تجربة مكافئ جول

الهدف من التجربة:

تعيين قيمة المكافئ الميكانيكي الحراري (مكافئ جول= 4.186J/Cal) باستخدام الطريقة الكهربية واعتمادًا على مبدأ حفظ الطاقة.

نظرية التجربة:

نظرية التجربة عند تطبيق فرق الجهد (V) على طرفي مقاومة (R) فإنه يمر تيار كهربي (I) في المقاومة فإذا كان ذلك لفترة زمنية (t) فإن الشغل الكهربائي المبذول على السلك يعطى بالعلاقة التالية:

$$W = I^2 R\, t = I\, V \ldots\ldots\ldots (1)$$

وبسبب هذا الشغل سوف ترتفع درجة حرارة السلك مما يؤدي إلى انتقال الحرارة منه إلى الماء والمسعر المحيط به وعند إيجاد النسبة بين الشغل الكهربائي وكمية الحرارة التي دخلت إلى الماء والمسعر وجد أنها تساوي ثابت سمي بثابت جول

$$J = \frac{W}{Q} \ldots\ldots\ldots (2)$$

فإذا وضعنا المقاومة R في إناء(مسعر) فيه ماء ومررنا تيار في هذه المقاومة فإنه وبتطبيق قانون حفظ الطاقة تكون: كمية الحرارة التي تفقدها المقاومة = كمية الحرارة التي يكتسبها الماء والمسعر*.

فإذا رمزنا لكمية الحرارة التي يكتسبها الماء ب Q_w فإن:

$$Q_W = M_W\, C_W \Delta T \ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث M_W هي كتلة الماء، C_W هي الحرارة النوعية للماء وتساوي 1 Cal/g.C°، ΔT هي التغير في درجة حرارة الماء.

أما كمية الحرارة للتي يكسبها المسعر Q_C فهي:

$$Q_C = M_C\, C_C \Delta T \ldots\ldots\ldots (4)$$

M_c هي كتلة المسعر، C_C هي الحرارة النوعية للمسعر وتساوي 0.092 Cal/g.C°، ΔT هي التغير في درجة حرارة المسعر.

---

*هذه العلاقة صحيحة عندما نستطيع اهمال كمية الحرارة التي يأخذها السلك وهذا الاهمال يعتبر أمراً مقبولاً لأن كتلة السلك المستخدم وحرارته النوعية صغيرة.

من المعادلتين (3) و(4) نجد أن الطاقة المكتسبة تعطى بالعلاقة:

$$Q = (T2 - T1)(McCc + MwCw) \dots \dots \dots (5)$$

حيث أن T_1 وT_2 هي درجتي الحرارة الابتدائية والنهائية على الترتيب للماء والمسعر وبالتعويض من (1) و (5) في (2) نجد أن :

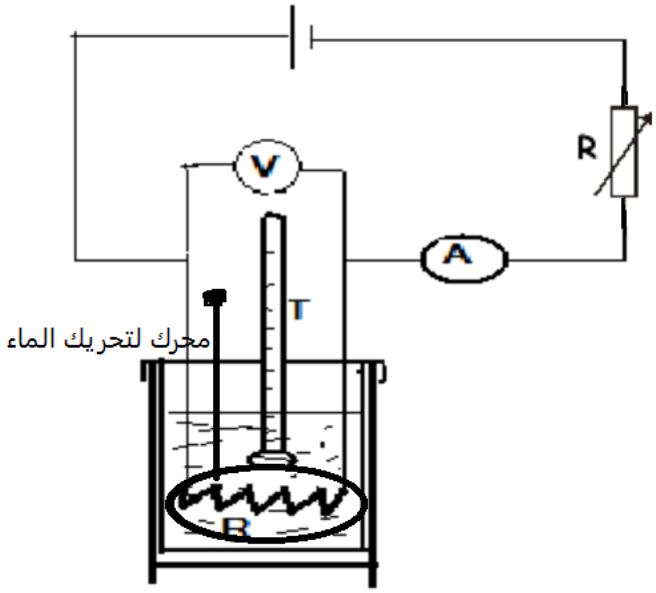
$$J = \frac{I\,V\,t}{(T2-T1)(McCc+MwCw)} \quad \text{Joule /Cal} \dots\dots\dots\dots (6)$$

الأدوات المستخدمة:

مسعر، محرك، مقاومة مناسبة، غلاف لعزل الحرارة، مصدر للتيار المستمر، مقاومة متغيرة (ريوستات)، مقياس درجة حرارة (ثيرمو متر)، ميزان حساس، فولتميتر، أميتر، أسلاك توصيل وساعة إيقاف.

خطوات العمل:

1. صلي الدائرة كما في الشكل التالي:



2. زني المسعر فارغاً وجافاً ولتكن كتلته M_c.
3. ضعي كمية من الماء بالمسعر حتى تصل إلى نصفه أو أقل بحيث تنغمر المقاومة في الماء تمامًا، ثم سجلي الكتلة الكلية للمسعر والماء ولتكن M_{c+w}.
4. جدي كتلة الماء M_w.
5. ضعي المسعر داخل الغلاف المخصص له.
6. قومي بضبط مصدر الجهد على 14 فولت.

7. شغلي مصدر التيار واضبطي قيمة التيار I على 1 امبير ذلك بتحريك الرويستات، ثم اغلقي المصدر وحركي تحريكاً خفيفاً وسجلي درجة الحرارة الابتدائية T_1. نحرص على أن تتم هذه الخطوة بسرعة حتى لا ترتفع درجة الحرارة الابتدائية.
8. شغلي مصدر التيار وفي نفس الوقت شغلي ساعة الايقاف مع التأكد من أن قيمة التيار ثابتة.
9. حركي الماء بلطف (حتى لا ترتفع رجة الحرارة بسبب الاحتكاك) كل دقيقتين.
10. سجلي قراءة شدة التيار وكذلك فرق الجهد (إذا كانت القيمة تتردد بين أكثر من قيمة بشكل متكرر ومنتظم يأخذ المتوسط)
11. عندما ترتفع درجة حرارة النظام إلى خمس درجات عن درجة الحرارة الابتدائية، سجلي درجة الحرارة T_2 وفي نفس الوقت اغلقي مصدر التيار وسجلي قراءة الزمن* t.
12. عوض عن القيم المقاسة في العلاقة رقم (6) وجدي قيمة J.

كتلة المسعر	M_C= .....g
كتلة الماء والمسعر	M_{W+C}=.....g
كتلة الماء	M_W=.....g
درجة حرارة الماء الابتدائية	T_1=.....C°
درجة حرارة الماء النهائية	T_2=.....C°
شدة التيار	I=..... A
فرق الجهد بين طرفي الملف	V=..... v
زمن التسخين	t=..... s

* اخترنا أن ترتفع T_2 5 درجات عن T_1 حتى يكون الفرق بين درجة حرارة المحيط ودرجة الحرارة النهائية للمسعر والماء صغير نسبياً بحيث تقل كمية الحرارة المفقودة بفعل الاشعاع، ولأن عزل المسعر غير مثالي فقد يحدث تسريب للحرارة من النظام إلى المحيط بالتوصيل الحراري لذلك يفضل إجراء التجربة في وقت قصير نسبياً.