة مختلف أنواع الكائنات؛ لأن مياه الصرف الصحي تحمل كثيراً من المواد الضارة.

6 . يتلوث الماء بمخلفات الإنسان والحيوان والنبات.

7. تتلوث المياه بمخلفات المعامل والغازات المتصاعدة منها، وبمواد التنظيف الكيميائية.

6-4-8- حماية الماء من التلوث:

1 . يتم فحص الماء المعد للشرب باستمرار في المخابر الفنية أو المختصة.

2 . حماية مصادر المياه من التلوث؛ وخاصة الينابيع والأنهار؛ وذلك بالاهتمام بالبيئة المحيطة بها.

3 . معالجة مياه الصرف الصحي لتصبح صالحة لري الأراضي الزراعية.

حماية السواحل والأنهار من نفايات الصناعات الكيميائية، ومنع ضخ مياه الصرف الصحي إليها.

مسألة (1):

وضعت قطعة من أكسيد الكالسيوم وزنها $(5.6\,gr)$ في الماء، فيتشكل نتيجة التفاعل سائل أبيض عكر يسمى رائق الكلس.

اكتب معادلة التفاعل، ثم احسب كتلة هيدروكسيد الكالسيوم الناتج. حيث إن:

Ca = 40 H = 1 O = 16

مسألة (2):

يتفاعل $10.8\,gr$ من الألمنيوم مع كمية كافية من محلول حمض كلور الماء الممدد والمطلوب:

1 . اكتب معادلة التفاعل.

2 . احسب حجم الغاز المنطلق (في الشرطين النظاميين).

3 . احسب كتلة الملح الناتج (المتشكل) علماً أن:

Cl = 35.5 Al = 27 H = 1

Damascus University

الفصل السابع

الكيمياء العضوية

7-1- مقدمة:

تعد أحد فروع علم الكيمياء الذي يدرس بناء، خواص، وتركيب، وتفاعلات، وتحضير مركبات الكربون والهيدروجين (الفحوم الهيدروجينية). ومن الأمثلة على المركبات العضوية: (الميتان، الإيتان، البروبان، البوتان، البنتان، الهكسان، الهبتان، الأوكتان، النونان، الديكان) وتسمى جميعها بالفحوم الهيدروجينية المشبعة وذات الصيغة العامة (C_nH_{2n+2}).

من أجل n=1 نحصل على مركب الميتان ذو الصيغة العامة CH_4.

من أجل n=2 نحصل على مركب الإيتان ذو الصيغة العامة C_2H_6.

⋮

⋮

ومن أجل n=10 نحصل على مركب الديكان ذو الصيغة العامة $C_{10}H_{22}$.

7-2- أهمية الكيمياء العضوية:

في المجالات الصحية: حيث تدخل المركبات العضوية في مختلف المواد المهمة لاستمرار الحياة والمساهمة في هيكل الجسم البشري من بروتينات وكربوهيدرات ودهون. وتعد أيضاً من المكونات الأساسية في المستحضرات الطبية الضرورية للجسم البشري وغيره، كما تدخل أيضاً في مستحضرات التجميل؛ إضافة إلى استخداماتها في مجال الطاقة والوقود (الكيروسين- البنزين) وجميعها مركبات عضوية ومن مشتقات نفطية.

7-3- مصادر المركبات العضوية:

قديماً كانت أعضاء الكائن الحي هي المصدر الأساسي لمركبات الكربون، ومن هنا جاءت كلمة (العضوية)، أما اليوم فإن النفط والفحم الحجري يعدان من

أهم مصادر المركبات العضوية. ولا بدَّ من الإشارة إلى أهمية عنصر الكربون الذي يعد حجر الأساس في بناء الخلية الحية، حيث يوجد في الطبيعة بحالة حرة متبلوراً كما في الألماس والغرانيت، وغير متبلور كما في الفحم الحيواني والنباتي وفحم الكوك وله خواص فيزيائية وكيميائية.

- **الخواص الفيزيائية للكربون:**

* يغلي في الدرجة $3470^{\circ}C$.

* ينصهر في الدرجة $3850^{\circ}C$.

- **خواص الكربون الكيميائية:**

1. تفاعل احتراق الكربون مع الأوكسجين معطياً أحادي أكسيد الكربون أو ثنائي أكسيد الكربون، وذلك حسب كمية الأوكسجين ودرجة الحرارة.

- يؤدي تفاعل احتراق الكربون في كمية غير كافية من الأوكسجين إلى تشكل أحادي أكسيد الكربون وفق التفاعل الآتي:

$$C + \frac{1}{2} O_2 \xrightarrow{\Delta} CO + 2600\ cal$$

- ويؤدي احتراق الكربون في كمية كافية من الأوكسجين إلى تشكل ثنائي أكسيد الكربون وفق التفاعل الآتي:

$$C + O_2 \xrightarrow{\Delta} CO_2 + 9600\ cal$$

ويعد الكربون من العناصر المرجعة حيث يقوم بإرجاع أكسيد النحاس وفق التفاعل الآتي:

$$2CuO + C \longrightarrow 2Cu + CO_2$$

- **أحادي أكسيد الكربون:**

1- غاز عديم اللون والرائحة وسامٌ جداً.

2- يوجد في البراكين والمداخن.

3- يحترق في الهواء بلهب أزرق مشكلاً ثاني أوكسيد الكربون.

4- يشكل مركب الفوسجين السام في أثناء اتحاده مع غاز الكلور وفق التفاعل الآتي:

$$CO + Cl_2 \longrightarrow COCl_2$$

- **ثاني أوكسيد الكربون:**

1- غاز عديم اللون، له رائحة خفيفة.

2- غير سام بنسبة معينة، أما إذا زادت نسبته عن 25% فإن يؤدي إلى التخدير ومن ثم الموت.

3- يستعمل في مطافئ الحريق، بسبب كثافته وعدم قابليته للاحتراق.

4- يتم الحصول عليه من عملية الاحتراق الكامل للكربون والمواد العضوية.

- **الآراء والنظريات التي وضعت لتفسير نشأة المركبات العضوية:**

أ- نظرية برازيليوس (نظرية القوة الحيوية): تنشأ المركبات العضوية بفعل وجود القوى الحيوية داخل خلايا وأنسجة الكائن الحي أي لا يمكن تحضير المركب العضوي صناعياً(لا يمكن تحضيره من مركب عضوي).

ب- نظرية فوهلر: (نظرية هدم القوى الحيوية) :يمكن الحصول على مركب عضوي من مركب غير عضوي حيث حصل على اليوريا (البولينا) وهي مركب عضوي (يستخلص من بول الثدييات) من تبخر المحلول المائي لسيانات الآمونيوم وهي مركب غير عضوي نتج من تفاعل مركبين غير عضويين هما سيانات الفضة وكلوريد الأمونيوم.

$$AgCNO + NH_4Cl \xrightarrow{\Delta} NH_4CNO + AgCl$$

$$NH_4CNO \xrightarrow{\Delta} NH_2{-}CO{-}NH_2$$

بعد ذلك انطلق العلماء، وحضروا كثيراً من المركبات العضوية التي ملأت الدنيا، ولها استخدامات عديدة في مجال العقاقير الطبية والأسمدة والأصباغ والمبيدات الحشرية والبلاستيك ...إلخ

أصبحت المادة العضوية تعرف على أساس تركيبها البنائي، وليس على أساس مصدرها. والمركبات العضوية أكثر بكثير من المركبات غير العضوية حيث يصل عدد المركبات العضوية إلى أكثر من 10 ملايين مركب في حين نجد أن عدد المركبات غير عضوية لا يزيد على نصف مليون مركب وعدد العناصر فى الكيمياء غير العضويه حوالي 111 عنصراً في حين أن العنصر الوحيد الذي يشترط وجوده في أي مركب عضوي هو الكربون . ومع العلم أن كل يوم يكتشف عدد كبير من المركبات العضوية يتم تحضيره، أي يزداد عددها يوماً" بعد يوم، وتصل النسبة بين المركبات العضوية وغير العضوية كنسبة 20 :1على الترتيب تقريباً.

إذاً: ما السبب في وفرة المركبات العضوية وكثرتها؟:

يرجع السبب إلى:

1- قدرة ذرة الكربون على الارتباط مع غيرها ومع نفسها بطرق عديدة، فقد ترتبط بروابط أحادية، أو ثنائية أوعديدة.

2- إمكانية ارتباط ذرات الكربون مع بعضها بطرق مختلفة على هيئة سلاسل مستمرة أو متفرعة أو على هيئة حلقات متجانسة (كل ذرات الحلقة كربون)أو غير متجانسة (ليس كل الذرات المكون للحلقة كربون) .

7-4- خواص المواد العضوية:

- المركبات العضوية تذوب، تغلى، تتأصل و تتحلل تحت $300^{o}C$ وغالباً ما يكون بعضها مرتبطاً ببعض بروابط تساهمية.

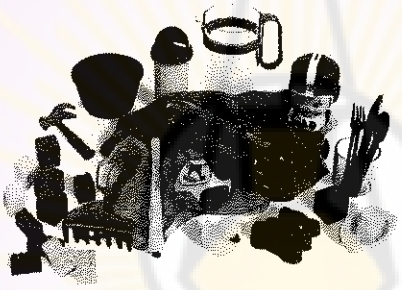
- تميل المركبات العضوية للذوبان في المذيبات العضوية التي غالباً ما تكون مواد نقية مثل الإيثر أو الإيثانول.

7-5- التطبيقات المختلفة للمركبات العضوية

نظراً للخواص الفريدة للمركبات عديدة الكربون، فإنه يوجد مدى بالغ الاتساع لاستخدامات المركبات العضوية. فمثلاً تدخل المركبات العضوية كمكونات أساسية في العديد من المنتجات كـ المتفجرات، والطعام، واللدائن، والأصبغة، والمنتجات البتروكيماوية، والأدوية، وغيرها.

أمثلة:

اللـــدائن:



تعّد اللدائن من المبلمرات (مركبات ذات كتلة جزيئية كبيرة تنتج من اتحاد جزيئات صغيرة تدعى مونومرات). ويتم استخلاصه من البترول ، الفحم أو الغاز الطبيعي لاحتوائها على نسبة كربون عالية الذي يعد العنصر الفاعل في صناعة البوليمرات.

البلاستيك:

يتكون البلاستيك من الإيثلين ويمكن أن يتكون من بولي بروبيلن(أحد مشتقات النفط , غاز عضوي كربوهيدروني) يتكون الجزيء الواحد من ذرتين من الكربون وأربع ذرات من الهيدروجين؛ ويرمز له بالصيغة (C_2H_4) الذي يستخدم في صناعة البولي إيتيلين الذي يعرف من أشهر أنواع البلاستيك. يعّد البلاستيك

نوع من أنواع المواد العضوية وشبه العضوية والبولميرات المصنعة و يذكر أن العالم الأمريكي البلجيكي ليو باسكلاند أول من صنع البلاستيك في العام 1907 و حتى عام 1930 كان البلاستيك المعروف هو السيليلويد والباكيلايت، وبعد ذلك تم اكتشاف أنواع عديدة من البلاستيك من بينها : النايلون والبولي إيتيلين والتيريلين والبولي ستيرين.

ومن مزايا البلاستيك : سهولة تشكيله وعزله للكهرباء ، مقاومة الصدأ والتآكل وأيضاً تعدد ألوانه. ومن أهم مخاطر البلاستيك أنه يحتوي على مادة الديوكسين الكيميائية التي تسبب مرض السرطان. ولتجنب ذلك علينا باتباع الآتي: عدم تسخين الطعام الموضوع في الأواني البلاستيكية باستخدام المايكروويف واستخدام أواني الزجاج بدلاً عنها وخاصة الطعام الذي يحتوي على دهون؛ لأن وجود الدهن تحت درجة حرارة عالية يحرر الديوكسين من البلاستيك، ليختلط مع الطعام، ويتجه في النهاية إلى خلايا الجسم.

المتفجرات

إن فكرة الانفجار بسيطة جداً، و تعتمد على تمدد هائل للوعاء الذي يحتوي على المادة والمتفجرات أو المفرقعات وهي مواد لها القدرة على إحداث ضغط مفاجئ بالوسط المحيط بها؛ وذلك نتيجة لتحول المادة فجأة إلى غازات ساخنة . و تشغل الغازات في لحظة الانفجار الحيز نفسه الذي كانت تشغله المادة الأصلية، و لكن حرارة الانفجار تسبب تمددها، و يصبح التمدد هائلاً بالنسبة للوعاء الذي يحتوي على الغازات ويحدث الانفجار.

إن أول من اكتشف المتفجرات [البارود] هم الصينيون ثم بعد ذلك أعاد اكتشافها الأسبان في غرناطة أيام الحكم الإسلامي لها. ويتكون البارود من ملح البارود والكبريت والفحم بنسبة 75% للأول و 10% و15% للأخير، ويعرف ملح البارود علمياً بـ [نترات البوتاسيوم [KNO_3]] وهو المادة المؤكسدة حيث

يحتوي على 3 ذرات أكسجين يمكنها الارتباط مع ذرات الفحم والكبريت لإحداث الاشتعال المطلوب. كما في المعادلة الآتية:

$$2KNO_3 + S + 3C \rightarrow K_2S + N_2 + 3CO_2$$

المطـــــاط

المطاط الطبيعي يستخرج من سيقان أشجار خاصة تنمو في المناطق الحارة، وأهم هذه الأشجار هي أشجار هيفيا برازيلنسس [Hevea Brazilens] التي تنمو في حوض نهر الأمازون بالبرازيل وأول من شاهد المطاط الطبيعي هو الرحالة [كريستوفر كولومبس] . ونظراً لزيادة الطلب على المطاط والتوسع الصناعي فقد اضطر علماء الكيمياء لتحضير مادة مشابهة للمطاط الطبيعي بعد أن بحثوا في تركيبه.

وكان أول من اكتشف أن المطاط الطبيعي يتكون من الهيدروجين والكربون هو العالم فاراداي، وأن نسبة وجودهما هي خمس ذرات من الكربون إلى ثماني ذرات من الهيدروجين، أي إن صيغة المطاط الطبيعي الأولية[C_5H_8].

وقد تم فصل المركب الغير المشبع من المطاط بالتقطير، وسمي بـ [أيسوبرين] وأمكن تحويله بعد ذلك إلى بوليمر سمي بـ [بولي أيسوبرين] يشبه المطاط الطبيعي في صفاته، وقد نجح الألمان في أثناء الحرب العالمية الأولى في صناعة المطاط. حيث استمرت ألمانيا في ريادتها في صناعة المطاط لفترة من الزمن ، وقد استطاعت شركة ألمانية صناعة نوعين من المطاط لأغراض مختلفة عام 1935.

الأول :[بونا إس] وهو يحضر ببلمرة مشتركة للبيوتادايين والأكريلونتريل، ويمتاز هذا النوع بمقاومته لفعل النار بعد فلكنته، وعدم تأثره بزمن مدة التخزين.

الثاني: فهو [بونا إن] ويمتاز بمقاومته العالية للانتفاخ بزيت البترول، ويمتاز أيضاً بخواصه العازلة للكهرباء.

بعض الأمثلة على المطاط : مطاط النترايل و الإثيلين بروبيلين ، والمطاط الفلوري والمطاط الحراري والمطاط الرغوي وغيرها، وتستعمل هذه الأنواع المختلفة من المطاط في مختلف الأغراض ، كما في صناعة إطارات السيارات والأشرطة والسيور والحقائب والأحذية والأرضيات والإسفنج الصناعي.

الأصبغة

الأصبغة هي مواد كيميائية عضوية قادرة على امتصاص الضوء، وانعكاسه بأطوال موجية انتقائية ضمن المجال المرئي للطيف الكهرومغناطيسي.

وأظهرت الدلائل الأثرية من رسومات على الكهوف باستخدام الصباغة منذ أكثر من 5000 عام وخصوصاً في الهند والشرق الأوسط، وتم الحصول على الأصبغة حينها من النباتات والحيوانات أو الفلزات مع تعديلات بسيطة.

وفي العام 1856 ، تم تركيب أول صباغ اصطناعي يعرف بـ أرجواني الأنيلين، وحينئذٍ تم إنتاج مئات الأصباغ الاصطناعية.

تركيب الصباغ:

معظم جزيئات الصباغ تحتوي على عدد من الحلقات العطرية متصلة بنظام مترافق يعرف بنظام تتابع طويل متناوب للروابط الأحادية والثنائية بين ذرات الكربون وذرات أخرى ، و يلزم خمس أو ست ذرات كربون مترابطة على الأقل في النظام المترافق لكي تعطي لوناً.

أنواع الأصبغة:

الأصبغة الطبيعية: تنتج من مصادر نباتية وحيوانية وفلزية. غير أن ثباتية اللون متفاوتة فيها.

الأصبغة التركيبية : هي أصبغة تتركب من جزيئات عضوية لا سيما في معامل الأصبغة، وتخضع لعمليات ضبط مختلفة للتوافق بالنسبة للمستخدمين . وعملية الحصول على لون مطابق من دفعة لأخرى

يتطلب مهارة عالية ؛ لأن عملية إنتاج الأصبغة تحتوي على العديد من المتغيرات التي تؤثر في امتصاص الصباغ في الألياف.

الأدوية:

الدواء هو أية مادة تستعمل في تشخيص أو معالجة الأمراض التي تصيب الإنسان أو الحيوان، أو التي تفيد في تخفيف وطأتها أو الوقاية منه، ويعمل الدواء غالباً على زيادة أو إنقاص وظيفة ما في الجسم، ولا ينشئ وظيفة جديدة ، و تمتاز الأدوية بالتنوع الهائل في مفعولها وتأثيراتها في الجسم. بعض الأدوية معروف منذ القديم كاليانسون والخلة وبعضها حديث، ويمكن أن يكون مصدر الدواء حيوانياً أو نباتياً أو معدنياً، وشاع في القرن الماضي الأدوية التي تُصنَّع بالكيمياء العضوية.

وتقسم الأدوية من حيث التعامل بها في الصيدلية إلى 3 أقسام:

أولاً – الأودية فوق الطاولة : وهي أدوية سليمة و آمنة، و يمكن بيعها في الصيدليات من دون شروط.

ثانياً – الأدوية تحت الطاولة : وهي الأدوية التي يحظر بيعها من دون وصفة طبية .وهي أغلب الأدوية المكونة من مواد عضوية كيميائية.

ثالثاً – الأدوية خلف الطاولة : وهو بين النوعين الأول والثاني.

اختلط على الشعوب القديمة ممارسة الطب بممارسة السحر والممارسات الدينية، ثم تسامت الإنسانية عبر مراحل وأهمها توضيح الإسلام للفرق الواضح

بين ما هو سحر محرم وبين ممارسة الطب الذي هو علم طبيعي ، فيقول النبي صلى الله عليه وسلم" : تداووا عباد الله فما أنزل الله من داء إلا وأنزل له دواء ." وهذا دفع بعلم الطب إلى آفاق لم يبلغها في أي حضارة سابقة، ونجد أن كتب الأدوية التي كتبها المسلمون تذكر آلافاً من الأدوية المختلفة.

العطور

لصناعة العطور تاريخ طويل. فمنذ القدم يسعى الإنسان إلى تجميل حياته سواء بالروائح أو بالأشكالِ، وكان لمصر الدور الأكبر في تأسيس صناعة العطورِ، وكانت توجد طريقتان لصناعته:

الأولى: وهى وضع الأزهار في لوحة كبيرة من ورق البردي، و كان يصنع للملكات وزوجات الأمراء والكهنة للتزين به عند الاحتفالات، وكان للطبقات الغنية لا لباقي الشعب.

الثانية: وهى وضع الورود في إناء فخاري صغير وحرقه لإعطاء رائحة عطرة للجو، وكان هذا النوع من العطور جزءاً من القرابين المقدمة للآلهة أو لتوديع المتوفى ولم يكن لأغراض الزينة.

مع أن الحضارة الإسلامية ورثت الكثير عن الحضارة الإغريقية إلا أن العرب هم أول من استخدم تاج الزهرة لاستخراج ماء الزهور منذ 1300 عام، ولم يستعمل العرب تاج الأزهار كعطرٍ فقط بل استعملوها كدواء أيضاً، ولعل أقدم أنواع العطور في العالم يدعي" عطر الورد "وقد كان رائجاً جداً لدى القبائل العربية، تعّد الأزهار، مثل: الياسمين، والبنفسج، وزهر الليمون، والورد، وغيرها، من المصادر المهمة لاستخراج العطور عند العرب.

ورثت أوروبا أغلب طرقها من العرب، وكان أكثر الناس اهتماماً بعلم العطور هم الهونجاريين الذين أضافوا الكحول إلى صناعة العطور، وتعد أول عطر

يستخدم فيه مادة الكحول كمادة أساسية كان في عام 1370 وكان تكليفاً من إليزابيث ملكة بولندا الذي أطلق عليه فيما بعد ماء هونجاري نسبة للهونجاريين.

خلال عصور النهضة تمكنت فرنسا من السيادة في مجال صناعة العطور، فقد كان يصنع في جنوب فرنسا أهم العطور ومستحضرات التجميل العالمية، وعرفت طائفة في فرنسا خلال القرن السابع عشر باسم (صناع العطور) والتي كان لها تأثير ضار في بعض الحالات حيث كانت تستخدم مواد سامة في صناعتها للعطور فعلى سبيل المثال توفيت إحدى الأميرات الفرنسيات بسبب استخدامها للعطور في تجميل بشرتها التي أثرت على سمعة هذه الطائفة.

طرق صناعة العطور:

إن أقدم طريقة لصناعة العطور تكمن في استقطار تيجان الأزهار مع الماء، وتكون عبر وضع رقائق من الزجاج في إطارات خشبية حيث تغلف بدهن نقي، وتغطى بتيجان الأزهار، وتكدس الواحدة فوق الأخرى. ويجري تبديل التيجان بين حين والآخر إلى أن يمتص الدهن النقي الكمية المطلوبة من العطر. أما الأسلوب الحديث فإنه يستخدم مذيباً نقياً يتم استخراجه من النفط ثم يدور هذا المذيب على تيجان الأزهار النضرة إلى أن يصبح مركزاً بالعطر، ويتم فصل المذيب بواسطة عملية التقطير. ويُنقى العطر بالكحول. ويكمن حالياً تركيب العطور من مواد كيميائية بحيث تبدو وكأنها روائح طبيعية، وهكذا نرى أن الكيمياء قد أسهمت بشكل فاعل في سد احتياجات السوق العالمية ومختلف الصناعات بتقديمها لمواد متعددة ومتغيرة الخواص.

7-6- استخدامات الكيمياء في حياتنا:

تؤدي الكيمياء دورًا مهماً في حياتنا، إذ نجدها تدخل في الصناعة والزراعة والطب، وقد مرت بمراحل عديدة إلى أن وصلت لما هي عليه الآن .كانت أول تلك المراحل مرحلة علم الصناعة التي زعم وقتها إمكانية تحويل المعادن الرخيصة

إلى معادن ثمينة، ثم كانت المرحلة الثانية وهي مرحلة الكيمياء التي اتجهت إلى الطب، ففي هذه المرحلة تم تحضير وتصنيع بعض الأدوية المهمة التي تساعد في علاج المرضى، وكان جابر بن حيان وابن سينا وأبو بكر الرازي أشهر العلماء المسلمين الذين تركوا بصمة في هذا المجال .وتأتي مرحلة مهمة من تلك المراحل وهي مرحلة نظرية الفلوجستون التي أقرت أن هناك عنصراً يساعد المادة على الاشتعال ويتحد معها مكوناً أكسيد المادة، و أسموه الكالكس، وقد بقيت النظرية سائدة حتى أتى العالم الفرنسي لافوازيه عام 1778م وأثبت خطأ هذه النظرية عندما سخن الزئبق، وبرهن أن عملية الاحتراق عبارة عن اتحاد أكسجين الهواء بالمادة (تأكسد) وليس كما قالت نظرية فلوجستون .المرحلة الرابعة والأخيرة هي علم الكيمياء الحديثة التي بدأت في أواخر القرن الثامن عشر التي تشعبت لتصل إلى أكثر من فرع مثل الكيمياء التحليلية، والكيمياء الحيوية، والكيمياء البيئية، والكيمياء اللاعضوية، والكيمياء الطبية، والكيمياء النووية، والكيمياء العضوية، والكيمياء الفيزيائية.

1- الكيمياء والصناعة

تدخل الكيمياء في الكثير من عمليات التصنيع مثل صناعة البلاستيك، والاسمنت، وكل مواد البناء؛ وصناعة الزجاج، و إنتاج البتروكيماويات، الدواء، والبوليمرات، والطلاءات، والزيوت، ويتم استخدام علوم الكيمياء والتفاعلات

الكيميائية لإنتاج مواد جديدة ، أو فصل المواد من بعضها باستخدام طرق كيميائية خاصة .

مثال:

تصنيع البلاستيك: هي مواد يمكن تشكيلها بسهولة، أصلها مركبات كيميائية يتم الحصول عليها من النفط، يتركب البلاستيك من مركبات ذات سلاسل طويلة تسمى بوليمرات (polymers)، يمنح الترتيب المميز لتلك المركبات مزايا متعددة منها البلاستيك الصلب والبلاستيك المرن. إن البلاستيك الصلب يدخل المعادن في الكثير من صناعة الأدوات، أما البلاستيك الطري فيدخل في صناعة الخيوط والجلود وحتى الفرو. والبلاستيك من المكونات الطبيعية، في عام 1862م صنع الكيميائي ألكسندر باركز Alexander Parkes أول شكل للبلاستيك من مادة نترات السيلولوز. شاهده الناس في معرض لندن London exhibition ثم طوّر هذا الشكل على يد الأمريكي جون وبسلي الذي سماها بالسليليود Celluloid فيما بعد، ومع أن السيليلود كان هشاً، ويتغير لونه عند التعرض للضوء الشديد، فقد استعمل في صناعة كرات البلياردو والأسنان الصناعية والأفلام الفوتوغرافية.

صناعة الإسمنت

تعد من الصناعات المهمة لكونها ترتبط مباشرة بأعمال الإنشاء والتعمير. ويستخدم الإسمنت كمادة رابطة هيدروليكية من مكونات المونة أو الخرسانة. وهي مع ذلك صناعة بسيطة مقارنة بالصناعات الكبرى، وتعتمد على توفر المواد الخام اللازمة؛ لذلك يتكون الإسمنت من خليط من الطين (Clay) والحجر الجير (Limestone)، والذي يسخن في درجة حرارة كافية لإحداث التفاعل بينهما لإنتاج سلكيات الكالسيوم. (Calcium Silicate). وتختلف الملوثات الناتجة عن مصانع الإسمنت من حيث المكونات والكمية، تبعاً لاختلاف عمليات التشغيل من مصنع لآخر وإجراءات النظافة العامة المتبعة، وعوامل أخرى متنوعة.وتعتمد فكرة

التصنيع على طريقتين يُعرفان بعملية الترطيب والتجفيف (Wet & Dry Processes)، في العمليات الرطبة تطحن المواد الخام وتخلط بالمياه، ثم يفصل الناتج المعلق (Slurry) إلى الفرن، أما في العمليات الجافة فيتم تجفيف المواد الخام قبل أو في أثنائه الطحن أي قبل إدخالها إلى الفرن. وقد تدخل بعض المواد الكيميائية الأخرى في اختبارات تحليل الجودة والتحكم فيها، مثلاً: الزيوت تستخدم لصيانة الآلات، والغاز الطبيعي والمازوت لتوليد غازات الاحتراق المستخدمة في الأفران، وتكون الأفران مجهزة بحيث تستطيع حرق أكثر من نوع واحد من أنواع الوقود .

صناعة الزجاج

تعد صناعة الزجاج من الصناعات السهلة القديمة، التي اعتمدت علي المهارة اليدوية الفائقة حيث أبدع القدماء في تشكيل الزجاج وتكوينه ونقشه. مواد التصنيع:

1- **الرمل أو السيليكا:** يشكل حمض السيليكون المادة الأساسية التي يصنع منها الزجاج العادي ونحصل عليه من الرمل ولا يستخدم رمل الكوارتز؛ نظراً للصعوبات وارتفاع تكلفة التحضير للصناعة. ويشترط في الرمل المستخدم أن يحتوي على نسبة عالية من أكسيد السيليكون تصل إلى 80% وأن تكون نسبة الشوائب قليلة خاصة الملونة مثل مركبات الحديد.

2- **مركبات الصوديوم:** حيث يعمل أكسيد الصوديوم على تقليل درجة الانصهار، ويساعد في تشكيل الزجاج.

3- **الكالسيوم والدولوميت:** حيث يساعد أكسيد الكالسيوم على تصليب الزجاج.

4- **الفلدسبار:** يستخدم بشكل كبير لوجوده بشكل نقي كما أنه رخيص الثمن، وينصهر بسهولة.

5- **اليوراكس:** يحتوي على أكسيدي الصوديوم والبورون حيث إن هذه المادة تنصهر بشكل جيد، وتقلل من معامل تمدد الزجاج . ولذلك نجد أن الزجاج الحاوي نسبة كبيرة من أكسيد البورون لا ينكسر إذا سخن أو برد فجأة

6- **الإضافات الأخرى:** وتضم المواد التي تضاف لتحسين نوعية الزجاج كالمواد الملونة، ومسرعات الانصهار، والشفافية، مثل: أكسيد الرصاص، وأكسيد التيتانيوم، وأكسيد الباريوم.

صناعة الصابون ومواد التنظيف

الصابون منتج يستخدم مع الماء، وذلك لتقليل التوتر السطحي، ومن ثم يقوم بطرد الأجزاء غير المرغوب فيها الموجودة على الجسم وبصفة خاصة الدهون، وذلك من خلال خاصية كيميائية تعرف بالرغوة .تتطلب عملية تصنيع الصابون فهم كامل للكيمياء، قديماً كانت هذه العملية تتطلب وقتاً طويلاً لإعدادها، ومراحل عديدة في أثناء التنفيذ، وكمبدأ عام نستطيع أن نقوم بتصنيع الصابون إذا أدركنا أن تصنيعه يتم بناء على تفاعل كيميائي في أبسط صوره بين الحمض والقاعدة والتي تسبب ما يعرف بعملية التصبن. ويأتي الشق الحامضي في الصابون من مصادر كثيرة أهمها الدهون، وبالنسبة للشق القاعدي فهو يعد من المكونات التي يصعب الحصول عليها، نظراً لأنها تحتاج إلى عمليات كيميائية صعبة حتى تظهر في شكلها النهائي. فهذا الشق عادة ينتج من حرق مركبات عضوية. وتعتمد فكرة التصنيع على طريقة سهلة وبسيطة وهي استخدام الزيوت والدهون وهي عبارة عن مركبات للجليسرين وحمض دهني مثل الحامض النخيلي أو الحامض الإستياري، وعندما تعالج هذه المركبات بسائل قلوي مذاب مثل هيدروكسيد الصوديوم في عملية يطلق عليها التصبن، فإنها تتحلمه مكونة الجليسرين والملح صوديومي للحمض الدهني.

صناعة العطور:

العطر مُستَحضر ينتج من مواد طبيعية أو مستخلصات صناعية، يتم مزجها بأكثر من طريقة للحصول على العديد منها. تتباين أسعار العطور تبعاً لاستخدامها فمثلا نجد معظم عطور الجسم غالية الثمن، أما العطور التي تُستخدم في صناعة الصابون، والروائح الصناعية، فتتكون تركيبتها من الخامات زهيدة الأسعار. وكثير من العطور ليست سوى مزيج من الزيوت النباتية، وزيوت الأزهار، مع خامات حيوانية، وبعض المواد المصنّعة، بالإضافة إلى الكحول والماء. وتستخلص تلك الزيوت من النباتات بوساطة التقطير بالبخار، وتتمثل أولى خطوات هذه العملية في إمرار البخار من خلال المادة النباتية، وفي هذه المرحلة تتحول الزيوت الأساسية إلى غاز، ثم يُدفع هذا الغاز من خلال شبكة تتكون من عدة أنابيب يبرد خلالها ليتحول إلى مادة سائلة مرة أخرى. وهناك طريقة أخرى للحصول على الزيوت الأساسية؛ تكون بغلي بتلات الأزهار في الماء بدلاً من إمرار البخار من خلالها.

2- الكيمياء والتحاليل الطبية:

تعّد الكيمياء التحليلية فرع من الفروع المهمة في الكيمياء خاصة مع التطور العلمي الهائل التي تشهده منذ فترة، لا غنى عنها في حياتنا، إذ يستفاد منها في دراسة المواد الحية وعمليات التمثيل الغذائي وغيرها، ولا يستطيع الأطباء تشخيص الأمراض من دون الاستناد إلى نتائج التحليلات اللازمة لذلك. وتختص الكيمياء التحليلية بالحصول على المعلومات حول تركيب وبنية المادة ومعالجتها والتواصل معها، حيث يؤدي العلماء وظيفة نوعية وكمية، فهم يلجؤون للاختبار والتعريف والعزل والتركيز وحفظ العينات ووضع حدود للأخطاء والتأكيد على النتائج من خلال التحديد وتوحيد المقاييس. تتعدد أنواع التحاليل، فمنها ما يخص الدم، ومنها ما يخص أعضاء الجسم والخلايا، ويعتمد تشخيص الأطباء

بشكل كبير على نتائج تلك التحاليل خاصة مع وجود أعراض متشابهة لأمراض مختلفة. ومن هذه التحاليل:

أ- تحليل السكر، وهو أنواع:تحليل سكر صائم (Fasting Blood Sugar) ويجرى هذا التحليل على مريض يكون صائماً من (8 - 12) ساعة تحليل السكر العشوائي(Random Blood sugar) وفائدته فقط أنه يعطي فكرة عن مستوى السكر في دم المريض بعد الأكل بساعتين (Postprandial Blood sugar)ويتم بعد وجبة طبيعية بعد الأكل بساعتين .. وفائدته أنه يعطينا فكره عن مستقبل حدوث مرض السكر عند هذا المريض، وهل سوف يحتاج إلى تحليل منحنى السكر أم لا.

ب- تحليل الكولسترول(Cholesterol) وهناك نوعان :

1- البروتينات الدهنية عالية الكثافة (HDL) ونسبته تنقص مستوى الكولسترول في الدم؛ مما يمنع حدوث مرض تصلب الشرايين؛ ولهذا يسمى (الكولسترول الجيد أو الحميد).

2- البروتينات الدهنية منخفضة الكثافة (LDL) وهو المسؤول عن حمل الكولسترول في الدم؛ لذلك فإن زيادته تؤدي لزيادة نسبة الإصابة بمرض تصلب الشرايين؛ ولذلك يسمى (الكولسترول السيء أو الخبيث).

3- الجليسريدات الثلاثية (Triglyceride) يؤدي ازدياد مستواها في الدم إلى الإصابة بتصلب الشرايين في الأشخاص الأقل من 50 سنة؛ مما يؤدي إلى أمراض شرايين القلب في هذه السن المبكرة .

4- وظائف الكبد(Function Liver) وهي : البروتين الكلي , (TP) بروتين الألبيومين (الزلال) (ALB) بروتين الجلوبين ,(GLB) بروتين الفيبرينوجين، أنزيم أسبرتات أمينو ترانسفيرز، (AST,GOT) أنزيم الأنين أمينو

ترانسفيرز، (ALT,GPT) أنزيم الفوسفات القلوي (ALP) ، البلروبين، (BIL)أنزيم جاما ج .ت

5- وظائف الكلى (Function Renal)

وهذه تؤدي دور مهماً في تقسيم الوظيفة الكلوية في كثير من الامراض التي تصيب الكلية، كما تقوم بمتابعة مرضى الكلى والتنبؤ بإنذار الحالة المرضية لهم.

وهي : الكرياتينين، (Creatinine) تصفية الكرياتينين، (Creatinine Clearrance) اليوريا، (Urea) حمض البوليك (Uric Acid)

- **علم الدم(Hematology) :**

1- صورة الدم الكاملة(Complete Blood Count)

وهذا التحليل يشمل : (عدد كريات الدم البيضاء – أشكال كريات الدم البيضاء – نسبة الهيموجلوبين – عدد الصفائح الدموية – الهيماتوكريت.

2- زمن النزيف (Bleeding Tim).

3- زمن التجلط (Clotting Time).

4- فصيلة الدم، ومعامل ريسوس(Blood Group & Rh) .

5- نقص أنزيم (G6PD) يسبب التفول أو فقر الدم التحللي.

6- الخلايا المنجليةSickle Test .

7- الذئبة الحمراء(L. E Cell) .

8- سرعة ترسيب الدمESR .

3- الكيمياء والدواء

يتطلب تحضير الأدوية دراية كافية بعمليات التصنيع والتطوير حتى يكون المنتج متوافقاً مع غرض تصنيعه، وتدخل الكيمياء بدور رائد في مرحلة التصنيع لذلك يجب الأخذ بالحسبان عدة نواحٍ منها:

1. خواص المواد المستخدمة.
2. مبادئ تصنيع الأدوية.
3. المبادئ العامة للتصنيع الصيدلاني.
4. مبادئ ممارسة التصنيع الجيد.
5. تأكيد الجودة للمنتجات والعمليات الصيدلانية.
6. التلوث الجرثومي وطرق التحكم فيه.
7. عمليات التعقيم ونظم التصنيع العقيمة.

بعض المركبات الكيميائية قد تستخدم كعلاج شائع أو وصفات، ومنها:

1- **النشادر:** وهو مسكن للأعصاب، ومنعم للجلد؛ ومطهر، ومزيل لكافة الروائح وذلك بإضافة 20 غرام منه الى 2 لتر ماء.

2- **الفحم الطبيعي وكلوريد الصوديوم** المطحونان ..يستخدمان كعلاج لتبييض الأسنان؛ وذلك بفركهما بالأسنان مرتين يومياً.

3- **بيكربونات الصوديوم** يستخدم كعلاج للدغ النحل الأنثى؛ لأنها تتميز بتأثير حامضي.

4- **الخل أو عصير الليمون** يستخدمان كعلاج لدبور النحل؛ لأنه يتميز بتأثير قلوي.

5- **محلول الملح والخل** المخفف يستخدمان لتطهير اللثة؛ وتقوية الأسنان.

6- **الملح** له عدة أدوار في المطبخ:

- يساعد على إزالة العجينة الملتصقة على الألواح أو باليد.
- يوضع على ماء سلق البيض لمنع البيض من التشقق.
- لإزاله رائحة الثوم والبصل من اليدين، وذلك بفركهما به.
- لإطفاء الزيت المشتعل..

7- **للتخلص من بقع الحبر** عليك باستخدام عصير الليمون أو الخل أو زيت الذرة حتى تختفي البقع ثم الغسل.

8- **الكثير من التفاعلات الكيميائية** تحدث في أثناء طهي الطعام والكثير منها تؤدي لحدوث (التسمم الغذائي) كطريقه حفظ المادة الغذائية ونوع الأوعية التي يحفظ بها.

9- **الكيمياء الحيوية** في جسم الانسان تحدث الكثير من التفاعلات الكيميائية الحيوية (الأنزيمات)

- في المجالات الطبية: حيث تدخل المركبات العضوية في مختلف المواد المهمة لاستمرار الحية والمساهمة في هيكل الجسم البشري من بروتينات وكربوهيدرات ودهون، وتعد أيضاً من المكونات الأساسية في المستحضرات الطبية والأدوية اللازمة للجسم البشري وغيره.

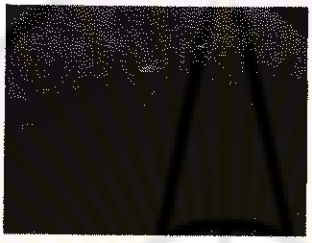
7-7- المواد البديلة للكيمياء:

1- البيض المكسور هو شكل من أشكال كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) ويمكن استخدامه في إجراء بعض التفاعلات الكيميائية.

2- ملح الطعام (NaCl) مركب كيميائي يمكن أن نستخدمه في إجراء بعض التفاعلات والظواهر الكيميائية.

3- استخدام فرن المطبخ أو شمعة للتسخين بدلاً من موقد بنسن.

4- يمكن استعمال علب المربى أو العسل الصغيرة بدلاً من أنابيب الاختبار.



5- يمكن فصل رأس زجاجة سائل غسل الصحون للحصول على قمع.

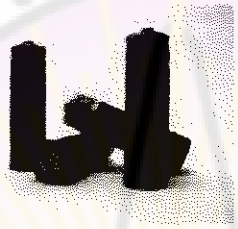
6- القطّارات يمكن أن نحصل عليها من زجاجات نقط العين أو الأذن المتوفرة في صيدلية البيت.

7- ميزان المطبخ يمكن استخدامه لوزن المواد المستخدمة في إجراء التجارب.

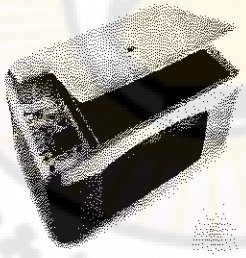
8- البكنك بودر ممكن استخدامه في بعض التفاعلات حيث يحتوي على بيكربونات الصوديوم ($NaHCO_3$).

9- الليمون والبرتقال مصدران مهمان لحمض الستريك، ولكن تكون النسبة أعلى في الليمون.

10- البطاريات الجافة ممكن أن نحصل عليها من خلال المسجل أو الراديو لتكون مصدراً بسيطاً للتيار الكهربائي حيث يكون التيار الكهربائي ناتجاً عن إحداث تفاعل أكسدة واختزال ينتج عنه فرق جهد كهربائي .

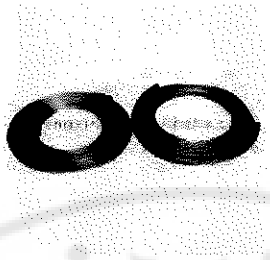


11- بطاريات أكسيد الفضة تتميز بحجمها الصغير، ونجدها في الساعات، وبعض أجهزة التصوير. وتتكون من قطبين قطب الخارصين السالب وقطب أكسيد الفضة الموجب.



12- بطارية السيارة مصدر لحمض الكبريت، وإيضاً مصدر للتيار الكهربائي .

13- للحصول على النحاس يمكن تعرية السلك الكهربائي من غطائه.



14- يمكن استخدام أقلام الرصاص كأقطاب بدلاً من الكربون.

15- الخل يمكن أن نستخدمه كحامض في كثير من التفاعلات.

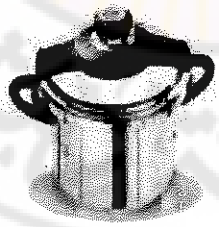
16- يمكن أن نجري تفاعلاً بسيطاً في البيت بين حمض الستريك الموجود في عصير الليمون والبكنك بودر حيث نلاحظ تصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون، ويَحدُث فورانٌ شديد من أثناء تصاعده، و يمثل هذا التفاعل تفاعل الأحماض الكربوكسيلية مع القواعد.

17- حمض اللا كتيك يوجد في اللبن، وهو الذي يكسبه طعمه الحامض.

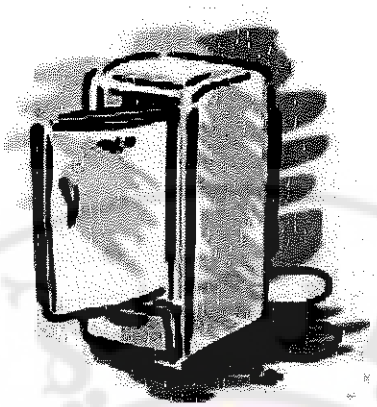
(CH_3—CHOH—COOH)

18- عند قطع التفاحة، وتعرضها للهواء الجوي يتغير لونها، وهذه صورة من تفاعلات الأكسدة.

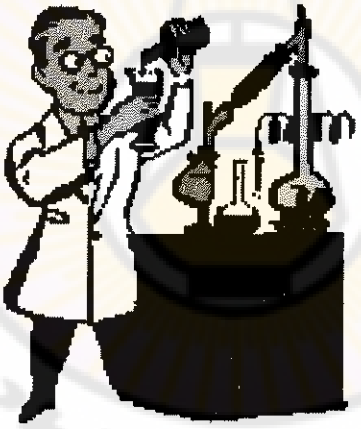
19- قدر الضغط الذي نستخدمه في طهي الطعام يساعد في ازدياد سرعة التفاعلات الكيميائية داخل القدر حيث يصل الضغط داخل القدر إلى معدلات عالية، فترتفع درجة الحرارة، وبالتالي تزداد سرعة التفاعل.



20- حفظ الأطعمة داخل الثلاجة يؤدي الى التقليل من معدل سرعة تفاعلات التحلل التي تحدث للأطعمة وتسبب فسادها.



إذاً نستنتج أن هناك كثيراً من المواد، والأدوات، والتفاعلات الكيميائية التي يمكن أن نحصل عليها من البيت دون البحث عنها، وأن هناك كثيراً من الظواهر والمشاهدات الكيميائية تحدث في حياتنا اليومية من دون أن نعلم عنها.



باختصار حياتنا كلها كيمياء بكيمياء.

7-8- سحر الكيمياء:

الكيمياء منذ القدم ساعدتنا في مجالات لا حصر لها في الحياة، وقد أخذت بجمالها قلوب العديد من الناس، بدأت بتخمينات بسيطة، وتطورت كثيراً على مر الزمن لتصبح أشبه بالخدع، ولكنه علم لا تخمين فيه .

هنالك من يرى أن الكيمياء مملة ومعقدة، لكن دعونا الآن من هذه الصورة السلبية، ولنحاول تغييرها، ولننتقل إلى شيء أكثر إمتاعاً قد لا تصدق أنه يحدث، لنر جمال الكيمياء في اثني عشر تفاعلاً من العديد العديد من التفاعلات المدهشة التي تحدث في الحياة، لكن حذارِ من تجربتها من دون الأخذ بقواعد السلامة، ولنبدأ مع شيء قد يكون مألوفاً:

تفاعل الصوديوم مع الماء في غاز الكلور:

الصوديوم عنصر شديد التفاعل مع الماء، بمعنى أنه حسنٌ، كما كنا نقول: يتفاعل الصوديوم مع الماء منتجا كمية كبيرة من الحرارة، لدرجة أننا نحتاج لوضع بعض الرمل في الدورق كي لا ينكسر من الحرارة الشديدة، عندما يوضع الصوديوم بدايةً في الكلور لا يحدث أي تفاعل إلا عندما تضاف قطرة من الماء، فتشعل التفاعل بلونه البرتقالي الوهاج – اللون الناتج من المصابيح العادية المعتمدة على بخار الصوديوم، لكن ما الذي ينتج من مزج الصوديوم مع الكلور؟ نعم، إنه كلوريد الصوديوم – ملح الطعام المألوف.

قلب الزئبق النابض:

لا، ليس قلبا قد يضخ الدم، ولا يوجد في أي كائن حي، وليس من خلايا، لكنه قطرة تنبض من الزئبق:

كيف نجعله يرقص ويضطرب بهذا الشكل؟ هذه عملية أكسدة كهروكيميائية، لفعلها نضع قطرة من الزئبق في زجاجة ساعة (صحن زجاجي مقعر قليلاً) ويضاف فوقها محلول من حمض موصل كحمض الكبريتيك مع عامل مؤكسد برمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$ أو فوق أكسيد الهيدروجين (الماء الأوكسجيني H_2O_2) أو دي كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$، ونقرب منها كما رأينا رأس مسمار من الحديد بحيث يكاد يلامس الزئبق بزاوية مناسبة، هنا يبدأ الزئبق بالنبض والحركة مغيراً شكله.

ما الذي يحصل؟ في المحلول يتأكسد الزئبق بفعل العامل المؤكسد إلى أيون الزئبق، وهذا يقلل من قوى التجاذب بين جزيئات الزئبق (التوتر السطحي)؛ لأن الأيونات ذات الشحنة نفسها تتنافر، وتتغلب على القوى بينها؛ مما يزيد من انتشاره حتى يتلامس مع الحديد، فيتأكسد أيون الحديد محل أيون الزئبق، فيعود الزئبق إلى حالته الطبيعية ذات التوتر السطحي العالي، فيتكور، ويبتعد عن الحديد، وتعاد العملية مرات أخرى.

المغنيسيوم والثلج الجاف:

الثلج الجاف: هو ثاني أكسيد الكربون في الحالة الصلبة، وأظن أن أغلبنا رأى تفاعل احتراق المغنيسيوم بنصوع شديد في تجارب الصفوف الأولى للعلوم أو في الألعاب النارية أو حتى في فلاش الكاميرات القديمة، لكن المغنيسيوم لا يتوقف عند هذا الحد؛ بل يذهب إلى التفاعل مع ثاني أكسيد الكربون الصلب بنصوع شديد، وبوهج برتقالي جميل، محترقاً ومنتجاً الفحم.

الثلج الحار:

هذه المرة الثلج ليس غازاً بل محلول أسيتات الصوديوم المائي فوق المشبع، بمعنى أنه يتبلور أو يترسب الفائض منه إذا تم تحريكه أو إضافة المزيد من المذاب، يتم تحضيره بإذابة كمية من أسيتات الصوديوم في ماء حار حتى يذوب

كله، ثم يبرد في الثلاجة؛ فنحصل على محلول فوق الإشباع، يتبلور هذا المحلول بشكل يشبه الثلج؛ لهذا اكتسب اسمه، الجميل في محلول أسيتات الصوديوم هو مقدرتنا على تكوين أشكال جميلة منه عندما يتبلور.

الجدير بالذكر أن أسيتات الصوديوم تستخدم في أكياس التدفئة (heating pads)؛ لأنه يصبح حاراً عندما يتبلور، كما وأنه يستخدم كمادة لحفظ الطعام.

سفينة تطفو على الهواء:

لا تفرك عينيك! إنها فعلا تطفو فوق الهواء، إنه ليس هواءً عادياً، بل سداسي فلوريد الكبريت.

أولاً-هناك غازات أخف من الهواء كثيراً كالهيليوم، لكن سداسي فلوريد الكبريت أكثر كثافة من الهواء حوالي خمس مرات؛ لذلك يمكن أن يسكب في الأوعية المفتوحة أو قد تطفو عليه بعض المواد كتلك السفينة المصنوعة من ورق الألمنيوم كما لو كان ماءً. هذا الغاز لا لون له وليس ساماً، لكن ماذا يحدث عند استنشاقه؟ يخفض هذا الغاز من طبقة الصوت بشكل ممتع، فيبدو الصوت كأنه صوت رجل آلي عملاق، على عكس تأثير الهيليوم، واللذان نشاهدهما هنا:

يعود هذا التأثير إلى أن الهيليوم أخف من الهواء، فيخرج من الرئتين سريعاً، مما يرفع من طبقة الصوت والعكس صحيح لسداسي فلوريد الكبريت الذي يخرج بطيئاً، مما يخفض طبقة الصوت.

لا أظن أن أحداً يكره الحلوى لكن يبدو أن مصهور كلورات البوتاسيوم ليس على علاقة جيدة بأي شيء يلامسه في أثناء حالة انصهاره، كقطعة الحلوى هذه:

تستخدم كلورات البوتاسيوم كمطهر، وأيضاً في الألعاب النارية والمتفجرات، إذ إنه عندما يسخن إلى انصهاره ينزعج من أي شيء يضاف إليه، ويؤدي ذلك إلى انحلاله على شكل انفجار، لكنه يطلق غاز الأكسجين، فلهذا يستعمل أحيانا

كمصدر للأكسجين في الطائرات، والغواصات، ومحطات الفضاء المشكلة في الأمر أنه أنتج حريقاً في أحد محطات مير الفضائية بسبب تفاعله هذا.

اللعب في مواجهة النيتروجين السائل:

النيتروجين الذي يشكل أربع أخماس الهواء الجوي يملك أقل درجات التجمد والغليان – حيث يتجمد عند الدرجة 210° م، ويغلي عند الدرجة 196° م؛ لذا يستخدم النيتروجين السائل في التبريد، وكما الغازات الأخرى يتمدد النيتروجين عند ارتفاع درجة الحرارة، وهذا ما يؤدي إلى انفجاره أو توليد حركة في التجارب الآتية:

- بطيخة في مواجهة النيتروجين السائل.
- في البركة.
- كرة التنس.

•تأثير ميسنر(Meissner effect) ، ابتعد عني!

رأينا تأثير البرودة الشديدة على البطيخة، والمسبح، وكرة التنس النفاثة، لكن ما تأثير البرودة الشديدة على الموصلات؟ عندما نُبرّد مادة فائقة الموصلية (مقاومتها النسبية = صفر في حالات خاصة، فتصبح موصلاً تاماً) إلى ما دون درجة حرارتها الحرجة، تظهر خصائصها (فائقة التوصيل) وينتج مجال مغناطيسي معاكس لا يجذب الفلزات كما يجذبها المغناطيس، بل ينفرها عن مجاله ولا يجعلها تقترب منه. تخيل استخدام هذه الخاصية في النقل من دون الاحتكاك، حيث تطفو المواد على السكة بدلاً من استخدام العجلات، كم هذا مدهش، أليس كذلك؟ قد لا تصدق لكن صورة خير من ألف كلمة:

تفاعل إشارة المرور:

هل تعلمون لماذا سمي هذا التفاعل بهذا الاسم.. لا، فهو لا ينظم حركة المرور، بل بسبب أنه يمر بمرحلة خضراء، ثم حمراء لكنها سرعان ما تصبح صفراء. يتم تفاعل إشارة المرور بأكسدة أو اختزال صبغة نيلية اللون اسمها

(Indigo carmine)، ويتم استخدام محلول الغلوكوز أو الدكستروز (سكر العنب أو سكر الذرة) مع محلول هيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم مضافاً إليهما الصبغة. أجمل ما في الأمر أنه يمكن عكس التفاعل وإعادته إلى اللون الأخضر ليبدأ من جديد عبر خَض الزجاجة الموجود فيها المحلول عدة مرات أو سكب المحلول في وعاء آخر أو إضافة ماء الأكسجين إليه. كيف يحدث هذا؟ يقوم سكر الغلوكوز بخزل الصبغة النيلية فيتحول لونها إلى الأخضر ثم تدريجياً حتى الأحمر فالأصفر، لكن عند خَض الزجاجة أو سكبها أو إضافة ماء الأوكسجين إليها، يتخللها الأوكسجين الذييقوم بأكسدة الصبغة لتعود إلى لونها الأخضر.

تفاعل الثيرمايت: لا يقهر..

تفاعل الثيرمايت الذي يعرف بشدة حرارته ذلك التفاعل المستخدم في لحام السكك الحديدية قديماً، إنه تفاعل بودرة الألمنيوم (أو معادن أخرى لكنه الأشد والأفضل هو الألمنيوم) مع أكسيد معدن آخر خاصة أكسيد الحديد (صدأ الحديد) مطلقاً طاقة هائلة قادرة على صهر الحديد، ويحتاج التفاعل لكي يبدأ إلى شرارة قدح ومع أنه غير متفجر إلا أنه يرشق نارا وينتج حرارة عاليه لزمن قصير، فلا يمكن للنيتروجين السائل على تهدئة فورته:

الهيليوم فائق السيولة:

تعرفون غاز الهيليوم الخفيف، فقد تحدثنا عن تأثيره كغاز قبل قليل، لكن ماذا عنه كسائل؟ يصل الهيليوم إلى درجة الغليان عند درجة حرارة 4,22 كلفن (-268,93° م) ويكون له خصائص السائل العادية، ويسمى هيليوم I ، لكن عند وصوله إلى ما دون درجة لامدا 2,1768 كلفن (-270,97° م) يتحول إلى هيليوم IIالمسماة حالة السيولة الفائقة (superfluid) ، حيث يختلف عن السوائل إذ يتسلق جدران الوعاء الموجود فيه، وتصبح لزوجته صفراً عندما يمر في أنابيب دقيقة جداً.

التفاعل المتردد: تفاعل بريغز– راوشر(Briggs–Rauscher)

يتردد هذا التفاعل بشكل مذهل ما بين الشفافية واللون البرتقالي، ويتحول فجائياً إلى اللون الكحلي، ثم يتلاشى هذا اللون تلقائياً وتدريجياً إلى اللون الشفاف لتعاد الكرة، هذا التفاعل هو أحد التفاعلات القليلة والنادرة والتي تتردد بهذا الشكل، طبعاً لن يستمر هكذا للأبد، بل يتوقف بعد حوالي عشرة تحولات حسب المواد المضافة إليه، وينتهي به الأمر بعد نفاد مخزون المواد فيه إلى اللون الكحلي فائحة منه رائحة اليود مصدر هذا اللون. هل هذا سحر؟ بالطبع لا، يحدث هنا تفاعلان يتحكمان في بعضهما: تفاعل أول سريع يحدث في ظروف معينة وهو المسؤول عن التحول الفجائي إلى اللون الكحلي، كما يطلق مواد كيميائية تحفز التفاعل الثاني البطيء على الحدوث، والتفاعل الآخر البطيء الذي يعيد اللون الكحلي إلى اللون الشفاف، وهو يطلق مواد كيميائية تبطل من التفاعل الأول لكن سرعان ما يتم امتصاصها بواسطة مادة مضافة إلى التفاعل، فتوفر الظروف الملائمة للتفاعل الأول لكي يعاد حدوثه، وتعاد الكرة حتى نفاد المخزون.

ماذا نستفيد من علم الكيمياء العضوية؟

لو تأملنا في تركيب أجسامنا لوجدنا أنها تتألف من مركبات يدخل في تركيبها عدد محدود من العناصر مثل الكربون والأكسجين والهيدروجين وغيرها ، وأن طعامنا الذي نتناوله ما هو إلا مركبات عضوية، فهو: إما مواد كربوهيدراتية أو بروتينات أو دهون ....الخ وكذلك ملابسنا وأثاثنا وأدواتنا المختلفة فهي إما مواد طبيعية كالسليلوز المؤلف للقطن والخشب مثلاً أو صناعية كالبلاستيك والألياف الصناعية لا يوجد أي ميدان علمي مرتبط مع أنشطتنا اليومية إلا وتدخل فيه الكيمياء العضوية. فالطعام الذي نأكله أساسه الطبيعي عضوي، والتغيرات التي تحدث لهذا الطعام في أجسامنا هي تفاعلات كيمياء عضوية. كذلك عملية الأيض، النمو ووظائف الجسم الأخرى تشملها الكيمياء العضوية. ان الكيمياء

مرتبطة بمجالات عديدة في الحياة، فمجال الأدوية أكبر مثال على التطبيق الكيميائي في الحياة. الملابس التي نلبسها، الأصباغ التي تلون ملابسنا، جلد الأحذية وصبغها هي نواتج كيمياء عضوية. والكثير من الأدوات والأشياء التي نستعملها صنعت من المركبات العضوية. ويمكننا توضيح الأهمية الكبيرة للمركبات العضوية في حياتنا العملية كما يأتي:

الطعام: البروتينات، الدهون، الكربوهيدرات.

المنسوجات الصناعية المختلفة: القطن، والحرير، والصوف، والنيلون، والداكرون، والترغال.

الطاقة : الغاز الطبيعي، منتوجات البترول، مازوت ومصادر الطاقة الحرارية.

أدوية التخليق: المضادات **الحيوية**، المنبهات أو المهدئات، مضادات الهستامين ..... الخ

المبيدات الحشرية DDT .

الهرمونات، والستيرويدات .

الفيتامينات والأنزيمات.

المطهرات .

الأصباغ ، الطلاء والأصماغ.

الأوراق والحبر.

الأفلام الفوتوغرافية والمظهر (الأفلام الفوتوغرافية).

المواد البلاستيكية والمطاط .

المتفجرات.

المواد المستعملة في التبريد.

والوقود الذي نستخدمه في حياتنا كمصدر للطاقة سواء الخشب أو الفحم أو مشتقات النفط كلها مركبات كيميائية معروفة. وكذلك الأدوية والعقاقير والمبيدات

الحشرية والأسمدة الكيميائية ومواد التجميل والعطورات جميعها مركبات كيميائية مصنعة. هذه الأمثلة وغيرها من المواد التي تدور في دائرة الكيمياء العضوية لها ارتباط كبير في حياتنا. كما أن الصابون والمنظفات والزجاج والحراريات والصناعات البتروكيميائية كلها ذات علاقة وطيدة بعلم الكيمياء. مشكلتنا الوحيدة هي أعظم مشكلة أننا تعلمنا الكيمياء، لأنها علم تعلمناه.....وفرض علينا باختبارات وواجبات وطريقة الاستماع من دون البحث. وحقاً لا يمكن أن نشعر بأهمية ذلك العلم أو أحد فروعه في حياتنا اليومية إلا حينما يعرض علينا سؤال.

تمارين ومسائل عامة

أولاً- اختر الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1 . المادة التي تعد جسماً خليطاً هي:

أ . ملح الطعام ب . الألمنيوم ج . غاز أوكسيد الكربون

د . الحليب.

2 . يتم فصل الحديد عن الرمل في خليط يحويهما:

أ . بالترسيب ب . الترشيح ج . بالتبخير

د . بالمغناطيس هـ . بالتقطير

3 . سم الجسم الخليط غير المتجانس:

أ . محلول السكر في الماء ب . الرمل في الماء

ج . المياه الغازية د . محلول ملح الطعام في الماء

4 . المادة التي تعد مركباً هي:

أ . الحديد ب . النحاس ج . الكبريت د . الماء المقطر

5 . تفصل مكونات الماء:

أ . بالتحليل الكهربائي ب . باستعمال المغناطيس ج . بالترشيح

د . بالتبخير هـ . بالتقطير.

6 . يتكون غاز أوكسيد الكربون من:

أ . هيدروجين وأوكسجين ب . كربون أوكسجين

ج . هيدروجين وكربون د . هيدروجين وكبريت

7 . إن المقاومة (R) تساوي:

a – R = I . V b – R = I/V

$$d - R = I/v \qquad c - R = \frac{v}{I}$$

8 . في حال ربط المقاومات على التسلسل يكون التيار الكهربائي (A):

a – متغيراً b – متزايداً c – واحداً d – سالباً

9 . تعطى واحدة المقاومة (R) بـ:

a – Ω b – volt c – A d – v.I

10 . أحد الغازات الآتية يكشف عنه بتعكر رائق الكلس:

أ . غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 ب . غاز الأوكسجين O_2

ج . غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 د . غاز الهيدروجين H_2

11 . الغاز الذي يستعمل في المياه الغازية هو:

أ . CO_2 ب . SO_2

ج . N_2 د . CH_4

12 . ينطلق غاز ثاني أوكسيد الكربون CO_2 نتيجة تأثير حمض الليمون على:

أ . الماء ب . رائق الكلس

ج . كلور الكالسيوم د . الرخام

13 . ندخل شمعة مشتعلة في وعاء يحوي غاز ثاني أوكسيد الكربون CO_2:

أ . تزداد اشتعالاً ب . تنطفئ الشمعة

ج . تحافظ على اشتعالها د . تزداد اشتعالاً ثم تحافظ على اشتعالها

14 . الغاز الذي يساعد على الاحتراق والتنفس:

أ . غاز الأوكسجين O_2 ب . غاز ثاني أوكسيد الكربون CO_2

ج . غاز الآزوت N_2 د . غاز ثاني أوكسيد الكبريت SO_2

15 . نسبة حجم الأوكسجين إلى حجم الهواء:

أ . $\frac{1}{5}$ ب . $\frac{3}{5}$ ج . $\frac{2}{5}$ د . $\frac{4}{5}$

16 . نسبة حجم الآزوت (N_2) في الهواء:

أ . $\frac{1}{5}$ ب . $\frac{4}{5}$ ج . $\frac{3}{5}$ د . $\frac{2}{5}$

17 . عند ورود شعاع ضوئي على سطح عاكس بزاوية 60°. ينعكس بزاوية:

أ . 100°، ب . 120°

ج . 60° د . صفر°.

18 . إذا وصلت ثلاث مقاومات متساوية كل منها 2 أوم على التسلسل ثم على التفرع. فإن المقاومة المكافئة:

أ . في حالة التسلسل: 6 أوم، 1.5 أوم، 10 أوم

ب . في حالة التفرع: 0.6 أوم، 1.5 أوم، 0.9 أوم.

19 . مقياس فرق الكمون يقيس فرق الكمون بين نقطتين بواحدة هي:

a – volt b – Amper c – Ω d – Joul ,

h – Electron. Volt.

20 . يوضع مقياس الفولط في الدارة على:

a– التسلسل b– التفرع c– التسلسل والتفرع d –اختياري

21 . خيال جسم في مرآة مستوية يكون:

أ . وهمي أكبر من الجسم ب . وهمي أصغر من الجسم

ج . حقيقي أكبر من الجسم د . وهمي مساوٍ للجسم.

ثانياً– ارسم الروابط في الجزيئات الآتية O_2, N_2 وذلك استناداً إلى التركيب الذري مع ذكر نوع الرابطة، مع العلم أن عدد الإلكترونات للنتروجين (7)، وللأوكسجين (8).

ثالثاً– أكمل الفراغات الآتية:

1) الذرة التي تخسر إلكتروناً أو أكثر تصبح أيوناً .....
2) الرابطة الأيونية هي الرابطة بين أيون موجب وأيون .....
3) الأيون السالب هو ذرة ..... إلكترون أو أكثر.
4) يتجاذب الأيون الموجب مع الأيون السالب ويرتبطان بـ .....
5) عندما نقرب القطب الشمالي أو الجنوبي لمغناطيس من وشيعة يتولد في الوشيعة تيار يسمى..... وتسمى الحادثة التحريض، ويسمى المغناطيس بـ .....
6) المقاومة المكافئة لمجموعة مقاومات على التسلسل تساوي .....
7) تقاس القوة المحركة الكهربائية بواحدة .....
8) عند مرور تيار كهربائي داخل مولد يعاني من مقاومة تسمى .....
9) تتوقف المقاومة لناقل على نوع مادته و طول الناقل.....
10) تبقى شدة التيار في حالة وصل عدة مقاومات على التسلسل .....
11) ارتداد الضوء على السطوح غير الملساء يدعى .....
12) إذا ورد شعاع ضوئي على سطح عاكس بزاوية ورود قيمتها (صفر)، فإن ذلك يدل على أن الشعاع يسقط .....
13) إضاءة المصباح الكهربائي في دارة تدل على أن التيار له .....
14) يدل انطلاق فقاعات غازية حول المسريين في وعاء التحليل على أن للتيار الكهربائي أثر.....

رابعاً- حل المسألتين الآتيتين:

مسألة (1):

دارة تحوي ثلاث مقاومات مربوطة على التسلسل هي $R_1 = 3\ \Omega$، $R_2 = 4\ \Omega$، $R_3 = 6\ \Omega$. يمر بهذه الدارة تيار شدته 0.5 A. والمطلوب:

1- رسم الدارة الكهربائية.

2- المقاومة المكافئة لمجموع المقاومات.

3- فرق الكمون بين طرفي كل مقاومة على حدة.

4- ارسم هذه الدارة في حالة وصل المقاومات على التفرع، واحسب فرق الكون الكهربائي للدارة.

مسألة (2):

لدينا مقاومتان $R_1 = 4\Omega$، $R_2 = 2\ \Omega$، موصولتان على التفرع. ويشير مقياس الأمبير (A) إلى تيار شدته 0.3 A، ويشير فرق الكمون بين طرفي كل مقاومة إلى $V = 10$ volt. احسب:

1- المقاومة المكافئة للمقاومتين.

2- شدة التيار في كل فرع (ارسم الدارة).

مسائل محلولة

مسألة (1):

دارة تحوي مقاومة مقدارها $R = 2\ k\Omega$، يمر بها تيار شدته $I = 2A$. احسب فرق الكمون بين طرفي المقاومة.

الحل:

$$V = R \cdot I = 2 \times 2 \times 10^3 = 2 \times 2000$$
$$= 4000\ volt$$

مسألة (2):

نطبق بين طرفي مقاومة قيمتها (2) أوم (فرقاً في الكمون) يساوي 8 فولطات احسب:

1 . شدة التيار الذي يمر في المقاومة.

2 . كمية الكهرباء المارة خلال (4) ثانية.

الحل:

$$V = R \cdot I$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{8}{2} = 4A$$

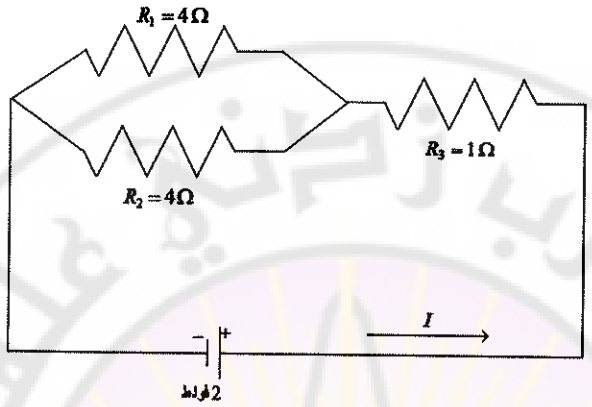
$$Q = I \cdot t = 4 \times 4 = 16\ colon$$

مسألة (3):

يعطي مولد توتراً (2) فولط ويغذي دارة مكونة من عدة مقاومات (انظر الشكل) احسب:

- المقاومة المكافئة للمقاومتين R_1, R_2.
- شدة التيار المار في المقاومة R_3.
- شدة التيار المار في إحدى المقاومتين الموصولتين على التفرع.

الحل:



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$= \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4}$$

$$\Rightarrow R = \frac{4}{2} = 2\Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{2}{1} = 2A$$

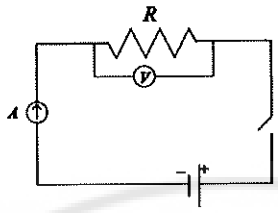
$$I = \frac{V}{R} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}A$$

مسألة (4):

ارسم دارة كهربائية تحوي مقاومة، ومقياس أمبير ومقياساً لفرق الكمون، ومولداً وقاطعةً وكلها على التسلسل.

الحل:

Damascus University



وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

المصطلحات العلمية

Absolute Incertitude	ارتياب مطلق
Acceleration	تسارع
Acceptor	متقبل
Acid	الحموض
Acid–Base reaction	تفاعلات التعديل
Acid–index	قرينة الحموضة
Acid–number	عدد الحموضة
Acoustics	صوتيات
Activator	منشط
Address	عنوان
Addressing	عنونة
Adware	برامج الإعلانات
Air	هواء
Alkanes	الألكانات
Alkenes	الألكِنات
Alternating	متناوب
Amount	كمية
Amphoteric	مذبذب
Arithmetic	حسابي
Assign	ربط، تعيين
Assignment	تعيين
Atom	ذرة
Atomic mass	الكتلة الذرية

Atomic mass Unit	وحدة كتل ذرية
Atoms and Molecules	الذرات والجزيئات
Average atomic mass	معدل الكتلة الذرية
Avogadro's number	عدد أفوكادرو
Band energy	طاقة الرابطة
Bases	الأسس
Binary	ثنائي
Bohr theory	نظرية بور
Bond angle	زاوية الربط
Bond length	طول الرابطة
Calculus	حساب
Calorie	حريرة
Capacitance	وسعية
Capacitor	مكثفة
Change Temperature	تغير درجة الحرارة
Chart	مخطط
Chemical bonds	الروابط الكيميائية
Chemical calculations	الحسابات الكيميائية
Chemical reactions	التفاعلات الكيميائية
Circuit	دارة
Coefficient	معامل
Coil	ملف
Coil	وشيعة
Compositions of matter	أشكال المادة

Compounds	المركبات
Concentrated solutions	المحاليل المركزة
Concentration Change	تغير التركيز
Concentration Units	وحدات التركيز
Conductor	الناقل
Conservation	انخفاض
Conservation of energy	انخفاض الطاقة
Coordinate bond	الرابطة التساندية
Copper	نحاس
Couple	مزدوجة
Covalent bonding	الرابطة المشتركة
Degree	درجة
Density	كثافة
Diatomic	ثنائي الذرة
Dielectric	عازل
Dilute Solutions	المحاليل الممددة
Directory	دليل
Dynamic	تحريكي
Effect	أثر
Effect	فعل
Efficiency	مردود
Elasticity	مرونة
Electric field	حقل كهربائي
Electrical	كهربائية

Electrical impedance	المقاومة الكهربائية
Electrical Force	القوة الكهربائية
Electrical stimulus	الإثارة الكهربائية
Electro negativity	الكهرسلبية
Electro static	تجاذب كهراكدي
Electrolytes	الكهرليتات
Electron	إلكترون
Electron Affinity	الإلفة الإلكترونية
Electron–Transfer	الانتقال الإلكتروني
Elements	العناصر
Endothermic	ماص للحرارة
Energy	طاقة
Equation	المعادلة
Equilibrium	توازن
Equilibrium Constant	ثابت التوازن
Exothermic	ناشر للحرارة
Expansion	تمدد
Factor	مضروب، عامل
Farad	فاراد
Field	حقل
Fluid	سائل
Force	قوة
Free energy	طاقة حرة
Free path	مسار حر

Function	دالة (تابع)
Fusion	انصهار
Gas	غاز
Gas constant	ثابتة الغاز
Gaseous state	الحالة الغازية
Gravitation	ثقالة
Gravitational	ثقالي
Group	المجموعة
GroupWare	برامج العمل الجماعي
Heat	حرارة
Heat conductivity	ناقلة حرارية
Heterogeneous Mixtures	مخاليط غير متجانسة
Homogeneous Mixtures	مخاليط متجانسة
Homogenous	متجانس
Hydration Energy	طاقة الإماهة
Hydro Carbons	الفحوم الهيدروجينية
Hydrogen bond	الرابطة الهيدروجينية
Hydrolysis of salts	حلمهة الأملاح
Hydrolysis reactions	تفاعلات الحلمهة
Impedance	الممانعة
Incertitude	ارتياب
Integrity	تكامل
Intensity	شدة
Interference	التداخل

Ion	أيون
Ionic bonding	الرابطة الأيونية
Ionization of water	تأين الماء
Ionosphere	طبقة متأينة
Ions	أيونات
Isos	متماثل
Isotherm	معزول
Isotopes	النظائر
Isotopes	نظائر
Isotropic	متماثل المناحي
Kinematics	علم الحركة
Kinetic	حركي
Kinetic energy	طاقة حركية
Law	قانون
Length	الطول الموجي
Lens	عدسة
Level	مستوى
Light	الضوء
Liquid State	الحالة السائلة
Mass	كتلة
Mean Value	قيمة وسطية
Mean Velocity	سرعة وسطية
Meres	جزء
Metal	معدن

Metallic bond	الرابطة المعدنية
Metalloids	أشباه المعادن
Metals	المعادن
Mixtures	المخاليط
Mode	نمط
Model	أنموذج
Molar Mass	الكتلة المولية
Mole	المول
Mole Fraction	الكسر المولي
Molecular Mass	الكتلة الجزيئية
Molecule	جزيء
Moment	عزم
Moment of force	عزم القوة
Mono Atomic	أحادي الذرة
Monochromatic	وحيد اللون
Newton's Laws	قوانين نيوتن
Non Metals	اللامعادن
Nonelectrolytes	اللاكهرليتات
Normal	نظامي
Normality	النظامية
Nucleus	نواة
Number	عدد
Ohm	أوم
Optical	ضوئي

Orbit	مدار
Order Bond	رتبة الرابطة
Organic	عضوي
Oxidation and Reduction Reactions	تفاعلات الأكسدة والإرجاع
Oxidizing Agent	عامل مؤكسد
Parameter	وسيط
particle Phase	جسيم
Pattern	شكل
Period	دور
Permeability	نفوذية
Phase	طور
Phenomena	ظاهرة
Potentiometer	مقياس الكمون
Power	استطاعة (قدرة)
Precipitation reactions	تفاعلات الترسيب
Pressure	ضغط
Pressure Change	تغير الضغط
Principle	مبدأ
Principles in Chemistry	مبادئ في علم الكيمياء
Pulse	نبضة
Quantum Numbers	أعداد الكم
Ratio	نسبة
Reactance	ردّية
Receiver	مستقبل

Reducing agent	عامل مرجع
Reference	مقارنة
Relative Incertitude	ارتياب نسبي
Resistance	مقاومة
Ruther ford Atom	ذرة رذرفورد
Saturation	إشباع
Science of chemistry	علم الكيمياء
Simple Reactions	تفاعلات بسيطة
Solid	صلب
solid State	الحالة الصلبة
Solute	المُنْحَلْ
Solution	المحاليل
Solvent	المُحِلْ
Source	منبع
Space	فضاء
Specific Heat	حرارة نوعية
Standard	قياسي
State	حالة
State of Matter	حالات المادة
Technique	تقنية
Tension	توتر
Terminologies of Solution	مصطلحات المحاليل
The law of Mass Action	قانون فعل الكتلة
The Number of Moles	عدد المولات

The solution Process	عملية الانحلال
The Structure of the Atom	بنية الذرة
Thermodynamique	ترموديناميك
Thermometer	ميزان حرارة
Torsion	فتل
Track	مسار
Transfer	انتقال
Unit	واحدة
User	مستخدم
Vacuum	خلاء
Value	قيمة
Vander Waals	فاندرفالس
Vapor	بخار
Variable	متغير
Vector	شعاع
Velocity	سرعة
Volume	حجم
Water	الماء
Wave	الموجة
Weight equivalent	عدد الأوزان المكافئة
Work	عمل
Workgroup	مجموعة عمل
Workstation	محطة عمل

المراجع العلمية

المراجع العربية:

1- ملك الشوا، بشار مهنا، يوسف حمد، عبد الله أبو يحيى، وآخرون "**منهاج الكيمياء لمرحلة التعليم الأساسي- الحلقة الثانية**" منشورات وزارة التربية في الجمهورية العربية السورية 2012-2013.

2- د. مفيد عباس، ملك الشوا، عبد الله أبو يحيى، وآخرون. "**منهاج الفيزياء للمرحلة الثانوية**"، منشورات وزارة التربية في الجمهورية العربية السورية 2013-2014.

3- د. محمود الناجي، د. جمال يونس حمدو، د. أيمن المصري. "**الكيمياء للمرحلة الثانوية**". منشورات وزارة التربية في الجمهورية العربية السورية 2013-2014.

4- د. محمود الناجي، د. جمال يونس حمدو، د. أيمن المصري. "**الكيمياء العامة (2)**"- منشورات جامعة دمشق- كلية العلوم 2010-2011.

5- د. محمود الناجي، د. جمال مندو. "**الكيمياء العامة (1)**" منشورات جامعة دمشق- كلية العلوم 2010-2011.

6- د. حسان كاملة، د. حمود عرابي- "**الفيزياء العامة (1)**" لطلبة الكيمياء س1. منشورات جامعة دمشق- كلية العلوم 2012-2013.

7- د. محمد قعقع. "**الفيزياء العامة (2)**". منشورات جامعة دمشق كلية العلوم- 1981-1982.

8- د. توفيق قسام ، د. بسام معصراني: "**الفيزياء العامة (1)**" منشورات جامعة دمشق- كلية العلوم- الطبعة الخامسة 2002-2003.

9- د. أحمد الحصري ، د. مصطفى حمو ليلا ، د. فوزي عوض. "**مسائل محلولة في الفيزياء- الجزء الأول- الميكانيك الفيزيائي والصوت**"، منشورات مؤسسة الرسالة بيروت 1985.

10- د. مكي الحسني ، د. محمد قعقع ، د. أحمد الحصري. "**مسائل محلولة في الفيزياء- الجزء الثالث- الحرارة والكهرباء**"- مطبعة محمد هاشم الكتبي 1974-1985.

11- د.أحمد اليحيى- "**محاضرات في المفاهيم الفيزيائية والكيميائية**" لطلبة السنة الثالثة قسم معلم صف- كلية التربية الثالثة بدرعا للأعوام الدراسية 2008-2012.

12- محاضرات فاينمان- "**الفيزياء الحديثة**" للجامعات 1990.

13- د. رأفت كامل واصف، "**أساسيات الفيزياء**". جامعة القاهرة، 1993.

14- د. أدهم السمان، "**الضوء الهندسي**". - جامعة دمشق، 1987.

المراجع الاجنبية:

1. R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands (1963), The Feynman Lectures on Physics, ISBN 0-201-02116-1
2. J O'Connor and E F Robertson. Al-Biruni
3. (1920)، Relativity: The Special and General Theory .
4. Mike Inglis " Astrophysics is easy! an introduction for the amateur astronomer" ،"Practical astronomy" ،"Springer Science+business media ."ISSn 1617-7185 .ISBN 987-1-84628-7.
5. (1905)، Zur Elektrodynamik bewegter Körper ،Annalen der Physik 17:891-921. PDF
6. Special Relativity/Principle of Relativity، .
7. Special Relativity/Simultaneity, time dilation and length contraction.
8. (2002)، Lecture12: The Stress Tensor and the Relativistic Stress-Energy Tensor ،Introduction to Differential Geometry and General Relativity.
9. (2007)، Biophysics: Quantum path to photosynthesis، (446, 740-741).

التدقيق اللغوي

أ.د. فخري البوش

التدقيق العلمي

أم.د. عنيات الزين **أ.د. سامح حمو** **أ.د. هاشم إبراهيم**

حقوق الطبع والترجمة والنشر محفوظة لمديرية الكتب والمطبوعات في جامعة دمشق