مقدمة المؤلف

الحمد لله والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين.

بتوفيق وفضل من الله هذا الكتاب هو الطبعة الثانية من كتاب تجارب عملية في الكهرباء والمغناطيسية والذي تكوّن نتيجة محاولة تركيب وتشغيل جميع التجارب المتوفرة في معمل الكهرباء والمغناطيسية بقسم الفيزياء كلية العلوم جامعة طيبة. حفاظاً على مكونات هذه التجارب من جهة وتطويراً لبعضها الآخر من خلال إدخال الوسيط البيني interface في التجربة من جهة ثانية.

فلقد تم تشغيل جميع هذه التجارب التي يحتويها هذا الكتاب وبذلك أرجو أن يكون في مقدمة تلك الكتب العملية العربية أو الأجنبية التي تناولت معملاً خاصاً بالكهرباء والمغناطيسية فقط.

ولقد حاولت تسهيل شرح تركيب التجارب مستعيناً بالتصوير الرقمي والرسم المحاكي أو الشارح للصور وذلك لكي يعتمد الطالب على نفسه في توصيل التجربة. و رسمت جميع الدوائر الكهربائية والأجهزة العلمية بواسطة معالج الكلمات Microsoft word processing مما سهل وجودها وتناسقها مع الكتابة والصور في آن واحد .

obeikandl.com

و جاءت التجارب مرتبة من قانون كولوم إلى المحول الكهربائي لكي يتمشى هذا الترتيب مع التدريج المعتاد في تدريس مواد الكهرباء والمغناطيسية في الجامعات.كما تميزت بعض هذه التجارب باستخدام الحاسب الآلي تمشياً مع التطور الحاصل في هذا المجال.

و نجد أن كل تجربة مفصولة في جانبها النظري عن التجارب الأخرى لذلك لم يكن هناك إشارات مرجعية إلى تجارب سابقة حفاظاً على تكامل التجربة في صفحات متسلسلة لكي يسهل على الطالب الإلمام بالتجربة دون التشتت بين صفحات الكتاب وكذلك إدراكاً بعدم توفر جميع هذه التجارب بهذا التسلسل لدى الطالب.

ويحتوي هذا الكتاب كيفية حساب الأخطاء المعملية بطريقة مختصرة وميسرة ولم أتناول كيفية الرسم أو حساب الميل ؛ لأن الطالب يفترض فيه أنه ألمّ بهذه الجوانب في مواد مسبقةَ.

ويسعدني بل يشرفني أن أتوجه بالشكر والتقدير الخالص إلى جميع أعضاء قسم الفيزياء في كلية العلوم لتشجيعهم المستمر والشكر الخاص للأستاذ سالك معلوم لتصحيحه اللغوي.

ويسعدني أن أتلقى الملاحظات و الآراء أو طلب المساعدة والاستفسار من أي قارئ لهذا الكتاب لكي تعم الفائدة المرجوة بإذن الله.

هذا وأسأل المولى عز وجل أن يجعل ما بذل من جهد في موازين حسناتنا وأن ينفع به أبناء أمتنا الإسلامية إنه على ذلك قدير و بالإجابة جدير و آخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين.

المؤلف

obeikandl.com

حساب الأخطاء العملية

أغلب التجارب العملية لابد أن يكون في أدائها أخطاء عشوائية خلال قياس القيمة الفيزيائية المراد قياسها من التجربة. لذلك لابد من طرق إحصائية لتقدير القيمة الحقيقية أو الصحيحة ومدى مصداقية نتائج التجربة. ويتم ذلك من خلال حساب الفرق بين النتيجة والقيمة الصحيحة إذا كانت معروفة مسبقا وهناك حسابات إحصائية لمعرفة مدى التوافق أو الاختلاف بين سلسلة النتائج لتجربة واحدة والمفترض أن تعطي قيمة واحدة صحيحة.

فالدقة في النتيجة النهائية (Accuracy) هي مدى توافق القيمة المقاسة مع القيمة الحقيقية أو القيمة المقبولة أو المتوقعة.

أما الدقة بين سلسلة النتائج والتي يفترض أن تعطي قيمة واحدة (Precision) فهي مدى توافق القيم المحصلة للتجربة مع بعضها البعض.

ففي كثير من التجارب العملية في المرحلة الجامعية تكون نتيجة التجربة معروفة مسبقاً ولها قيمة قياسية ففي هذه الحالة يمكن تحديد دقة التجربة العملية وذلك بمقارنة النتيجة العملية مع النتيجة القياسية للتجربة. إذا كانت النتيجة العملية هي x_i والقيمة القياسية هي K فإن:

الخطـ ـأ المطلـ ـق Absolute error هـو القيمـة الموجبـة لحاصـل الفـرق بيـنهم : $|x_i - K|$.

أما **الخطأ المئوي** Percentage error في هذه الحالة فيكون كما يلي :

$$\frac{|x_i - K|}{K} \times 100$$

وإذا ما أجريت التجربة عدة مرات وذلك للحصول على نتيجة واحدة مع افتراض عدم وجود خطأ منتظم أو خطأ شخصي. و كانت القيم قريبة من بعضها البعض دل ذلك على أن نسبة الخطأ بسيطة وعادية أما إذا كان هناك قيمة بعيدة جداً عن القيم الأخرى فالأفضل استبعاد هذه القيمة كلياً وعدم إدخالها في حساب المتوسط الحسابي للقيم ؛ وذلك لأنه قد يكون هناك خطأ شخصي أو مؤثر خارجي لم يتم إدراكه.

وإحصائيا يكون **المتوسط الحـ ـسابي** ($\overline{X}$)Arithmetic mean للقيم المحصل عليها أفضل تقريب للقيمة الحقيقية K.

ويحسب **المتوسط الحسابي** ($\overline{X}$) بالقانون :

$$\overline{X} = (\frac{1}{N}) \sum_{1}^{N} X_i$$

حيث N عدد القياسات، x_i هي القيم العملية المحصل عليها.

مثال : إذا افترضنا أن هناك أربع نتائج لقيمة X هي 18.40, 19.70, 17.30, 20.60 فإن المتوسط الحسابي هو :

$$\overline{X} = (1/4)(\ 20.60 + 17.30 + 19.70 + 18.40) = 19$$

ولتحديد مدى التوافق بين سلسلة نتائج التجربة يتم ملاحظة مدى الانحراف بينها وذلك من خلال حساب ما يسمى **الانحراف المعياري** (σ) Standard deviation والذي يحسب حسب القانون :

obeikandl.com

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum \delta_i^2}{N}}$$

حيث δ_i هو الانحراف لكل قراءة deviation of individual data وهو حاصل الفرق بين المتوسط الحسابي $\overline{X}$ وقيمة كل قراءة x_i :

$\overline{X}$ -x_i

ومن ثم فإن الانحراف المعياري (σ) يكون كما يلي :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(X_i - \overline{X})^2}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 ..... (x_N - \bar{x})^2}{N}}$$

للمثال السابق فان الانحراف المعياري (σ) يكون كما يلي :

$$\sigma = \sqrt{\frac{(18.4-19)^2 + (19.7-19)^2 + (17.3-19)^2 + (20.6-19)^2}{4}} = 1.25$$

وتشير قيمة الانحراف المعياري إلى وجود النتائج في مدى معين حول المتوسط الحسابي. فحسب النظرية الاحتمالية probability Theory فإنه تقريباً 68.3% من النتائج المقاسة يفترض أن تكون في مدى زايد أو ناقص الانحراف المعياري إلى قيمة المتوسط ($\bar{x} \pm \sigma$) وتقريباً 95.5% من النتائج المتكررة تكون في مدى ($\bar{x} \pm 2\sigma$). فالمثال السابق حسب الانحراف المعياري فانه يفترض وجود نسبة 68.3% من النتائج المتكررة في مدى من 17.75 إلى 20.25 . و نسبة 95.5% تكون في مدى من 16.5 - 21.5 . وللحصول على أكبر مدى يحقق مزيداً من الدقة يفترض تكرار التجربة أكثر من أربع مرات (مابين ١٠ - ٢٠ مره).

obeikandl.com

ولتحديد المدى الذي يجب أن يقع فيه المتوسط الحسابي يتم حساب ما يسمى **بالخطأ المعياري** (α) **Standard error** ويحسب كالتالي :

$$\alpha = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

حيث σ هو الانحراف المعياري و N هو عدد تكرار التجربة . و في المثال السابق يكون الخطأ المعياري (α) 0.63 ويعني ذلك أن قيمة المتوسط الحسابي تكون بنسبة 68.3% التي تقع في المدى(19±0.63) ومن ثم إذا اعتبرنا المتوسط الحسابي قيمة صحيحة فإن القيمة الصحيحة للتجربة تقع حسب هذه النسبة في هذا المدى.

obeikandl.com