تصدر عن ثانوية الأمير منصور • العدد الثاني • فبراير ٢٠١٤ - ربيع الآخر ١٤٣٥هـ

الكهربائية الفيزياء

وزارة التربية والتعليم
Ministry of Education

التيار الكهربائي
الكهرومغناطيسية
من علماء هذا العدد
إنتاج التيار المتردد
قانون أوم
أنواع الفيزياء الميكانيكية

في هذا العدد

التيار الكهربائي

الكهرومغناطيسية

من علماء هذا العدد

إنتاج التيار المتردد

قانون أوم

هيئة التحرير

المشرف العام:
الأستاذ / إياد المنصور

رئيس هيئة التحرير
الأستاذ/ حيدر الصندل

أعظاء التحرير
مجموعة من طلبة
الفصل ثالث ثاني

كلمة التحرير

لفظ الكهرباء، مشتق من الكهرب، وهو الاسم القديم لمادة الكهرمان، إذ إنه تم الربط بين الكهرباء والكهرمان، نظراً لاكتساب الأخير، بالاحتكاك، خاصية جذب بعض الأجسام الخفيفة، وهي أحد شواهد الكهربية الإستاتيكية؛ لوحظت هذه الظاهرة منذ قرون طويلة مضت، وورد وصف لها في كتابات الفيلسوف الإغريقي طاليس، عام ٦٠٠ ق.م.؛ في العصور الحديثة، بدأت شواهد الكهرباء، تأخذ اتجاهاً تجريبياً، إذ أثبت جورج فون كلايست **George Von Kleist** في عام ١٧٤٥ م، أنه يمكن التحكم في الكهرباء، واخترع نوعاً بدائياً من المكثفات، وفي عام ١٧٥٠م اكتشف بنيامين فرانكلين **Benjamin Franklin** أن البرق شحنات كهربية، وصمم أول مانع للصواعق؛ وفي عام ١٧٩٩ أثبت العالم الكساندرو فولتا **Alessandro Volta** إمكان توليد الكهرباء باستخدام معدنين مختلفين، ومحلول ملحي، وأنتج أول خلية كهربية؛ و في عام ١٨٣١ نجح مايكل فاراداي **Michael Faraday** في إنتاج التيار الكهربي، من موصل كهربي، يتحرك خلال مجال مغناطيسي؛ يعد هذا الاكتشاف، هو واكتشاف الخلية الكهربية، المولد الحقيقي للكهرباء في العصر الحديث، و نقطة الانطلاق لعلوم الاتصالات والإلكترونيات.

تصميم وإخراج
الطالب/ عبد الله البعداني

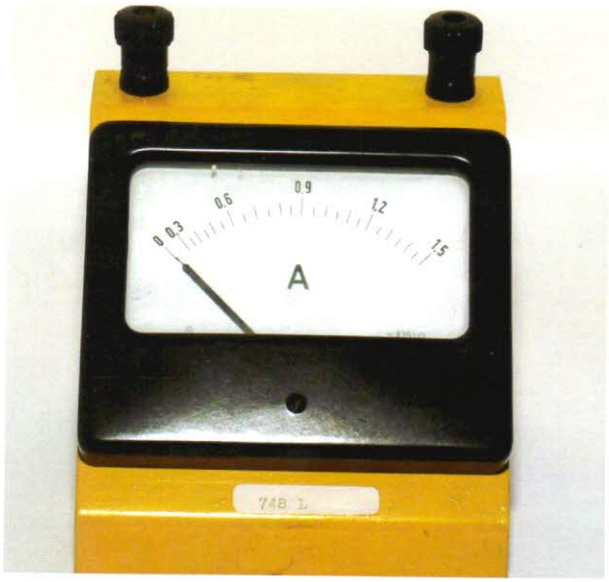
التيار الكهربائي

إنَّ التيار الكهربي عبارة عن تدفق من الشحنات الكهربية (**electric charge**). والشحنة الكهربية قد تكون إلكترونات (**electron**) أو أيونات (**ion**).

طبقًا للنظام الدولي للوحدات (**SI**)تقاس شدة التيار الكهربي بـ الأمبير (**ampere**).بينما يقاس التيار الكهربي بجهاز الأميتر (**ammeter**).

سريان التيار الكهربي في سلك فلزي

يحتوي الفلز الصلب (**solid**) الموصل (**conductive**) للكهرباء على مجموعة كبيرة من الإلكترونات المتحركة أو الحرة (**free electrons**).وترتبط هذه الإلكترونات بـ شبكة من الأسلاك الفلزية (**metal lattice**) ولكنها لا ترتبط بأية ذرة مفردة.وحتى في حالة انعدام المجال الكهربي الخارجي، تتحرك هذه الإلكترونات بصورة عشوائية لحد ما بفعل الطاقة الحرارية (**thermal energy**)ولكن، في



المتوسط، يكون صافي قيمة التيار داخل الفلز صفرًا.وإذا افترضنا أنَّ لدينا سطحًا مستويًا يمر السلك من خلاله، فسنجد أن عدد الإلكترونات التي تتحرك من جانب لآخر في أية فترة زمنية يتساوى في متوسطه مع عدد الإلكترونات التي تمر في الاتجاه المعاكس.

إنَّ أنسب سلك للتوصيل الكهربي هو السلك (**wire**) النحاسي (**copper**) المجدول.

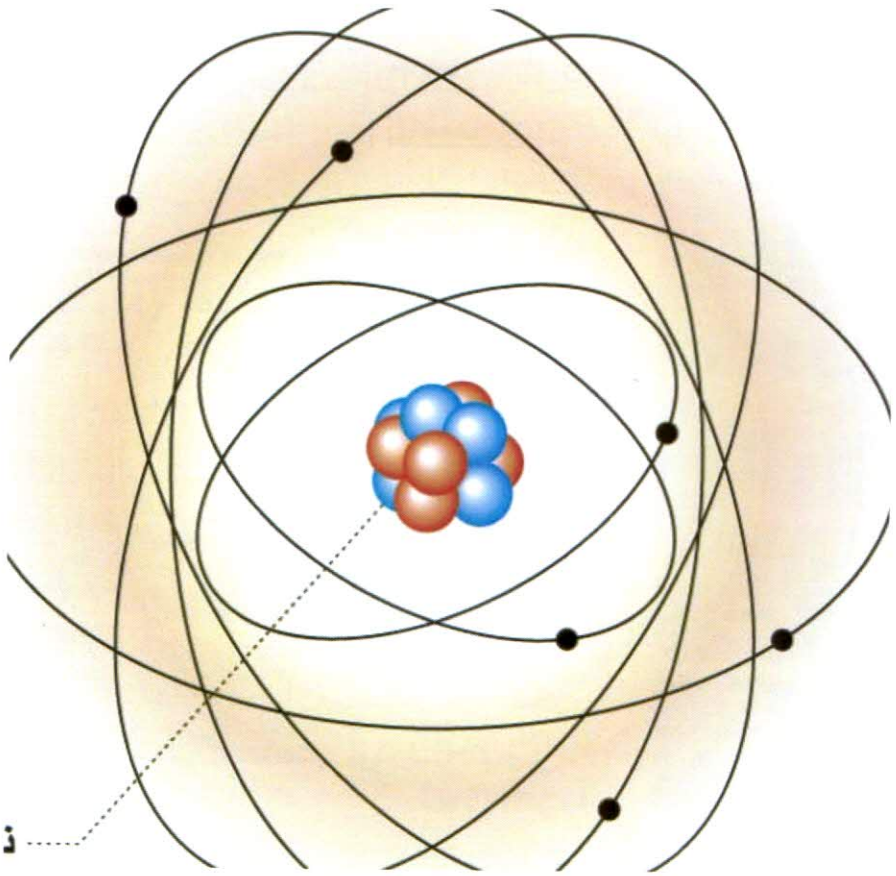
عند توصيل سلك من الفلز بطرفي مصدر جهد كهربي (**voltage source**) ذي تيار مستمر (**DC**) مثل البطارية (**battery**)، سيعمل المصدر على توليد مجال كهربي عبر الموصل.وبمجرد توصيل السلك الفلزي، تندفع الإلكترونات الحرة نحو الطرف الموجب في الموصل بفعل هذا المجال الكهربي.وبالتالي، تمثل الإلكترونات الحرة ناقل التيار الكهربي (**current carrier**) في الموصل الصلب النموذجي.ففي تيار كهربي شدته ١ أمبير، يندفع ١ كولوم (**coulomb**) من الشحنة الكهربية (**electric charge**) (التي تتألف من نحو ٦.٢٤٢ إلكترون تقريبًا مضروبًا في ١٠ ١٨) إلكترون) كل ثانية (**second**) عبر أي سطح مستو يمر من خلاله الموصل.

في أيِّ تدفق ثابت، يمكن حساب التيار **I** المُقاس بـ الأمبير (**ampere**) هو الشحنة الكهربية (**electric charge**)

وبشكل أكثر تعميمًا، يمكن

تعريف التيار الكهربي بأنه المعدَّل الزمني لتغير الشحنة الكهربية، أو التيارات الكهربية في الوسائط الأخرىفي الفلزات الصلبة، تتدفق الكهرباء بفعل حركة الإلكترونات، من الجهد الكهربائي (**electrical potential**) الأدنى إلى الجهد الكهربي الأعلى.أما في أي وسط آخر، فإن أي تدفق لأجسام ذات شحنة كهربية يمكن أن يؤدي إلى توليدً تيار كهربي.

في الفراغ (**vacuum**)، قد تتكون حزمة من الأيونات أو الإلكترونات.أما في المواد الأخرى الموصلة للكهرباء، فيتولد التيار الكهربي نتيجة تدفق جسيمات ذات شحنة سالبة وأخرى ذات شحنة موجبة في آن واحد.وفي المواد الساكنة، يعود التيار الكًهربي في مجمله إلى سريان شحنة كهربية موجبة (**proton conductor**).على سبيل المثال، تكون التيارات الكهربية في الإلكتروليتات (**electrolytes**) عبارة



عن تدفقات من ذرات ذات شحنات كهربية (أيونات)، موجبة أو سالبة.وفي أي من الخلايا الكهروكيميائية (**electrochemical**) المعروفة المحتوية على حمض الرصاص، تتكون التيارات الكهربية من أيونات هيدروجينية موجبة (بروتونات) تسري في اتجاه معين، وأيونات سلفات سالبة تسري في الاتجاه الآخر.أما بالنسبة للتيارات الكهربية التي تسري في الشرارات أو البلازما (**plasma**)، فهي عبارة عن تدفقات من الإلكترونات وكذلك من الأيونات الموجبة والسالبة.في الثلج وفي أنواع معينة من الإلكتروليتات الصلبة، يتألف التيار الكهربي في مجمله من أيونات متدفقة.وفي أشباه الموصلات (**semiconductor**) قد يكون مفيدًاأحيانًا التفكير في التيار الكهربي على أنه نتاج سريان "فجوات (**holes**)" إلكترونية موجبة (وهي المواضع التي يجب أن تحتوي على إلكترون لجعل الموصل متعادلاً).وهذا ما يحدث في شبه الموصل من النوع الموجب.

كثافة التيار الكهربي

كثافة التيار الكهربي هي مقياس شدة التيار الكهربي.وتعرف اصطلاحًا بأنها قيمة متجهية (**vector**) تُقاس قيمتها بقيمة التيار الكهربي المار لكل سطح مقطع عرضي.طبقًا للنظام الدولي للوحدات (**SI units**)، تُقاس كثافة التيار الكهربي بالأمبير لكل متر مربع.

سرعة تدفق الشحنات الكهربية

في أي موصل، دائمًا ما تتحرك الجسيمات المتحركة الحاملة

لشحنات كهربية في اتجاهات عشوائية كما في جزيئات الغاز (**gas**).ولكي يتولّد تدفق صافٍ من الشحنات، يجب أن تتحرك هذه الجسيمات معًا بمتوسط معدل دَفْق معين.تعتبر الإلكترونات بمثابة العناصر الناقلة للشحنات الكهربية في الفلزات (**metal**) حيث تسلك مسارًا عشوائيًا، بانتقالها السريع من ذرة إلى أخرى، ولكنها تتدفق عمومًا في نفس اتجاه المجال الكهربائي (**electric field**).
التيار الكهربي هو عدد الجسيمات المشحونة كهربيًا لكل وحدة حجم

عادةً ما تسري التيارات الكهربية في الأجسام الصلبة ببطء شديد.على سبيل المثال، في سلك نحاسي لمقطع عرضي مساحته ٥.٠ ملم٢، وشدة التيار الكهربي المار فيه ٥**nbsp&** أمبير؛ تُحسَب سرعة الانجراف الإلكترونات بالمليمتر في الثانية.وإذا أخذنا مثالاً مختلفًا، ففي الفراغ الموجود داخل أنبوب أشعة الكاثود (**cathode ray tube**)، تتحرك الإلكترونات في خطوط شبه مستقيمة ("حركةً بالستية") بسرعة تصل إلى عشر سرعة الضوء ([[**speed of light**) تقريبًا.
إن أية شحنة كهربية متسارعة، ومن ثمَّ أي تيار كهربي متغير، ينشأ عنها موجة كهرومغناطيسية (**electromagnetic**) تنتشر بسرعة كبيرة جدًا خارج سطح الموصل.وعادةً ما تكون هذه السرعة عبارة عن كسر دلالي من سرعة الضوء، كما يمكن أن نستنتج من معادلات ماكسويل (**Maxwell's Equations**) وبالتالي، فإنها تكون أكبر عدة مرات من سرعة انسياق الإلكترونات.على سبيل المثال، في

خطوط القدرة ذات التيار المتردد (**AC power lines**)، تنتشر موجات الطاقة الكهرومغناطيسية في الفراغ الموجود بين الأسلاك، فتنتقل من أي مصدر إلى حمل (**external electric load**) بعيد، في حين تتحرك الإلكترونات جيئة وذهابًا فقط عبر مسافة متناهية الصغر.

تُعرف نسبة سرعة الموجة الكهرومغناطيسية إلى سرعة الضوء في الفراغ الحر باسم معامل السرعة (**velocity factor**)، وتعتمد هذه النسبة على الخصائص الكهرومغناطيسية للموصل وعلى المواد العازلة المحيطة به وشكلها وحجمها.

ولكي نتعرف أكثر على طبيعة هذه السرعات الثلاث، يمكننا مقارنتها بالسرعات الثلاث المشابهة لها في الغازات. تتشابه سرعة الانسياق المنخفضة لعناصر حمل الشحنات الكهربية مع حركة الهواء أو حركة الرياح. أما السرعة العالية للموجات الكهرومغناطيسية، فتتشابه مع سرعة الصوت في الغاز، بينما تتشابه السرعة العشوائية للشحنات الكهربية مع السرعة الحرارية لجزيئات الغاز ذات الحركة العشوائية.

الكهرباء الفيزياء

معاوية عباد

ناجي عزالدين

احمد عبد العليم

هشام فرغلي

نايف جابر

مزيد قيسي

محمد غيث

عبد الله البعداني

موفق امين

غانم الشمري

قصي تقلس

احمد الخالدي

الطلاب المشاركون في إصدار هذا العدد

عبد الله حمود

جهاد كايار

عمار ناجي

عبد الحميد صكر

رامي عبد الحليم

نواف العمري

عبد الاله بريخ

عبد الله تحسين

احمد صلاح

الطلاب المشاركون من صف ٢١٣

الكهرومغناطيسية

أوضحت الأبحاث، أن انتشار الموجات الكهرومغناطيسية، في طبقات الجو المحيطة بسطح الكرة الأرضية، يختلف طبقاً لطولها الموجي، وبصفة عامة، أي موجة لاسلكية، تتخذ مسارين أحدهما ينتشر موازياً لسطح الأرض، ويطلق عليه اسم "الموجة السطحية"، والآخر ينتشر متخذاً زاوية مع الاتجاه الأفقي، ويطلق عليها اسم "الموجة السماوية"؛ علماً بأن الموجات السطحية تفقد كثيراً من طاقتها، أثناء انتشارها، ويزداد هذا الفقد مع ازدياد التردد؛ أما الموجات السماوية، فتصل إلى طبقات الجو العليا، التي يطلق عليها اسم طبقات الأيونوسفير **Ionosphere**، فتؤثر في الأيونات، والإلكترونات، الموجودة في هذه الطبقات، وتجعلها تهتز، وتولد بدورها موجات مطابقة للموجات السماوية، قد يرتد بعضها في اتجاه سطح الأرض مرة أخرى.

هناك موجات يزيد طولها على ٣٠٠٠ متر، تنتشر سطحياً بدون طاقة، أو بفقد ضعيف جداً في الطاقة، بينما يتعرض الجزء الذي ينتشر في اتجاه السماء، إلي فقد كبير جداً في طاقته، وبذلك يمكن للموجات السطحية، عند هذا التردد أن تنتشر سطحياً إلي مسافات، تصل إلى بضعة آلاف من الكيلومترات بينما، لا تحقق الموجات السماوية مسافات تذكر؛ هذه الموجات يعرف باسم الموجات الطويلة **Long Waves**.

أما الموجات التي يقع طولها بين ١٠٠ و١٠٠٠ متر، يمكنها الانتشار سطحياً، إلى مسافات اقل نسبياً، بينما يمكنها، بالانتشار السماوي، تحقيق مسافات تصل إلى بضعة آلاف من الكيلومترات؛ يطلق على هذه الموجات اسم الموجات المتوسطة **Medium Waves**.

الموجات، التي يقع طولها بين ١٠ و١٠٠ متر، تعاني توهيناً شديداً بالنسبة للموجات السطحية، فلا تحقق مسافات تزيد على مائة كيلومتر، بينما يقل توهين الموجات السماوية، فتحقق مسافات شاسعة؛ هذه الموجات، يطلق عليها اسم الموجات القصيرة **Short Waves**.

الموجات التي يقل طولها عن ١٠ أمتار، تعاني توهيناً شديداً جداً، بالنسبة للموجات السطحية، ولا ترتد من طبقات الجو، تنفذ من

خلالها، ولا تتبع في مسارها انحناء سطح الأرض؛ هذه المواصفات، أدت إلى استخدامات جديدة، مثل الاتصالات عبر خط الرؤية المباشرة، والتليفزيون والرادار، إذ يمكن إنتاج هوائيات ذات مواصفات خاصة، يمكنها أن توجه الموجة الكهرومغناطيسية في اتجاه واحد فقط؛ هذه الموجات يطلق عليها اسم الموجات شديدة القصر **Ultra Short Waves**، ويطلق على الهوائيات الخاصة الهوائيات الاتجاهية **Directive antenna**.

* دوائر التيار المتردد

يستخدم في أجهزة اللاسلكي، كل من التيار المستمر **Direct Current**، والتيار المتردد **Alternating current** الذي تتغير قيمته واتجاهه مع تغير الزمن؛ هذا التغير، يمكن أن يتم بصور مختلفة، وطبقاً لقوانين مختلفة، أكثرها شيوعاً

هي صورة التيار المتردد الذي يتغير طبقاً لدالة الجيب المثلثية، ويطلق عليها الموجة الجيبية **Sine Wave**، أو الموجة التوافقية **Harmonic Wave**، وتكون للتيار المتغير الصياغة الرياضية:

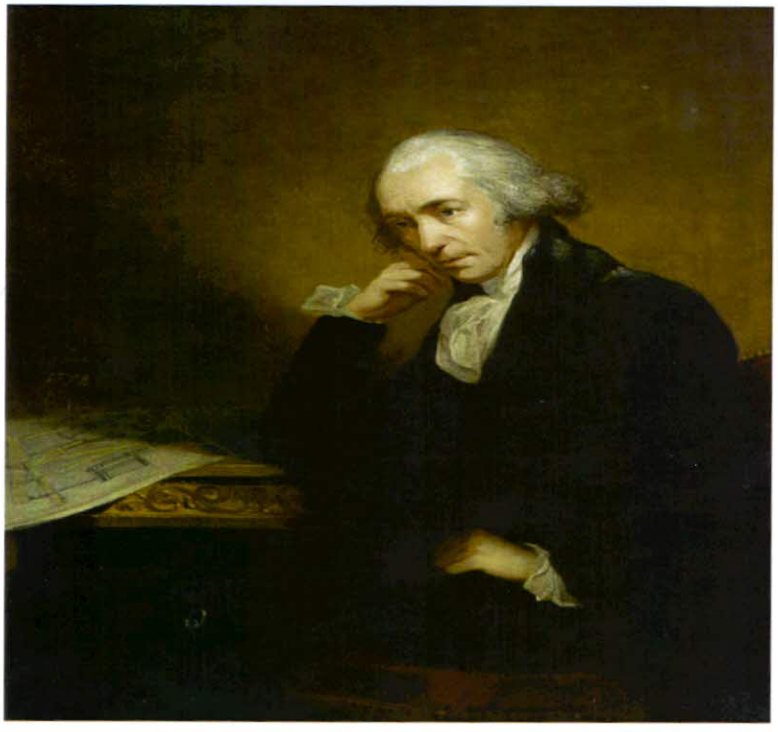
$$I = I_{max} \sin t$$

حيث I تعبر عن القيمة اللحظية للتيار الكهربي **instantaneous current**، و**Imax** تعبر عن القيمة العظمى للتيار **Maximum value of current** ، و التردد الزاوي للدالة الجيبية **angular frequency of sine function** و t الزمن المتغير، ويعرف زمن الدورة الكاملة للتيار المتردد، المعرف وفق الدالة الجيبية، بأنه الزمن المنقضي قبل أن تتكرر قيمة التيار نفسه، وفي الاتجاه نفسه، ويعرف تردد الموجة الجيبية، بأنه عدد الدورات الكاملة، التي تتم في الثانية الواحدة، ويرمز له بالرمز f

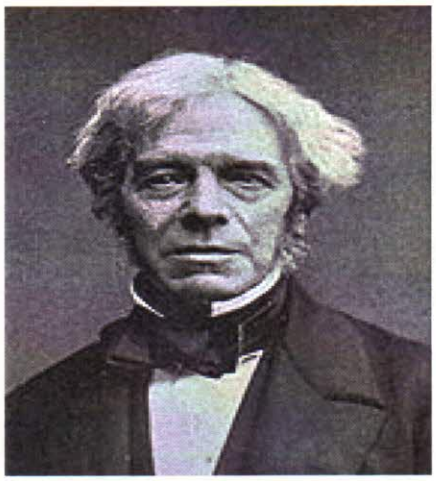
من علماء هذا العدد

1. جيمس واط (James Watt)

من مواليد ١٧٣٦ ووفيات ١٨١٩ هو مهندس اسكتلندي، ولد في غرينوك من أب كان يعمل في التجارة دون أن يحقق نجاحا. تلقى وات تدريبه عن صانع للأدوات في لندن، ثم عاد إلى جلاسجو ليعمل في مهنته. وقد كان وات على علاقة صداقة قوية مع الفيزيائي جوزيف بلاك مكتشف الحرارة الكامنة، وكان لهذه الصداقة الأثر الهام في توجيه وات إلى الاهتمام بالطاقة التي يمكن الاستفادة منها من البخار كقوة محركة وقد أجرى عدة تجارب للاستفادة من ضغط البخار. ثم وقع في يده محرك بخاري من طراز نيوكومن فاخترع له مكثفا وأجرى عليه بعض التعديلات والتحسينات مثل المضخة الهوائية وغلاف لاسطوانة البخار ومؤشر للبخار مما جعل المحرك البخاري آلة تجارية ناجحة وذلك عام ١٧٦٩. و قد حصل واط على عدد من براءات الاختراع منها الحركة المعروفة بترس الشمس والكوكب و قاعدة التمدد و المحرك المزدوج و الحركة المتوازية و جميع هذه الاختراعات تدخل ضمن المحركات البخارية . وقد أدعى وات اكتشاف أن تفاعل الهيدروجين مع الأوكسجين ينتج الماء قبل كافندش أو في نفس الوقت . وقد سميت وحدة القدرة باسم وات تخليدا له. وقد ادخل جيمس واط القوة البخارية على المضخة الكابسة التي اخترعها نيوكومن أسس وات بالاشتراك مع بولتون شركة هندسية هي شركة سوهو للأعمال الهندسية وقد أدخل الشريكان مصطلح وحدة القدرة الحصانية **Horse Power**(H.P)

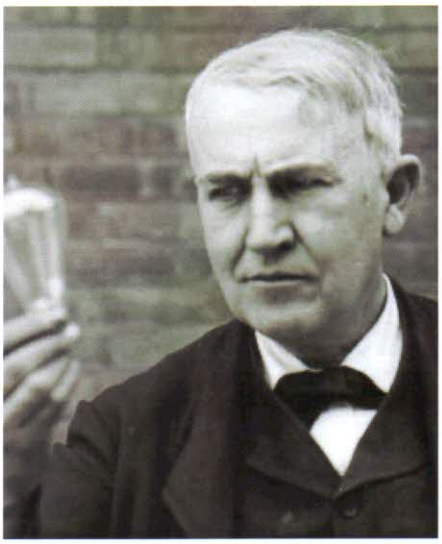


2. مايكل جيمز فراداي



هو عالم كيمائي وفيزيائي إنجليزي. وهو من المشاركين في علم المجال الكهرومغناطيسي والكهروكيميائي.
درس فـرداي المجال المغناطيسي على موصل يحمل تيار كهربائي مستمر وبذلك وضع أسس الكهرومغناطيسية. وهو مكتشف نظرية المحاثة والنفادية المغناطيسية وقوانين التحليل الكهربائي. وهو القائل بأن المغناطيسية تؤثر على الأشعة الضوئية ووضع أسس الربط بين هذين الظاهرتين. يعد اختراعه للأجهزة الكهرومغناطيسية بداية لتكنولوجيا المواتير الكهربائية. وبذلك يصير أول من جعل الكهرباء شيء عملي لاستخدام التكنولوجي.
وأما فـرداي كعالم كيميائي فهو أول من اكتشف البنزين. ودرس مسألة هيدرات الغاز وأخترع آلة حرق البنزين وهو من أطلق ألفاظ المصعد والمهبط والقطب والأيون.

3. توماس اديسون



ولد إديسون في مدينة ميلان بولاية أوهايو الأمريكية، وترعرع بمدينة بـورت هـورون بولاية ميشيغان وهـو من أصول هولندية. كان الابن السابع والأخير لصمويل إديسون ونانسي ماثيوز إليوت
كان إديسون الشاب شريد الذهن في كثير من الأحيان بالمدرسة، حيث وصفه أستاذه بأنه "فاسد". أنهى إديسون ثلاثة أشهر من الدراسة الرسمية. يذكر إديسون في وقت لاحـق، "والـدتي هي من صنعتني، لقد كانت واثقة بي؛ حينها شعرت بـأن لحياتي هـدف، وشخص لا يمكنني خذلانه." كانت والدته تقوم بتدريسه في المنزل.وأسهمت قـراءتـه لكتب بـاركـر العلمية مـدرسـة فـي الفلسفة الطبيعية كثيرا في تعليمه.
عانى إديسون من مشاكل في السمع في سن مبكرة. وكان يعزى سبب الصمم له لنوبات متكررة من إصابته بالحمى القرمزية خلال مرحلة الطفولة دون تلقيه علاج لالتهابات الأذن الوسطى. خلال منتصف حياته المهنية، قيل أن ضعف سمع إديسون كان بسبب ضرب عامل القطار له على أذنيه بعد اشتعال النيران بمختبره الكيميائي في عربة نقل وألقي به إلى جانب جهازه والمواد الكيميائية من القطار في بلدة كيمبل بولاية ميشيغان. في السنوات الأخيرة من حياته، عدّل إديسون القصة فقال أن الحادثة وقعت عندما قام عامل القطار بمساعدته على ركوب القطار برفعه من أذنيه.

حصل إديسون على الحق الحصري لبيع الصحف على الطريق بالتعاون مع أربعة مساعدين حيث أطلق نشرة أسبوعية أسماها (**Grand Trunk Herald**). انطلق إديسون من هذا العمل إلى العديد من المشاريع الريادية، كما اكتشف مواهبه كرجل أعمال. أدت هذه المواهب في نهاية المطاف إلى إنشاء ١٤ شركة، بما في ذلك جنرال إلكتريك والتي لا تزال إحدى أكبر الشركات المساهمة العامة في العالم.[

إنتاج التيار المتردد

عندما يدور ملف، من سلك معزول، على شكل مستطيل، بسرعة زاوية ثابتة ، في مجال مغناطيسي منتظم، تتولد في الملف قوة دافعة كهربية مستحدثة؛ وعندما يكون مستوى الملف عمودياً، على اتجاه الفيض المغناطيسي، فإن اتجاه حركة السلك توازي خطوط الفيض، فلا تقطعها، وتكون القوة الدافعة الكهربية المستحثة = صفراً، وشدة التيار المستحث I = صفراً؛ عندما يكون مستوى الملف موازياً للفيض المغناطيسي، فإن اتجاه حركة السلك تكون عمودية على خطوط الفيض المغناطيسي، فيقطعها، وتبلغ القوة الدافعة الكهربية المستحثة، وكذلك شدة التيار المستحث نهاية عظمى.

التيار المتردد الناتج من دورة كاملة للملف، حيث تكون زاوية دوران الملف t، ممثلة على المحور الأفقي بفواصل ٤٥ درجة، والقوة الدافعة الكهربية المستحثة، أو شدة التيار المستحث، ممثلة على المحور الرأسي

قانون أوم

ينص قانون أوم على أن المقصود بشدة التيار في أي مقاوِم (**resistor**) (أو أي جهاز أوميتر (**ohmic device**) آخر) (مثالي) هو قيمة الجهد الكهربي المَمارس مقسومًا على قيمة المقاومة:

حيث

I هو شدة التيار مُقاسًا بـ الأمبير

V هو فرق الجهد الكهربي مُقاسًا بـ الفولت

R هي المقاومة الكهربائية مُقاسة بـ الأوم

بعد تجربة العدد الأول والثاني من مجلة الفيزياء تم بحمد الله صدور العدد الثالث تحت إشراف الأستاذ إياد المنصور والأستاذ حيدر الصندل وبمجهود طلبة ثالث ثاني المشتركين في البحث والتدقيق في المحتويات القيمة والعلمية المتميزة ومحاولة إصدار هذه المجلة في إخراج متميز.

ومن خلال هذا العمل نتمنى لثانويتنا (ثانوية الأمير منصور بن عبد العزيز) الاستمرار في التفوق والإنجازات ونتمنى لجميع الأجيال القادمة الاجتهاد في إنجاز مثل هذا العمل حتى تكون مرجعا علميا لكل الطلبة وتميزا بين المدارس والتشجيع على الإبداع في الكتابة الصحفية والإخراج الفني المتميز والتعود على الإطلاع على البحوث والمراجع العلمية الفيزيائية القيمة ومحاولة صياغتها وإعداد موضوعات قد تفيد الأجيال التربوية والتعليمية.

شاكرين لكل من شارك في هذا الإصدار وساهم في إنجاحه.

والله ولي التوفيق

عبد الله البعداني