س: اذكر الأساس العلمي :-

ملحوظة هامة
لو طلب "اشرح الفكرة العلمية" داهنا ده يكتب الأساس العلمي مع شرح مبسط

(الفصل الأول)

١- توصيل الأجهزة في المنازل :- التوصيل على التوازي
٢- قانون كيرشوف الأول :- مبدأ حفظ الشحنة
٣- قانون كيرشوف الثاني :- قانون بقاء الطاقة

(الفصل الثاني)

١- الجلفانومتر
٢- الأميتر ذو الملف المتحرك
٣- الفولتميتر

عزم الازدواج المؤثر على ملف يمر به تيار وقابل للحركة في مجال مغناطيسي (التأثير المغناطيسي للتيار الكهربي)

٤- مجزئ التيار R_s :- التوصيل على التوازي مع الجلفانومتر لجعله يقيس شدة تيار أعلى (زيادة مدى الجهاز)

٥- مضاعف الجهد R_m :- التوصيل على التوالي :- هو مقاومة كبيرة تتصل على التوالي مع الجلفانومتر لجعله يقيس فرق جهد أعلى (زيادة مدى الجهاز)

٦- الأوميتر :- العلاقة العكسية بين المقاومة الكلية وشدة التيار عند ثبوت فرق الجهد $I=\frac{V}{R}$ "قانون أوم"

(الفصل الثالث)

١- مصباح الفلورسنت :- الحث الذاتي
٢- المحول الكهربي :- الحث المتبادل
٣- أفران الحث :- التيارات الدوامية
٤- الدينامو "المولد الكهربي" :- الحث الكهرومغناطيسي
٥- الموتور "المحرك الكهربي" :- عزم الازدواج المؤثر على ملف يمر به تيار وقابل للحركة في مجال مغناطيسي (التأثير المغناطيسي للتيار الكهربي)

الفصل الرابع (اساس على)

١- الأثر الحراري ← :- التأثير الحراري للتيار الكهربي
٢- الدائرة المهتزة :- تبادل الطاقة المخزونة في جهاز مجال مغناطيسي مع مالف الحث مع
٣- دائرة الرنين ← تساوي المفاعلة الحثية مع المفاعلة السعوية "كهربي في المكثف"
٤- اجهزة الاستقبال اللاسلكي ← دائرة الرنين "يتفق تردد الدائرة مع تردد المصدر"

الفصل الخامس (اساس على)

١- اكتشاف الادلة الجنائية :- الاشعاع الحراري ← حيث يبقى لفترة بعد ترك الجسم من المكان
٢- اجهزة الرؤية الليلية
٣- الكشف عن الدوام والدجنة
٤- تحديد مصادر الثروات الطبيعية
الاشعاع الحراري ← (اختلاف الاشعاع الحراري الصادر من الجسم باختلاف درجة حرارته)
٥- انبوبة اشعة الكاثود :- الانبعاث (التأين) الكهروحراري
٦- الخلية الكهروضوئية :- الانبعاث (التأين) الكهروضوئي
٧- القنبلة الذرية :- علاقة انشتين لتحويل الكتلة الى طاقة $E=mc^2$

Dr: Kerolos

أذكر إستخدام

الفصل الأول

١- قانون أوم :- إيجاد قيمة المقاومة الكهربية من العلاقة $R=\frac{V}{I}$

٢- التوصيل على التوازي :- الحصول على مقاومة صغيرة من عدة مقاومات كبيرة
- توصيل الأجهزة في المنازل حتى يعمل كل جهاز على حدة

٣- التوصيل على التوالي :- الحصول على مقاومة كبيرة من عدة مقاومات صغيرة
جهد المصدر .. فإذا تلف جهاز لا يؤثر على باقي الأجهزة

٤- قانون كيرشوف :- حساب التيارات وفروق الجهد في الدوائر المعقدة (حل الدوائر المعقدة)

٥- زالق الريوستات :- التحكم في شدة التيار في الدائرة الكهربية
لأن تغيير موضع الزالق يغير طول سلك الريوستات فتتغير المقاومة $R\propto L$
فتتغير شدة التيار $I\propto\frac{1}{R}$

الفصل الثاني استخدامات

١- الجلفانومتر :- الاستدلال على وجود تيارات مستمرة ضعيفة وقياس شدتها وتحديد اتجاهها

٢- مجزئ التيار :- ١- حماية الجلفانومتر من التلف ٢- زيادة مدى الجلفانومتر
٣- تقليل المقاومة الكلية للأميتر حتى لا يؤثر على I المار بالدائرة

٣- مضاعف الجهد :- ١- زيادة مدى الجلفانومتر
٢- زيادة المقاومة الكلية للجهاز فلا يؤثر على V المراد قياسه

٤- المقاومة الغيارية في الأوميتر :- التحكم في شدة التيار المار بالجهاز بحيث يعرا قصر تيار يتحمله الملف فينحرف المؤشر الى نهاية التدريج

٥- المقاومة المتغيرة في الأوميتر :- التيار "الجلفانومتر" اى ضمن تدريج الأوميتر

٦- المقاومة الثابتة في الأوميتر :- زيادة مقاومة دائرة الأوميتر حتى لا يمر تيار كبير في الجلفانومتر وبالتالي لا يتلف ملفه

٧- الملفان الزنبركيان في الجلفانومتر :- ١- مدخل ومخرج للتيار ٢- التحكم في حركة الملف ٣- إعادة الملف لوضعه الأصلي عند انقطاع التيار

٨- القطبين المقعرين في الجلفانومتر :- تجعل خطوط الفيض على هيئة أنصاف أقطار موازية للملف وعمودية على الصلعين الطويلين مما يزيد من عزم الازدواج

٩- أسطوانة الحديد الطاوع في الجلفانومتر :- تجميع وتركيز خطوط الفيض

١٠- حوامل العقيق في الجلفانومتر :- يرتكز عليها الملف لتقليل الاحتكاك وتسهيل حركته

الفصل الثالث (استخدامات)

١- مصباح الفلورسنت :- الإضاءة

٢- أفران الحث :- صهر الفلزات (المعادن)

٣- الدينامو = المولد الكهربي :- تحويل الطاقة الميكانيكية (الحركية) الى طـ الكهربية

٤- الموتور = المحرك الكهربي :- تحويل الطاقة الكهربية الى طـ ميكانيكية (حركية)

٥- المحول الكهربي :- ١- رفع وخفض الجهد المتردد ٢- في بعض الاجهزة المنزلية
٣- تقليل فقد الطاقة اثناء نقلها عند محطات التوليد الى أماكن الاستخدام

٦- التيار المتردد :- الإضاءة والتسخين

٧- التيار هو حد الاتجاه متغير الشدة :- التحليل الكهربي (تخصير الفلزات)

٨- التيار هو حد الاتجاه ثابت الشدة تقريباً :- الطلاء الكهربي - شحن البطاريات - شحن التليفون = المحمول

٩- المحول الرافع للجهد :- في محطات التوليد الكهربية حيث ترفع الجهد عند المحطات مما يؤدي الى انخفاض شدة تيار الملف الثانوي فيقل الفقد في القدرة $P_w \propto I^2$

١٠- المحول الخافض للجهد :- في مراحل التوزيع تخفض الجهد الى 220 فولت عند المنازل

١١- نصف الاسطوانة في الدينامو :- (تقويم التيار المتردد) تحويل التيار المتردد الى تيار هو حد الاتجاه ومتغير الشدة

١٢- نصفي الاسطوانة في المحرك = الموتور :- يعملا على عكس اتجاه التيار كل نصف دوره فيدور الملف في نفس الاتجاه مكملاً دورة كاملة

١٣- فرشتا الجرافيت في الدينامو (فرشتا الكربون) :- نقل التيار المستحث من الملف الى الدائرة الخارجية

١٤- المحور الذاتي في المحرك الكهربي :- استمرار دوران الملف في نفس الاتجاه لحظة انعدام العزم المغناطيسي عندما يكون الملف عمودياً على خطوط الفيض

١٥- استخدام عدة ملفات بينها زوايا صغيرة في الموتور :- الاحتفاظ بعزم ثابت عند الزاوية العظمى حيث يكون الملف موازياً للمجال = تزيد كفاءة دوران المحرك

١٦- ملف الحث في مصباح الفلورسنت :- يعمل على تفريغ الطاقة المغناطيسية المتسببة تصادمات بين ذرات الغاز الخامل مؤدي الى تأينها وتصطدم بالمادة الفلورسنت وتبعث

١٧- emf العكسية فى الموتور :. تعمل على انتظام سرعة دوران الموتور
emf عكسية تتناسب طرديا مع سرعة دوران ملف الموتور

الفصل الرابع (استخدامات)

١- التيار المتردد :- التدفئة والتسخين

٢- التيار المستمر :. الاجناء - التسخين - التحليل الكهربي - الطلاء الكهربي
شحن المراكم - شاحن التليفون المحمول

٣- الاميتر الحرارى :- قياس القيمة الفعالة لشدة التيار المتردد
وشدة التيار المستمر

٤- سلك الديربديوم البلاتين :- يسخن ويتمدد بمقدار محسوس نتيجة مرور التيار فيه
وبالتالى يمكن قياس التيار المتردد (القيمة الفعالة)

٥- خيط الحرير فى الاميتر الحرارى : يقوم بشد سلك الديربديوم البلاتين عند تمدد السلك
فتدور البكرة ويتحرك المؤشر حتى يثبت لقياس I_{eff} المتردد

٦- اللوحة التى يشد عليها الديربديوم البلاتين :. تلافى الخطأ الصفرى حيث يتمدد
السلك واللوحة بنفس المقدار فيظل السلك مشدود
ويبقى المؤشر عند صفر التدريج

٧- البكرة فى الاميتر الحرارى : تدور البكرة عندما يتمدد سلك الديربديوم البلاتين
فيتحرك المؤشر حتى يثبت لقياس I_{eff} للتيار المتردد

٨- الملف الزنبركى فى الاميتر الحرارى : شد خيط الحرير لإدارة البكرة المتصلة بالمؤشر
عند تمدد سلك الديربديوم البلاتين فيمكننا قياس I_{eff} للتيار المتردد

٩- المقاومة R المتصلة على التوازى بسلك الديربديوم البلاتين
تعمل كمجزئ للتيار ليمر تيار مناسب فى سلك الديربديوم البلاتين

١٠- المكثف تخزين الطاقة الكهربية على شكل مجال كهربى

١١- الدائرة المهتزة :- اجهزة إرسال موجات اللاسلكي

١٢- دائرة الرنين :- اجهزة الاستقبال اللاسلكي

١٣- المكثف متغير السعة في دائرة RLC تعمل كدائرة رنين
بتغير سعة المكثف يتغير تردد دائرة الرنين $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ حتى يصل التيار الذي تردده يتفق مع تردد الدائرة وبالتالي يمكن استقبال الموجة اللاسلكية المراد التقاطها

١٤- اجهزة الاستقبال اللاسلكي :- اختيار الموجة اللاسلكية المراد التقاطها

الفصل الخامس (استخدامات)

١- الاشعاع الحراري (الاشعة تحت الحمراء) :- ١- الكشف عن الأورام والدجنة
٢- اجهزة الرؤية الليلية
٣- الاستشعار عن بعد (الاقمار الصناعية)
٤- تحديد مصادر الثروات الطبيعية

٢- الموجات الميكروية (ميكروويف) :- الرادار

٣- انبوبة اشعة الكاثود (CRT) :- ١- شاشة التليفزيون والكمبيوتر

٤- الفتيلة في انبوبة اشعة الكاثود :- مصدر تسخين الكاثود
٥- الشبكة " " " :- التحكم في شدة التيار الالكتروني
٦- المجالات الكهربية والمغناطيسية :- توجيه الشعاع الالكتروني لعمل مسح شامل للشاشة نقطة نقطة من تكامل معالم الصورة
٧- الكاثود في (CRT) :- مصدر الكترونات
٨- الخلية الكهروضوئية :- تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كهربية كما في الآلة الحاسبة - غلق وفتح الابواب اوتوماتيكياً
٩- ظاهرة كومبتون :- تثبت الطبيعة الجسيمية للفوتون

(متى تكون القيمة الناتجة = صفر / متى تنعدم ؟)

١- الفيض المغناطيسي في ملف = صفر ← اذا كان الملف يوازي المجال (الفيض)

٢- القوة المؤثرة على سلك مستقيم = صفر ← اذا كان السلك يوازي المجال

٣- عزم الازدواج المؤثر على ملف = صفر ← اذا كان الملف عمودياً على المجال

٤- كثافة الفيض في نقطة بين سلكين = صفر ← اذا كان التياران في نفس الاتجاه

٥- كثافة الفيض في نقطة خارج السلكين = صفر ← إذا كان التياران مختلفان في المقدار وهتضاد بيهم الاتجاه

٦- كثافة الفيض في منتصف المسافة بين سلكين = صفر اذا كان التياران متساويان في الشدة وفي نفس الاتجاه

٧- شدة التيار بدائرة الدوميتر = صفر ← عندما تكون الدائرة مفتوحة

٨- عدم انحراف مؤشر الدوميتر عند وضع المقاومة ($R_x = 0$) ∴ عند ملامسة طرفي الدوميتر ببعضهما

٩- emf سلك = صفر / I مستحث سلك = صفر ∴ اذا تحرك السلك موازياً للمجال

١٠- emf ملف الدينامو = صفر / I مستحث دينامو = صفر ∴ إذا كان الملف عمودياً على المجال

١١- متوسط emf دينامو = صفر / متوسط I دينامو = صفر
اذا دار الملف دورة كاملة (أو دار نصف دورة من الوضع الأفقي (الموازي))

١٢- شدة التيارات الدوامية = صفر ∴ عند تقسيم القلب المعدني الى شرائح هرولة

١٣- L ذاتي = صفر / B_μ ملف = صفر ∴ عندما الملف لفاً مزدوجاً

١٤- المفاعلة الحثية = صفر ∴ لفا الملف لفاً مزدوجاً ∴ $L = 0$ ∴ $X_L = 0$

١٥- المفاعلة السعوية = صفر ∴ تردد كبير جداً ∴ $X_C \propto \frac{1}{f}$ او استخدام مصدر مستمر $f = 0$ ∴ $X_L = 0$

١٦- زاوية الطور في RLC = صفر ∴ في حالة الرنين تساوي X_L مع X_C

١٧- تيار وطاقة مستهلكة في الملف الابتدائي بالمحول = صفر ∴ عند فتح دائرة الملف الثانوي

١٨- كتلة الفوتون = صفر ∴ اذا أوقف عن الحركة (ساكناً)

اكتب العوامل التي يتوقف عليها :-

١- شدة التيار المار في موصل :- $I=\frac{V}{R}$ - فرق الجهد (طردية) - مقاومة الموصل (عكسية)

٢- مقاومة موصل :- طول السلك $R\propto L$ - مساحة المقطع $R\propto\frac{1}{A}$ - نوع المادة

$R=\frac{\rho\cdot L}{A}$ - درجة الحرارة

٣- المقاومة النوعية :- نوع المادة - درجة الحرارة

٤- القوة الدافعة الكهربية :- نوع المادة - درجة الحرارة

٥- فرق الجهد بين طرفي عمود كهربي :- القوة الدافعة الكهربية - شدة التيار - المقاومة الداخلية - المقاومة الخارجية للدائرة $V=V_B-Ir$

٦- التيار الكلي في دائرة مغلقة :- القوة الدافعة الكهربية - المقاومة الداخلية للعمود - المقاومة الخارجية للدائرة $I=\frac{V_B}{R+r}$

٧- القدرة المستنفذة في سلك :- مربع فرق الجهد بين طرفي السلك - مقاومة السلك $P_w=\frac{V^2}{R}$

٨- الطاقة المستنفذة في سلك :- مربع فرق الجهد بين طرفي السلك - مقاومة السلك - زمن مرور التيار $W=\frac{V^2\cdot t}{R}$

الفصل الثاني

١- كثافة الفيض عند نقطة على بعد d من سلك :- شدة التيار (طردية) - معامل النفاذية - بعد النقطة عن السلك $B\propto\frac{1}{d}$ عند $B=\frac{\mu I}{2\pi d}$

٢- كثافة الفيض عند مركز ملف دائري :- عدد اللفات $B\propto N$ - شدة التيار $B\propto I$

معامل النفاذية $B\propto\mu$ - نصف قطر الملف $B\propto\frac{1}{r}$ $B=\frac{\mu IN}{2r}$

٣- كثافة الفيض عند محور ملف حلزوني لولبي :- عدد اللفات $B\propto N$ - شدة التيار $B\propto I$

معامل النفاذية $B\propto\mu$ - طول الملف $B\propto\frac{1}{L}$ $B=\frac{\mu IN}{L}$

٤- القوة المؤثرة على سلك :- طول السلك (طردية) - شدة التيار (طردية) - كثافة الفيض (طردية) - جيب الزاوية بين السلك والفيض (طردية) $F=LIB\sin\theta$

٥- اتجاه القوة المؤثرة على سلك :- اتجاه التيار - اتجاه المجال (الفيض)

٦- نوع القوة المتبادلة بين سلكين :- اتجاه التيار في السلكين

٧- القوة المتبادلة بين سلكين :- معامل النفاذية - شدة تيار السلك الأول - شدة تيار السلك الثاني - المسافة بين السلكين $F=\frac{\mu I_1 I_2 L}{2\pi d}$

٨- عزم الازدواج :- كثافة الفيض - شدة التيار - مساحة الملف - عدد اللفات - جيب الزاوية بين العمودي على الملف واتجاه الفيض $T=BIAN\sin\theta$

الفصل الثالث عوامل

١- emf ملف :. المعدل الزمني لقطع خطوط الفيض (طرديه) - عدد اللفات طرديه
emf ملف $= -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

٢- emf سلك :. كثافة الفيض - طول السلك - سرعه التي يتحرك بها السلك - جيب الزاويه بين اتجاه سرعة السلك والفيض
emf سلك $= -BLV\sin\theta$

٣- معامل الحث المتبادل :. ١- معامل النفاذيه
٢- حجم الملفين (طول الملف - مساحة الملف الواحد) $M = \frac{MAN^2}{L_{ملف}}$
٣- عدد لفات الملفين
٤- المسافة الفاصله بينهما $M = \frac{emf_2}{\frac{\Delta t}{\Delta I_1}}$

٤- معامل الحث الذاتي :. ١- مساحة الملف (طرديه)
٢- مربع عدد اللفات (طرديه) $L_{ذاتي} = \frac{MAN^2}{L_{ملف}}$
٣- معامل النفاذيه (طرديه)
٤- طول الملف (عكسيه) $L_{ذاتي} = emf\ \frac{\Delta t}{\Delta I}$

٥- شدة التيارات الدوامية :. مقاومة الجلب العكسي حجم القلب المعزول
- المعدل الزمني للتغير في الفيض

٦- emf لحظيه في ملف الدينامو :. عدد اللفات - مساحة وجه الملف - كثافة الفيض
السرعه الزاويه او التردد - جيب الزاويه بين العمودي على الملف والفيض او جيب الزاويه بين اتجاه السرعه والفيض
$emf = NAB2\pi f\sin\theta$

٧- emf الفعاله في ملف الدينامو :. عدد اللفات - مساحه وجه الملف - كثافة الفيض
السرعه الزاويه (ω)
$(emf)_{eff} = NABw \times 0.707 = \frac{NABw}{\sqrt{2}}$

٨- اتجاه التيار في ملف الدينامو :. اتجاه المجال - اتجاه دوران الملف

٩- فرق الجهد بين طرفي الملف الثانوي لمحول مثالي :. ١- النسبه بين عدد لفات الثانوي الى عدد لفات الابتدائي $\frac{N_s}{N_p}$
$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$
٢- فرق الجهد بين طرفي الملف الابتدائي (مهمل)

١٠- كفاءة المحول :. ١- مقاومة اسلاك الملفين ٢- الشكل الهندسي للملفين
٣- نوع مادة القلب ٤- تقسيم القلب لشرائح معزولة

١١- اتجاه حركة ملف الموتور :. اتجاه المجال - اتجاه التيار في ملف الموتور

١٢- قدرة الموتور الكهربي :. ١- عدد ملفات الموتور
٢- عدد لفات كل ملف
٣- كثافه الفيض
٤- شدة التيار
٥- مساحه وجه ملف الموتور

الفصل الرابع عوامل

١- المفاعلة الحثية :- ١. معامل الحث الذاتي ٢. السرعة الزاوية ω او تردد التيار f لمرور

$$X_L = 2\pi f L = \omega L$$

٢- المفاعلة السعوية X_C :- ١. سعة المكثف ٢. السرعة الزاوية ω او تردد التيار f (عكسيه)

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{\omega C}$$

٣- معاوقة دائرة RL :- المقاومة الاومية R - المفاعلة الحثية X_L $\quad Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$

٤- معاوقة دائرة RC :- المقاومة الاومية R - المفاعلة السعوية X_C $\quad Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$

٥- معاوقة دائرة RLC :- المقاومة الاومية R - المفاعلة الحثية X_L - المفاعلة السعوية X_C

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

٦- تردد الرنين في دائرة RLC / تردد الدائرة المهتزة :-

١. الجذر التربيعي لمعامل الحث الذاتي $\frac{1}{\sqrt{L}}$ ٢. الجذر التربيعي لسعة المكثف $\frac{1}{\sqrt{C}}$

$$\text{ومنه } f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

الفصل الخامس: عوامل

١- الطول الموجي المصاحب لاقصى شدة اشعاع λ_{max} :- درجة الحرارة الكلفينية $\frac{1}{T}$ $\lambda_{max} \propto \frac{1}{T}$

٢- دالة الشغل E_w :- نوع مادة السطح

٣- توليد تيار كهروضوئي :- تردد الضوء الساقط (او) طاقة الضوء الساقط

٤- شدة التيار الكهروضوئي :- شدة الضوء الساقط بشرط $\nu > \nu_c$

٥- متعدل الفوتونات الساقطة :- شدة الضوء الساقط بشرط $\nu > \nu_c$

٦- معدل الالكترونات المنبعثة :- شدة الضوء بشرط $\nu > \nu_c$

٧- طاقة حركة الالكترونات المنبعثة :- طاقة الفوتون الساقط (او التردد) - نوع مادة السطح

٨- سرعة الالكترونات المنبعثة " " " " " "

٩- الطول الموجي لموجة مصاحبة لحركة جسيم متحرك :-

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

كتلة الجسيم - سرعة الجسيم

الفصل الاول

المقاومة الكهربية

$R \propto L$

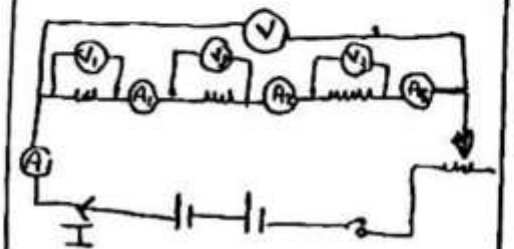
$R \propto \frac{1}{A}$

$\therefore R \propto \frac{L}{A}$

$R = Const \frac{L}{A}$

$$\boxed{R = \frac{\rho_e \cdot L}{A}}$$

المقاومة المكافئة توالى



- شدة التيارات فى جميع المقاومات متساويه

$V = V_1 + V_2 + V_3$

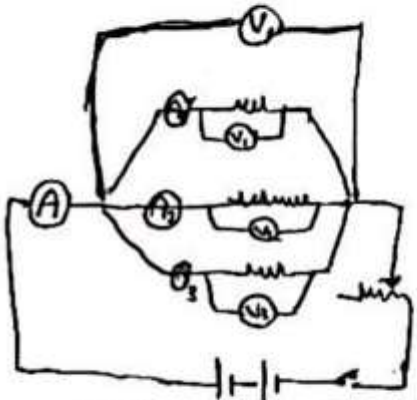
$V = IR$ ومن قانون اوم

$\therefore IR' = IR_1 + IR_2 + IR_3$

$\therefore R' = R_1 + R_2 + R_3$

لو مقاومات متساويه $R' = R \cdot N$

المقاومة المكافئة توازى



فرق الجهد يكون متساوى

$I = I_1 + I_2 + I_3$

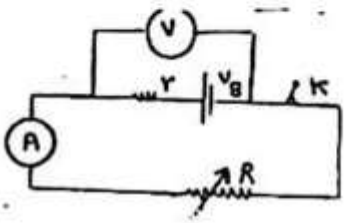
من قانون اوم $I = \frac{V}{R}$

$\frac{V}{R'} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$

$\therefore \frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

لو مقاومات متساويه $R' = \frac{R}{N}$

قانون أوم للدائرة المغلقة



$V_B = V + V'$

$V_B = IR + Ir$

$V_B = I(R + r)$

$$\boxed{I = \frac{V_B}{R + r}}$$

ملحوظة: V' هى فرق الجهد المفقود بالبطارية

$$\boxed{V = V_B - Ir}$$ قانون أوم للدائرة المغلقة

كفاءة البطارية ← كفاءة البطارية $= \frac{V}{V_B} \times 100 = \frac{R}{R + r} \times 100$

الفصل الثاني

B سلك

$B \propto I$

$B \propto \frac{1}{d}$

$B \propto \frac{I}{d}$

$\therefore B = Const \frac{I}{d}$

$B = \frac{\mu I}{2\pi d}$

B دائري

$B \propto I$

$B \propto N$

$B \propto \frac{1}{r}$

$B \propto \frac{IN}{r}$

$B = Const \frac{IN}{r}$

$B = \frac{\mu IN}{2r}$

B حلزوني

$B \propto I$

$B \propto N$

$B \propto \frac{1}{\text{طول الملف}}$

$B \propto \frac{IN}{\text{طول الملف}}$

$B = Const \frac{IN}{\text{طول الملف}}$

$B = \frac{\mu IN}{\text{طول الملف}} = \mu In$

F القوة المؤثرة على سلك

عند وضع سلك يمر به تيار I عمودياً على مجال كثافته B وطول الجزء المعرض للمجال L تتأثر بقوة قدرها F

$F \propto L \quad F \propto I \quad F \propto B$

$F \propto LIB \rightarrow F = Const\ LIB$

تم اتخاذ وحدة قياس B ← تسلا بحيث تولد قوة مقدارها 1N على سلك طوله 1m يمر به تيار 1A

$F = LIB$ سلك عمودياً على المجال

وإذا كان يصنع زاوية θ مع المجال

$F = LIB\sin\theta$

F متبادلة بين سلكين

تنشأ نتيجة المجال المغناطيسي F_1 في الثاني B_2

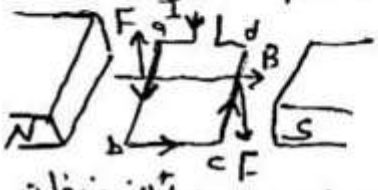
$F_1 = LI_1B_2$

$F_1 = LI_1\frac{\mu I_2}{2\pi d}$

$F_1 = F_2 = F$

$F = \frac{\mu I_1 I_2 L}{2\pi d}$

T عزم الازدواج المؤثر على ملف



إذا وضع الملف موازياً للمجال فإن الضلعان bc ، ad موازيان للمجال

$F = 0$ فإن

الضلعان ab ، cd عموديان على المجال

$F = LIB$

∴ العزم = احد القوتين × البعد العمودي

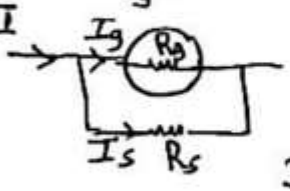
$T = F \cdot X$

$T = LIB \cdot X = BIA$

يصنع العمودي على الملف زاوية θ

$T = BIAN\sin\theta$

R_s مجزئ التيار للأميتر



توازي

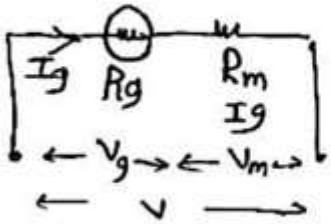
$V_g = V_s$

$I_gR_g = I_sR_s$

$I_gR_g = (I - I_g)R_s$

$R_s = \frac{I_gR_g}{\quad}$

R_m مضاعف الجهد للفولتميتر



توالي

$V = V_g + V_m$

$V = V_g + I_gR_m$

$I_gR_m = V - V_g$

$R_m = V - V_g$

الفصل الثالث

قانون فاراداي

تتناسب emf مع المعدل الزمني للتغير في الفيض وكذلك عدد اللفات

$$emf \propto \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$$

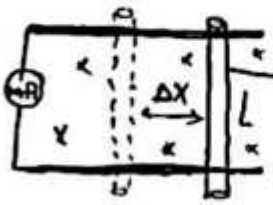
$$emf \propto N$$

$$emf = Const \times N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

إذا اتخذ الفيض بوحدة الوبر Const = 1

$$\text{emf}_{\text{ملف}} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

emf سلك مستقيم



عند تحريك سلك طوله L بسرعة v عمودي على فيض كثافته B فإذا كانت الإزاحة Δx في زمن Δt

$$emf = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{-B\Delta A}{\Delta t} = \frac{-BL\Delta x}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = v$$

$$\therefore emf = -BLv$$

إذا كان اتجاه السرعة يصنع θ مع الفيض

$$\text{emf}_{\text{سلك}} = -BLv \sin\theta$$

emf بالحث المتبادل بين ملفين

عند تغير شدة التيار في الملف الابتدائي بمعدل $\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$ يتولد بالملف الثانوي $(emf)_2$ تناسب طردياً مع معدل التغير في الفيض

$$\because (emf)_2 \propto \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\because \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \propto \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$\therefore (emf)_2 \propto \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$(emf)_2 = Const \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$(emf)_2 = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

حيث M معامل الحث المتبادل بين ملفين

emf بالحث الذاتي للملف

عند تغير شدة التيار في ملف بمعدل زمني $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ يتولد بالحث الذاتي emf مستحثة تتناسب طردياً مع معدل التغير في الفيض

$$emf \propto \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \propto \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$emf \propto \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$emf = Const \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$emf = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

حيث L معامل الحث الذاتي

المحول الكهربي

العلاقة بين القوتين الدافعتين وعدد لفات الملفين

عند لف دائرة الملف الابتدائي هو اتجاه دائرة الثانوي هتوحه متولد emf (V_p) = جهد المصدر

$$V_p = -N_p \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \rightarrow ①$$

عند غلق دائرة الملفين تتولد V_s بالثانوي emf

$$V_s = -N_s \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \rightarrow ②$$

نقسمه ② على ①

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

العلاقة بين شدتي التيار وعدد لفات الملفين

الطاقة المستنفذة في الملف الابتدائي فترة معينة تساوي الطاقة المتولدة بالملف الثانوي في نفس الزمن

$$V_p I_p t = V_s I_s t$$

$$V_p I_p = V_s I_s$$

قدرة الابتدائي = قدرة الثانوي

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{I_p}{I_s}$$

أي أن شدة التيار في أي من الملفين تتناسب عكسياً مع عدد لفاته

العلاقة بين القوة بين الدافعتين ومعامل الحث الذاتي والمتبادل

$$V_p = -L \frac{\Delta I_p}{\Delta t} \rightarrow ①$$

$$V_s = -M \frac{\Delta I_p}{\Delta t} \rightarrow ②$$

نقسمه ② على ①

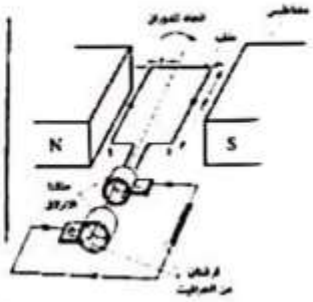
$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{L}{M}$$ ذاتي / متبادل

الدينامو :-

عند دوران الملف بحيث يقطع الضلعان أ ب ، حـ ء فيض مغناطيسي كثافته B بسرعة خطية v. فإذا كانت الزاوية بين اتجاه السرعة الخطية وخطوط الفيض هي θ فإن emf المستحثة المتولدة في كل من الضلعين هي :

$$emf = B l v \sin\theta$$

حيث : (l) طول الضلع أ ب أو حـ ء



بينما الضلعان ب حـ ، ء أ لا تتولد فيهما emf مستحثة لأن اتجاه سرعة السلكين دائمًا موازي لاتجاه المجال المغناطيسي.

بالتالي تصبح emf في اللفة الواحدة :

$$emf = 2 B l v \sin\theta$$

$\because v = \omega r$

حيث : (ω) السرعة الزاوية وتساوي ($2\pi f$) ، (f) التردد ،

(l) نصف قطر الدائرة التي يدور فيها الملف حول محوره

$$\therefore emf = 2 B l \omega r \sin\theta$$

$\because$ A (مساحة وجه الملف) $= l \times 2r$ $\quad \therefore emf = BA\omega \sin\theta$

$$\boxed{emf = NBA\omega \sin\theta}$$

إذا كان عدد لفات الملف N :

$$\therefore emf = NBA \times (2\pi f) \sin(2\pi f)$$

$\because \theta = \omega t = 2\pi f t$

استنتاج متوسط emf

أ) emf متوسطة في ربع دوره

$$emf_{متوسط} = -\frac{NAB}{\Delta t} = -\frac{NAB}{\frac{T}{4}}$$

$$emf_{متوسط} = \frac{-NAB4}{T} = 4NABf$$

ب) emf متوسطة في نصف دوره

$$emf = \frac{-NABx2}{\frac{T}{2}} = 4NABf$$

جـ) emf متوسطة في $\frac{1}{3}$ دوره

$$emf = \frac{-NAB4}{3T} = \frac{4}{3}NABf$$

اثبت أن $\frac{emf_{max}}{emf_{متوسط ربع دوره}} = \frac{\pi}{2}$

$(emf)_{max} = NAB2\pi f \rightarrow ①$

$(emf)_{avg} = \frac{NAB}{\frac{T}{4}} = 4NABf \rightarrow ②$

$\frac{(emf)_{max}}{(emf)_{avg}} = \frac{\pi}{2}$ نقسم ① ÷ ②

الفصل الرابع

ايجاد L' ، X_L'

توالي

$V' = V_1 + V_2 + V_3$

$I X_L' = I X_{L_1} + I X_{L_2} + I X_{L_3}$

$X_L' = X_{L_1} + X_{L_2} + X_{L_3}$

$L' = L_1 + L_2 + L_3$

توازي

$I' = I_1 + I_2$

$\frac{V}{X_L'} = \frac{V}{X_{L_1}} + \frac{V}{X_{L_2}}$

$\frac{1}{X_L'} = \frac{1}{X_{L_1}} + \frac{1}{X_{L_2}}$ ⊗ $X_L' = \frac{X_{L_1} X_{L_2}}{X_{L_1} + X_{L_2}}$

$\frac{1}{L'} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$ ⊗ $L' = \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2}$

ايجاد C'

توالي

Q ثابت

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

$\therefore C \propto \frac{1}{V}$

$V' = V_1 + V_2 + V_3$

$\frac{Q}{C'} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3}$

$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$

توازي

V ثابت

$Q' = Q_1 + Q_2 + Q_3$

$C'V = C_1 V + C_2 V + C_3 V$

$C' = C_1 + C_2 + C_3$

ايجاد F رنين

$X_L = X_C$

$2\pi f L = \frac{1}{2\pi f C}$

$1 = 4\pi^2 f^2 L C$

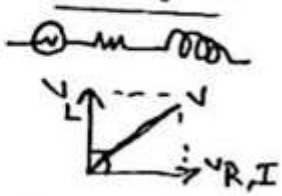
$f^2 = \frac{1}{4\pi^2 L C}$

$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

$\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{L_2 C_2}{L_1 C_1}}$

المعاوقة (Z)

دائرة RL



$V^2 = V_R^2 + V_L^2$

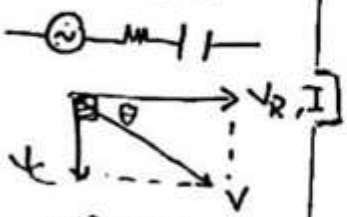
$V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$

$IZ = \sqrt{I^2 R^2 + I^2 X_L^2}$

$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$

$\tan\theta = \frac{V_L}{V_R} = \frac{I X_L}{I R}$

دائرة RC



$V^2 = V_R^2 + V_C^2$

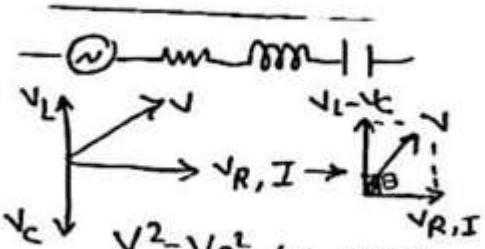
$V = \sqrt{V_R^2 + V_C^2}$

$IZ = \sqrt{I^2 R^2 + I^2 X_C^2}$

$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$

$\tan\theta = \frac{-V_C}{V_R} = \frac{-I X_C}{I R}$

دائرة RLC



$V^2 = V_R^2 + (V_L - V_C)^2$

$V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$

$IZ = \sqrt{I^2 R^2 + (I X_L - I X_C)^2}$

$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

$\tan\theta = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{X_L - X_C}{R}$

الفصل الخامس

قوة شعاع الفوتونات

عند سقوط شعاع ضوئي تردده ν على سطح ما ثم انعكاسه فإن

كمية حركة الفوتون الساقط قبل التصادم mc

" " " المنعكس بعد التصادم $-mc$

∴ التغير في كمية التحرك $\Delta P_L = mc - (-mc) = 2mc$

القوة هي التغير في كمية التحرك للفوتونات الساقطة في الثانية

$F = \Delta P_L \Phi_L$

$F = 2mc\,\Phi_L$

$F = 2\frac{h\nu}{c^2}c\,\Phi_L = \frac{2h\nu\Phi_L}{c} = \frac{2P_\nu}{c}$

$\therefore F = \frac{2P_\nu}{c}$

العلاقة بين الطول الموجي λ وكمية التحرك P_L

$\lambda = \frac{c}{\nu}$

بضرب البسط والمقام في h

$\lambda = \frac{hc}{h\nu}$

$\therefore \lambda = \frac{h}{\frac{h\nu}{c}} \rightarrow ①$

$P_L = mc = \frac{h\nu}{c^2}c = \frac{h\nu}{c} \rightarrow ②$

بالتعويض من ② في ①

$\lambda = \frac{h}{P_L}$

رسومات هامة لازم تتدرب ترسمها بنفسك بالبيانات

الفصل الأول: ١- التوصيل على التوالي والتوازي

الفصل الثاني: ٢- شكل خطوط المجال حول سلك

٣- " " " عند طرفي ملف دائري

٤- " " " " " محور ملف حلزوني لولبي

٥- الجلفانومتر

٦- الأميتر ذو ملف متحرك

٧- الفولتميتر

٨- الأوميتر

الفصل الثالث: ٩- رسومات لجارب فاراداي- حث متبادل وذاتي

١٠- المحول

١١- الديناموه

١٢- تقويم التيار

١٣- الموتور

الفصل الرابع: ١٤- الأميتر الحراري

١٥- الدائرة المهتزة

١٦- دائرة الرنين

١٧- أجهزة الاستقبال اللاسلكية

الفصل الخامس: ١٨- الجسم الأسود

١٩- منحنى بلانك

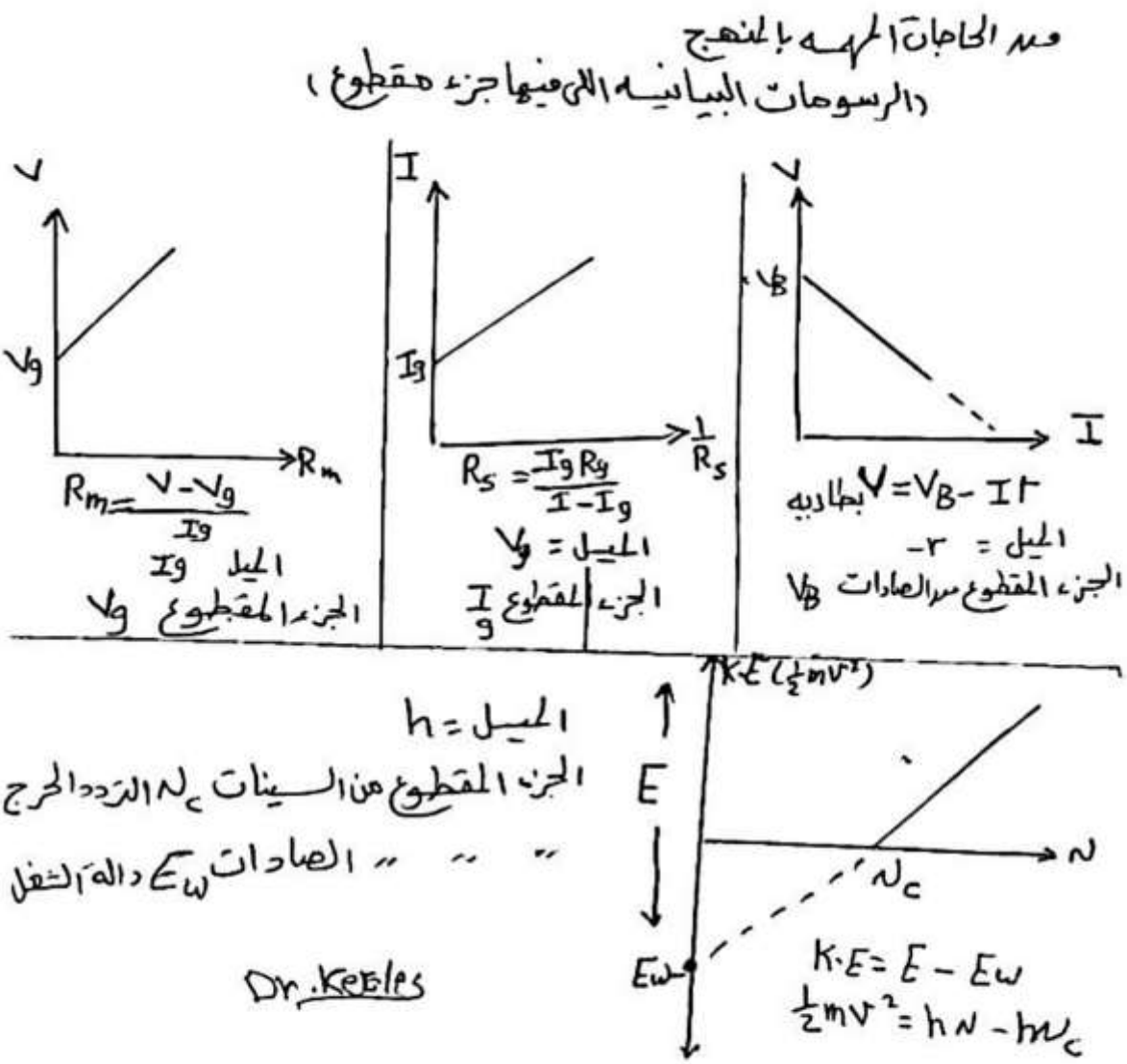
٢٠- إشعاع الشمس والأرض

٢١- أنبوبة أشعة الكاثود

٢٢- الخلية الكهروضوئية

٢٣- ظاهرة كومتون

الزوايا θ
Φ=ABsinθ
بين الملف والمجال
Φ نهاية عظمى
الملف عمودي على المجال
Φ=AB
Φ=0
الملف يوازي المجال
Φ نصف العظمى
θ=30°
بين الملف والمجال
او
θ=60° بين الملف والعمودي على المجال
F=LIBsinθ
بين السلك والمجال
F نهاية عظمى
السلك عمودي على المجال
F=LIB
F=0 لا يتحرك
السلك يوازي المجال
F نصف العظمى
θ=30° بين السلك والمجال
او
θ=60° بين السلك والعمودي على المجال
T=BIANsinθ
بين الملف والعمودي على المجال
T نهاية عظمى
الملف يوازي المجال
T=BIAN
T=0 ولا يتحرك الملف
الملف عمودي على المجال
T نصف القيمة العظمى
θ=60° بين الملف والمجال
او
θ=30° بين الملف والعمودي على المجال
Dr. Kero Kes
تابع θ
emf سلك
emf سلك = -BLVsinθ
بين اتجاه حركة السلك والمجال
emf سلك نهاية عظمى ← يتحرك السلك عمودياً على المجال
emf سلك = 0 ← يتحرك السلك موازياً للمجال
emf سلك نصف القيمة العظمى
θ=30 بين اتجاه حركة السلك والمجال
emf ملف الدينامو
emf = NABωsinθ
بين اتجاه الحركة والمجال
بين المجال والعمودي على الملف
بين الملف والعمودي على المجال
زاويه الدوران عن الوضع العمودي (الرأسي)
emf ملف نهاية عظمى ← الملف يوازي المجال emf = NABω
emf ملف = 0 ← الملف عمودي على المجال emf = 0
emf نصف القيمة العظمى ←
θ=60 ← بين الملف والمجال
θ=30° ← بين الملف والعمودي على المجال



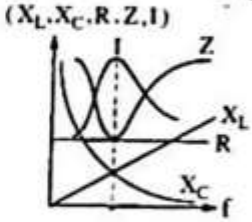
العلاقة بين التردد و (X_L, X_C, R, Z, I)

تظل قيمة المقاومة الأومية ثابتة بتغير تردد التيار.

تزداد المفاعلة الحثية للملف بزيادة تردد التيار المتردد ($X_L \propto f$).

تقل المفاعلة السعوية للمكثف بزيادة تردد التيار المتردد ($X_C \propto \frac{1}{f}$).

• ابتداءً من التردد = صفر



– تقل معاوقة الدائرة (Z) بزيادة تردد التيار المتردد حتى تصل إلى نهاية صغرى عندما تكون $X_L = X_C$ وهو ما يطلق عليه حالة الرنين، ثم تزداد معاوقة الدائرة (Z) بعد ذلك بزيادة تردد التيار المتردد.

– تزداد شدة التيار المار (I) بزيادة التردد حتى تصل إلى نهاية عظمى (I_{max}) عندما تكون $X_L = X_C$ ثم تقل بعد ذلك بزيادة التردد ويرجع ذلك إلى أن شدة التيار تتناسب عكسيًا

قاعدة اليد اليمنى لأمبير	قاعدة البريمة اليمنى	قاعدة عقارب الساعة
تستخدم في تحديد اتجاه الفيض الناشئ عن هرمونيتار في سلك مستقيم او ملف طريقة الاستخدام تخيل انك تقبض باليد اليمنى على السلك بحيث تشير الابهام الى اتجاه التيار و تشير الاصابع الاصابع الى اتجاه الفيض (تطبق على الملف بطريقة عكسية	تستخدم في تحديد اتجاه الفيض الناشئ عن هرمونيتار عند مركز ملف دائري او عند محور ملف حلزوني (او) تحديد اتجاه عزم ثنائي القطب طريقة الاستخدام تخيل دوران بريمة اليد اليمنى عند مركز الملف بحيث يشير اتجاه دورانها الى اتجاه التيار في الملف واتجاه اندفاعها يشير لاتجاه الفيض عند مركز الملف	تستخدم في معرفة نوع القطب في كل من وجهي ملف دائري او حلزوني يمر بهما تيار كهربي طريقة الاستخدام حدد اتجاه التيار في كلا من وجهي الملف - اذا كان اتجاه التيار مع عقارب الساعة ← قطب جنوبي (S) - اذا كان اتجاه التيار عكس عقارب الساعة ↓ قطب شمالي (N)

قاعدة اليد اليسرى لفلمنج	قاعدة لنز	قاعدة اليد اليمنى لفلمنج
تستخدم في تحديد اتجاه دوران الموتور تستخدم في تحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم يمر به تيار وهو موضوع عموديا على مجال مغناطيسي طريقة الاستخدام اجعل اصابع اليد اليسرى متعامدة فاذا كانت السبابة تشير لاتجاه الفيض وباقي الاصابع تشير لاتجاه التيار فإن الابهام يشير لاتجاه القوة المغناطيسية	تستخدم في تحديد اتجاه التيار المستحث في ملف عند تغير الفيض طريقة الاستخدام (النص) يكون اتجاه التيار المستحث في ملف معاكسا للتغير المسبب له	تستخدم في تحديد اتجاه التيار المستحث في سلك مستقيم يتحرك عموديا على فيض مغناطيسي وتستخدم في تحديد اتجاه التيار المستحث بالدينامو طريقة الاستخدام (النص) اجعل اصابع اليد اليمنى متعامدة بحيث يشير الابهام لاتجاه حركة السلك والسبابة لاتجاه الفيض المغناطيسي وباقي الاصابع لاتجاه التيار المستحث

Dr. Kerolos

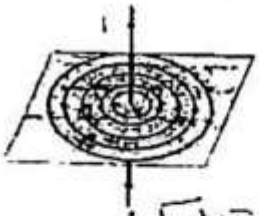
الدكتور في الفيزياء
مذكرة طلاب الأزهر
الدكتور في الفيزياء
The Doctor
في الفيزياء

* تجربة أورستد :- عندما وضع موصله مغيره بجوار سلك يمر به تيار ← لاحظ انحراف إبرة البوصله
وعند قطع التيار ← استعادت البوصله اتجاهها الأصلي

∴ اثبت اورستد انه عند مرور تيار كهربي في سلك تتولد حوله مجال مغناطيسي يسبب انحراف إبرة البوصله

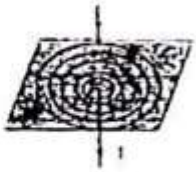
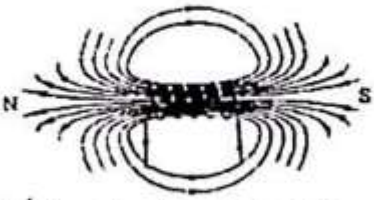
---

* تجربه لايضاح شكل خطوط الفيض الناشئ عن مرور تيار في سلك مستقيم

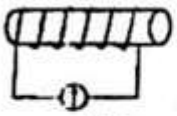


١- نحضر لوحه افقيه من الورق المقوى
ينفذ منها سلك رفيع في الوضع الرأسي
٢- ننثر برادة الحديد على اللوحه الافقيه
٣- نمرر تيار كهربي في السلك المستقيم

• نلاحظ أن :
١- ترتيب برادة الحديد على شكل دوائر متحدة المركز مركزها السلك
٢- بزيادة شدة التيار تتزاحم خطوط الفيض ($B \propto I$)
٣- تزداد شدة المجال عند الاقتراب من السلك وتقل كلما ابتعدنا عنه ($B \propto \frac{1}{d}$)

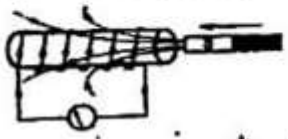
B سلك	B ملف دائري	B ملف حلزوني
		
١- خطوط الفيض على هيئة دوائر متحدة المركز مركزها السلك ٢- $B \propto I$ ٣- $B \propto \frac{1}{d}$ تقل الكثافة B بزيادة المسافه d	١- تقفد خطوط الفيض دائريتها ٢- تختلف B هنا نقطه لاخرى ٣- خطوط الفيض عند المركز مستقيمه وموازيه ٤- اتجاه المجال ← الملف ٥- المجال الناتج يشبه مغناطيس قصير ؟ على (قرص ممغنط) * إذا أحد وجهي الملف يمر به تيار في اتجاه عقارب الساعه (وجه S) والوجه الاخر عكس عقارب الساعه (وجه N)	١- خطوط الفيض على هيئه مسارات متصله داخل الملف وخارجه ٢- خطوط الفيض عند المحور مستقيمه وموازيه للمحور ٣- اتجاه المجال ← الملف ٤- المجال الناتج يشبه قضيب مغناطيس على ؟!! الملف له طرفان.. الطرف الذي يخرج منه الفيض ← شمالي " يدخل فيه " ← جنوبي
العلاقه الرياضيه $B = \frac{\mu I}{2\pi d}$	العلاقه الرياضيه $B = \frac{\mu I N}{2r}$ دائري	العلاقه الرياضيه $B = \mu I N$

تجربة فاراداى



الشكل يوضح ملف من سلك من النحاس متصل بجلفانومتر حساس في المنتصف.

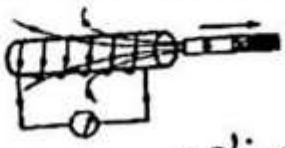
١ إدخال المغناطيس للملف



الملاحظة :-
ينحرف المؤشر في اتجاه معين

الاستنتاج :-
تولد قوه دافعه مستحثه عكسيه تقاوم زيادة الفيض

٢ إخراج المغناطيس من الملف

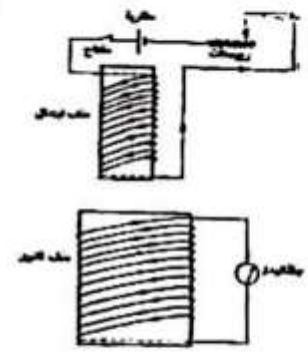


الملاحظة -
ينحرف المؤشر في اتجاه المضاد

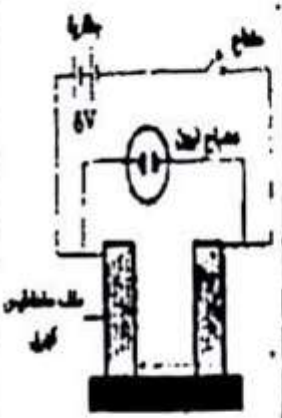
الاستنتاج :-
تولد قوه دافعه مستحثه طرديه تعوض النقص في الفيض

مفاهيم :-
١- قوة دافعه مستحثه :- قوه دافعه تتولد نتيجه تغير الفيض
٢- تيار مستحث :- تيار يتولد نتيجه تغير الفيض
٣- تيار مستحث طردى :- تيار يتولد نتيجه نقص الفيض
٤- تيار مستحث عكسى :- تيار يتولد نتيجه زيادة الفيض

* تجربه إيضاح الحث المتبادل :-

الخطوات	الملاحظه	الاستنتاج	الرسم
١- غلق دائرة الملف الابتدائى ٢- فتح دائرة الملف الابتدائى	١- ينحرف مؤشر الجلفانومتر في اتجاه معين ٢- ينحرف المؤشر في الاتجاه المضاد	(حالات تولد emf عكسيه) • غلق I↑ تقرب يتولد emf عكسيه تقاوم الزياده في الفيض	
٣- عند زيادة شدة التيار في الملف الابتدائى ٤- انخفاض شدة التيار في الملف الابتدائى	٣- ينحرف المؤشر في اتجاه معين ٤- ينحرف المؤشر في الاتجاه المضاد	(حالات تولد emf طرديه) • فتح I↓ ابعاد يتولد emf طرديه تعوض النقص في الفيض	
٥- عند تقريب الملف الابتدائى من الثانوى ٦- عند ابعاد الملف الابتدائى عن الثانوى	٥- ينحرف المؤشر في اتجاه معين ٦- ينحرف المؤشر في الاتجاه المضاد		

* تجربه لايضاح الحث الذاتي :-

الخطوات	الملاحظه	الاستنتاج	الرسم
* وصل ملف كهربي (عدد لفاته كبير) مع بطاريه 6 V ومصباح نيون يعمل بجهد 80 فولت ١- غلق الدائره	عند الغلق عدم توهج مصباح النيون	عند الغلق لاتوهج المصباح ← لتولد قوه دافعه مستحثه عكسيه تؤخر وصول التيار للقيمه العظمى	
٢- فتح الدائره	عند الفتح يتوهج مصباح النيون لفتره قصيره ويعبر شرر كهربي بسبب طرفي المفتاح	عند الفتح ينتج شرر كهربي ← لتولد قوه دافعه مستحثه كبيره لكبر عدد اللفات (N) فينتج تيار ذاتي طردي كبير على هيئة شرر	

pr.Kerols

اذكر سر

انعدام كثافة الفيض عند نقطة بين سلكين متوازيين يمر بكل منهما تيار كهربى	* أن يكون التياران فى نفس الاتجاه.
وجود نقطة التعادل بين سلكين مستقيمين متوازيين يمر بكل منهما تيار كهربى فى منتصف المسافة بينهما	* أن يكون التياران متساويان فى الشدة وفى نفس الاتجاه.
انعدام كثافة الفيض الكلية عند نقطة خارج سلكين متوازيين يمر بكل منهما تيار كهربى	* أن يكون التياران مختلفان فى المقدار وفى اتجاهين متضادين.
عدم وجود نقطة تعادل لسلكين مستقيمين متوازيين يمر بكل منهما تيار كهربى	* أن يكون التياران متساويان فى المقدار وفى اتجاهين متضادين.
قوة تجاذب بين سلكين متوازيين يمر بكل منهما تيار كهربى	* أن يكون التياران المارن فى السلكين فى نفس الاتجاه.
قوة تنافر بين سلكين متوازيين يمر بكل منهما تيار كهربى	* أن يكون التياران المارن فى السلكين فى اتجاهين متضادين.
انعدام القوة المؤثرة على سلك يحمل تيار وموضوع فى مجال مغناطيسى	* أن يكون السلك موازى للفيض المغناطيسى.
انعدام عزم الازدواج المؤثر على ملف يحمل تيار وموضوع فى مجال مغناطيسى	* أن يكون مستوى الملف عموديًا على الفيض المغناطيسى.
انعدام شدة التيار المار بدائرة الأوميتر	* عندما تكون الدائرة مفتوحة.
عدم انحراف مؤشر جهاز الأوميتر عن وضع الصفر على تدريجه	* عند ملامسة طرفى توصيل الأوميتر ببعضهما.

تولد قوة دافعة كهربية مستحثة طردية وتيار مستحث طردى فى الملف الثانوى فى الحث المتبادل بين ملفين	* أثناء إبعاد أو إخراج الملف الابتدائى من الملف الثانوى. أو * أثناء إنقاص شدة التيار فى الملف الابتدائى. أو * عند فتح دائرة الملف الابتدائى أثناء وجوده داخل (أو قرب) الملف الثانوى.
تولد قوة دافعة كهربية مستحثة عكسية وتيار مستحث عكسى فى الملف الثانوى فى الحث المتبادل بين ملفين	* أثناء تقريب أو إدخال الملف الابتدائى فى الملف الثانوى. أو * أثناء زيادة شدة التيار فى الملف الابتدائى. أو * عند غلق دائرة الملف الابتدائى أثناء وجوده داخل (أو قرب) الملف الثانوى.

تولد تيارات دوامية	* تحريك قطعة معدنية فى مجال مغناطيسى ثابت. أو * تعريض قطعة معدنية لمجال مغناطيسى متغير.
تيار كهربى موحد الاتجاه متغير الشدة فى الدينامو	* استبدال الحلقتين المعدنيتين فى الدينامو بمقوم تيار يتركب من أسطوانة معدنية جوفاء مشقوقة طوليًا إلى نصفين معزولين عن بعضهما بواسطة شق عازل.
تيار كهربى موحد الاتجاه ثابت الشدة تقريبًا فى الدينامو	فى دينامو التيار المتردد يتم استبدال : ١- الملف بعدة ملفات بينها زوايا صغيرة متساوية. ٢- الحلقتين المعدنيتين بأسطوانة معدنية مجوفة مشقوقة إلى عدد من الأجزاء يساوى ضعف عدد الملفات.
تحسين كفاءة المحول الكهربى	١- صنع الملفات من أسلاك من النحاس مقاومتها أقل ما يمكن لتقليل الطاقة الكهربية المفقودة فى الأسلاك فى صورة طاقة حرارية. ٢- صنع القلب الحديدى من شرائح رقيقة معزولة عن بعضها من الحديد المطاوع السيليكونى لكبر مقاومته النوعية للحد من التيارات الدوامية. ٣- استخدام الحديد المطاوع السيليكونى فى صنع القلب الحديدى لسهولة حركة جزيئاته المغناطيسية فتقل الطاقة الكهربية المفقودة فى صورة طاقة ميكانيكية. ٤- يلف الملف الثانوى حول الملف الابتدائى مع عزله عنه لمنع تسرب بعض خطوط فيض الملف الابتدائى بعيدًا عن الملف الثانوى.
زيادة كفاءة دوران المحرك الكهربى	١- استخدام عدة ملفات بينها زوايا صغيرة متساوية. ٢- تقسيم الأسطوانة المعدنية إلى عدد من الأجزاء يساوى ضعف عدد الملفات.
انبعاث إلكترونات من سطح معدنى	* اكتساب الإلكترونات طاقة حرارية أو ضوئية كافية للتغلب على حاجز جهد السطح.
انبعاث إلكترونات كهروضوئية من سطح معدن	* أن يكون تردد الضوء الساقط أكبر من أو يساوى التردد الحرج للسطح المعدنى ($ν_0$).

تعليلات

١- تسمح بعض المواد بتوصيل التيار الكهربى، بينما البعض الآخر عازل للكهربية.

لأن بعض المواد تحتوى على وفرة من الإلكترونات الحرة فتسمح بمرور التيار الكهربى، بينما البعض الآخر لا يحتوى على وفرة من الإلكترونات الحرة فلا يسمح بمرور التيار الكهربى.

٢- * لابد من بذل شغل لنقل الشحنات الكهربية عبر موصل من نقطة إلى أخرى.

* لابد من وجود فرق جهد بين طرفى موصل لنقل الشحنات الكهربية خلاله.

لأن نقل الشحنات الكهربية خلال موصل يلزمه بذل شغل للتغلب على المقاومة الكهربية للموصل.

٣- مضاعفة نصف قطر سلك من النحاس يؤدى إلى نقصان مقاومته الكهربية إلى الربع.

لأن المقاومة تتناسب عكسيًا مع مربع نصف قطر الموصل تبعًا للعلاقة $\left(R = \rho_e \frac{l}{\pi r^2}\right)$.

٤- يمكن التحكم فى شدة التيار المار فى الدائرة الكهربية بواسطة الريوستات.

لأن تغيير موضع الزالق يغير طول سلك الريوستات الذى يمر به التيار وبالتالى تتغير المقاومة المأخوذة من الريوستات حيث $\left(R \propto l\right)$ فتتغير شدة التيار المار فى الدائرة حيث $\left(I \propto \frac{1}{R}\right)$.

٥- تزداد مقاومة الموصل بارتفاع درجة الحرارة.

لأن ارتفاع درجة الحرارة يعمل على زيادة سرعة اهتزاز جزيئات الموصل وبالتالى زيادة معدل تصادم إلكترونات التيار الكهربى مع جزيئات الموصل فتزداد الممانعة لسريان الإلكترونات خلاله.

٦- * المقاومة النوعية لمادة موصل خاصية فيزيائية مميزة لها.

* تختلف المقاومة النوعية من مادة لأخرى.

* المقاومة النوعية لمادة موصل لا تتغير بتغير مساحة مقطعه.

لأن المقاومة النوعية تتوقف على نوع المادة عند درجة حرارة معينة.

٧- * التوصيلية الكهربية لمادة موصل خاصية فيزيائية مميزة لها.

* التوصيلية الكهربية لمادة موصل لا تتغير بتغير أبعاده.

لأن التوصيلية الكهربية لمادة الموصل تساوى مقلوب المقاومة النوعية للمادة والتى تتوقف على نوع المادة عند درجة حرارة معينة.

٨- معامل التوصيل الكهربى للنحاس كبير.

لأن المقاومة النوعية للنحاس صغيرة بسبب وفرة الإلكترونات الحرة، فتكون التوصيلية الكهربية له كبيرة تبعًا للعلاقة $\left(\sigma = \frac{1}{\rho_e}\right)$.

٩- يفضل استخدام أسلاك من النحاس فى التوصيلات الكهربية.

لأن المقاومة النوعية للنحاس صغيرة فتكون مقاومة أسلاك النحاس صغيرة فيكون الفقد فى الطاقة الكهربية صغير جدًا.

١٠- * للحصول على مقاومة صغيرة من مجموعة مقاومات كبيرة توصل المجموعة على التوازى.

* تقل المقاومة المكافئة لعدة مقاومات عند توصيلها على التوازى.

لأنه إذا وصلت عدة مقاومات على التوازى فإن المقاومة المكافئة لها تتعين من العلاقة $\left(\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots\right)$ وبالتالى فإن المقاومة المكافئة تصبح أقل قيمة من أصغر مقاومة فى المجموعة.

١١- تزداد مقاومة موصل بزيادة طوله.

لأن زيادة طول الموصل يعتبر بمثابة إضافة مقاومات على التوالى فتزداد مقاومته.

١٢- عند توصيل ثلاثة مصابيح متماثلة معًا على التوالى ببطارية، فإن شدة إضاءة كل منها تختلف عنها إذا تم توصيلها معًا على التوازى مع نفس المصدر.

لأن عند توصيل المصابيح معًا على التوالى فإن فرق جهد المصدر (V) يتجزأ على الثلاثة مصابيح ويصبح فرق الجهد بين طرفى كل مصباح $\left(\frac{V}{3}\right)$ وتكون قدرة المصباح الواحد $\left(\frac{V^2}{9R}\right)$، وعند توصيل المصابيح معًا على التوازى يكون فرق الجهد بين طرفى كل مصباح يساوى فرق جهد المصدر فتكون قدرة المصباح الواحد $\left(\frac{V^2}{R}\right)$.

١٣- نقص شدة التيار الكلى فى دائرة كهربية مغلقة إذا وصلت بها على التوالى عدة مقاومات.

لأنه عند توصيل عدة مقاومات على التوالى تزداد المقاومة الكلية وتقل شدة التيار حيث $\left(I \propto \frac{1}{R}\right)$.

١٤- توصل الأجهزة الكهربية المنزلية على التوازى.

حتى يعمل كل جهاز على فرق جهد المصدر الكهربى وبالتالى يمكن تشغيل كل جهاز بمفرده وإذا فُصل أو تلف أى جهاز لا يؤثر على الأجهزة الأخرى.

١٥- لا توصل الأجهزة الكهربية المنزلية على التوالى.

لأن فـرق جهد المصدر الكهربى فـى التوصيل على التوالى يتجزأ على الأجهزة وبالتالى قد يكون فرق الجهد بين طرفى جهاز غير مسـاوى للجهد اللازم لتشغيله، كما لا يمكن تشغيل كل جهاز بمفرده وعند فصل أو تلف أى جهاز لا تعمل باقى الأجهزة.

١٦- فى الدوائر الكهربية المتصلة على التوازى تستخدم أسلاك سميكة عند طرفى البطارية، بينما تستخدم أسلاك أقل سُمكًا عند طرفى كل مقاومة.

لأن شدة التيار فى دائرة التوازى تكون أكبر ما يمكن عند مدخل ومخرج التيار لذا تستخدم أسلاك سميكة حتى تكون مقاومتها صغيرة فلا تسخن وتنصهر، بينما يتجزأ التيار فى كل مقاومة على حدة فيمكن استخدام أسلاك أقل سُمكًا عند طرفى كل مقاومة.

١٧- تزداد القدرة المستنفذة من مصدر كهربى إذا وصلت مقاومة على التوازى مع مقاومة أخرى فى دائرة المصدر.

لأن توصيل المقاومات على التوازى يقلل من قيمة المقاومة الكلية فتزداد شدة التيار وبالتالى تزداد القدرة المستنفذة من المصدر حيث ($P_w = VI$).

١٨- * يتساوى فرق الجهد بين قطبى مصدر كهربى مع القوة الدافعة الكهربية له عندما تكون دائرته مفتوحة.

* تساوى فرق الجهد بين قطبى عمود كهربى مع قوته الدافعة الكهربية فى حالة عدم مرور تيار فى دائرته.

لأنه من العلاقة ($V_B = V + Ir$) عند فتح الدائرة تصبح قيمة التيار مساوية للصفر وبذلك تكون ($V_B = V$) فيتساوى فرق الجهد بين قطبى المصدر مع القوة الدافعة الكهربية له.

١٩ - يزداد فرق الجهد بين قطبى بطارية عند زيادة مقاومة دائرتها.

لأن للمصدر الكهربى مقاومة داخلية (r) وتبعًا للعلاقة ($V = V_B - Ir$) عندما تزداد مقاومة الدائرة تقل شدة التيار المار فيها فيقل فرق الجهد الداخلى (Ir) وحيث أن V_B ثابت فإن فرق الجهد بين طرفى البطارية يزداد.

٢٠ - القوة الدافعة الكهربية لعمود كهربى أكبر من فرق الجهد بين طرفى دائرته الخارجية عند غلق الدائرة.

لأن المقاومة الداخلية للعمود تستنفذ شغل لكى يمر التيار الكهربى داخل العمود تبعًا للعلاقة ($V_B = V + Ir$) وبذلك تكون ($V_B > V$).

٢١ - ينصح ببناء المساكن بعيدًا عن أبراج الضغط الكهربى العالى.

لتقليل تأثير المجال المغناطيسى الضار على الصحة والبيئة لأن كثافة الفيض المغناطيسى (B) تتناسب عكسيًا مع البُعد عن السلك (d) حيث ($B \propto \frac{1}{d}$).

٢٢ - تقع نقطة التعادل لسلكين متوازيين يمر بهما تيار كهربى فى نفس الاتجاه بين السلكين.

لتولد مجالين مغناطيسيين متضادين عند أى نقطة بين السلكين فتتكون نقطة التعادل بين السلكين حيث يلاشى تأثير كل منهما الآخر.

٢٣ - تقع نقطة التعادل لسلكين متوازيين يمر بهما تياران كهربيان مختلفان فى اتجاهين متضادين خارج السلكين.

لتولد مجالين مغناطيسيين متضادين عند أى نقطة خارج السلكين فتتكون نقطة التعادل خارج السلكين حيث يلاشى تأثير كل منهما الآخر.

٢٤ - تزداد كثافة الفيض المغناطيسىُ عند أى نقطة على محور ملف لولبى يمر به تيار كهربى عند وضع ساق من الحديد المطاوع بداخله.

لأن معامل النفاذية المغناطيسية للحديد أكبر من معامل النفاذية المغناطيسية للهواء فيعمل ساق الحديد على تركيز الفيض المغناطيسى داخل الملف تبعًا للعلاقة ($B = \frac{\mu NI}{l}$).

٢٥ - قد لا يتولد مجال مغناطيسى عن تيار مستمر يمر فى ملف حلزونى أو دائرى.

لأن الملف الحلزونى أو الدائرى يكون ملفوف لفًا مزدوجًا فيلغى الفيض المغناطيسى الناتج عن مرور التيار فى اتجاه معين الفيض المغناطيسى الناتج عن مرور نفس التيار فى الاتجاه المضاد فيلاشى تأثير كل منهما الآخر.

٢٦- لا تتمغنط ساق من الحديد المطاوع ملفوف حولها سلك معدنى معزول ملفوف لفًا مزدوجًا يمر به تيار كهربى.
لأن اتجـاه التيـار فى أحد فرعى الملف عكس اتجاهه فى الفرع الآخر فيتسـاوى المجالان المغناطيسـيان الناشـئان ويتضادان فى الاتجاه وتكون محصلتهما صفر فلا تتمغنط ساق الحديد.

٢٧- يتحرك سلك مستقيم حر الحركة يمر به تيار كهربى موضوع عموديًا على فيض مغناطيسى.
لاختلاف محصلة كثافة الفيض المغناطيسـى الأصلى والفيض المغناطيسى الناتج عن التيار على جانبى السـلك فيتحرك السـلك من الموضع الأعلى فى كثافة الفيض المغناطيسـى إلى الموضع الأقل فى كثافة الفيض المغناطيسى.

٢٨- قد لا يتحرك سلك مستقيم حر الحركة يمر به تيار بالرغم من وضعه فى مجال مغناطيسى منتظم.
لأن السـلك قد يكون موازيًا للفيض المغناطيسى فتكون ($\theta = 0°$) والقوة تتعين من العلاقة ($F = BI\ell \sin\theta$) وبالتالى ($F = 0$).

٢٩- تجاذب سلكين متوازيين مستقيمين إذا كان التيار المار بهما فى نفس الاتجاه.
لأن محصلة كثافة الفيض المغناطيسى بين السلكين أقل منها خارجهما فتتولد قوة مغناطيسية تحرك السلكين من الموضع الأعلى فى كثافة الفيض إلى الموضع الأقل فيتجاذبا.

٣٠- تنافر سلكين متوازيين مستقيمين إذا كان التيار المار بهما فى اتجاهين متضادين.
لأن محصلة كثافة الفيض المغناطيسـى خارج السـلكين أقل منها بينهما فتتولد قوة تحرك السلكين من الموضع الأعلى فى كثافة الفيض إلى الموضع الأقل فيتنافرا.

٣١- إذا مر تيار كهربى فى كل من ملف حلزونى وسـلك مستقيم منطبق على محور الملف فإن السلك لا يتأثر بقوة مغناطيسية.
لأنـه عند مرور تيار كهربى فى ملف حلزونى تكون خطوط الفيض المغناطيسـى عند محور الملـف متوازية وموازية لمحـور الملف فيكون السـلك موازيًا للمجال المغناطيسـى وتكون ($\theta = 0°$) والقوة تتعين من العلاقة ($F = BI\ell \sin\theta$) فبالتالى ($F = 0$).

٣٢- * قد لا يتولد عزم ازدواج على ملف مستطيل يمر به تيار موضوع فى فيض مغناطيسى.
* قد لا يتحرك ملف مستطيل (قابل للدوران) يمر به تيار كهربى مستمر وموضوع فى مجال مغناطيسى.
لأنه عندما يكون مسـتوى الملف عموديًا على الفيض المغناطيسـى تصبح القوتين المؤثرتين على كل ضلعين متقابلين للملف متسـاويتين مقدارًا ومتضادتان اتجاهًا وخط عملهما على استقامة واحدة فتنعدم محصلتهما ولا يتولد عنهما عزم ازدواج.

٣٣- يتناقص عزم الازدواج المؤثر على ملف مستطيل يمر به تيار كهربى معلق بين قطبى مغناطيس أثناء دورانه ابتداءً من الوضع الذى يكون فيه مستواه موازيًا للمجال المغناطيسى حتى يصبح مستواه عموديًا على المجال.

لأنه بدوران الملف من الوضع الموازى لخطوط الفيض المغناطيسى تقل الزاوية بين العمودى على مستوى الملف وخطوط الفيض المغناطيسى (θ) فيقل عزم الازدواج تبعًا للعلاقة ($\tau = BIAN \sin \theta$) حتى ينعدم عندما يصبح مستوى الملف عمودى على المجال.

٣٤- يتصل ملف الجلفانومتر ذو الملف المتحرك بزوج من الملفات الزنبركية.

لتعملا كوصلات لدخول وخروج التيار من الملف وكذلك للتحكم فى حركة الملف فعندما يتزن عزم الازدواج الناشئ عن مرور التيار فى الملف مع عزم الازدواج الناشئ عن لىّ الملفات الزنبركية يستقر الملف فى وضع يشير فيه المؤشر إلى قيمة شدة التيار المار فى ملف الجلفانومتر وكذلك يعملان على أن يعود المؤشر إلى وضعه الأصلى فى حالة انقطاع التيار.

٣٥- يرتكز ملف الجلفانومتر على حوامل من العقيق.

لتقليل الاحتكاك وتسهيل حركة الملف.

٣٦- يوجد داخل ملف الجلفانومتر أسطوانة من الحديد المطاوع.

لتعمل على تركيز وتكثيف الفيض المغناطيسى داخل الملف لكبر معامل النفاذية المغناطيسية للحديد المطاوع فتزداد كثافة الفيض المغناطيسى وبالتالى تزداد حساسية الجهاز.

٣٧- قطبى المغناطيس الدائم فى الجلفانومتر مقعرين.

حتى تكون خطوط الفيض بينهما على هيئة أنصاف أقطار وبالتالى فى أى وضع للملف تكون خطوط الفيض موازية لمستوى الملف وعمودية على الضلعين الطوليين وهذا بدوره يجعل زاوية انحراف المؤشر تتناسب طرديًا مع شدة التيار المار فى الملف.

٣٨- تدريج الجلفانومتر ذو الملف المتحرك منتظم وصفر تدريجه فى المنتصف.

التدريج منتظم لأن زاوية الانحراف تتناسب طرديًا مع شدة التيار وصفر تدريجه فى المنتصف حتى يمكن تحديد اتجاه التيار فى ملفه.

٣٩- لا يصلح الجلفانومتر ذو الملف المتحرك لقياس شدة التيار المتردد.

لأن الفيض الناتج عن التيار المتردد يكون متردداً فيتغير اتجاه عزم الازدواج كل نصف دورة ويمنع القصور الذاتى للملف الاستجابة لهذا التغير فى الترددات العالية فيتذبذب المؤشر عند صفر التدريج.

٤٠- لا يصلح الجلفانومتر ذو الملف المتحرك فى قياس شدة التيارات الكهربية العالية.
لأن ملف الجلفانومتر لا يتحمل التيارات الكهربية العالية فعند مرور تيار كهربى شدته كبيرة فى ملف الجلفانومتر يتحول جزء من الطاقة الكهربية إلى طاقة حرارية قد تؤدى إلى انصهار الملف وكذلك يتولد عزم ازدواج كبير قد يؤدى إلى اختلال اتزان الملف.

٤١- فى الأميتر توصل مقاومة صغيرة جدًا (مجزئ التيار) على التوازى مع ملف الجلفانومتر.
حتى تصبح المقاومة الكلية للأميتر صغيرة جدًا فلا تسبب ضعف التيار المراد قياسه ويمر بالمجزئ الجزء الأكبر من التيار لحماية ملف الجلفانومتر من التلف فيمكن استخدام الأميتر فى قياس تيارات عالية.

٤٢- يوصل الأميتر على التوالى فى الدائرة.
حتى يمر به نفس التيار المطلوب قياسه.

٤٣- فى الڤولتميتر توصل مقاومة كبيرة جدًا على التوالى مع ملف الجلفانومتر.
حتى تصبح المقاومة الكلية للڤولتميتر كبيرة فلا يسحب جزء كبير من تيار الدائرة وبالتالى لا يحدث هبوط فى فرق الجهد المقاس كما يمكن استخدام الڤولتميتر فى قياس فروق جهد كبيرة.

٤٤- يوصل الڤولتميتر على التوازى بين طرفى الموصل.
حتى يكون فرق الجهد بين طرفى الڤولتميتر مساوٍ لفرق الجهد المطلوب قياسه.

٤٥- تدريج الأميتر عكس تدريج الأوميتر.
لأن شدة التيار تتناسب عكسيًا مع المقاومة الكلية للدائرة فكلما زادت قيمة المقاومة المقاسة قلت شدة التيار المار فى ملف الجلفانومتر.

٤٦- تدريج الأوميتر غير منتظم وتدريج الأميتر منتظم.
لأن فى الأوميتر تتناسب شدة التيار الكهربى عكسيًا مع المقاومة الكلية للدائرة أما فى حالة الأميتر تتناسب زاوية الانحراف طرديًا مع شدة التيار.

٤٧- يجب أن تكون القوة الدافعة الكهربية للعمود المتصل بالأوميتر ثابتة.
حتى تتناسب شدة التيار تناسبًا عكسيًا مع المقاومة الكلية عند ثبوت فرق الجهد طبقًا لقانون أوم ($V = IR$).

٤٨- توصل مقاومة عيارية كبيرة فى دائرة الأوميتر.
لجعل مؤشر الجلفانومتر ينحرف إلى نهاية التدريج فى حالة عدم وجود مقاومة خارجية (معايرة الأوميتر).

٥٦- عند فتح دائرة مغناطيس كهربى تحدث شرارة كهربية عند موضع قطع التيار.

لأنه عند فتح الدائرة يضمحل التيار فيتولد بين طرفى الملف بالحث الذاتى emf مستحثة طردية كبيرة نسبيًا نظرًا لكبر عدد لفات الملف ($emf \propto N$) وكبر المعدل الزمنى للتغير فى شدة التيار ($emf \propto \frac{\Delta I}{\Delta t}$) ينشأ عنها تيار مستحث طردى فى نفس اتجاه التيار الأصلى يمر على شكل شرر كهربى بين طرفى المفتاح.

٥٧- يوجد ملف حث فى دائرة مصباح الفلورسنت.

لأن ملف الحث يعمل على تفريغ الطاقة المغناطيسية المتولدة فى أنبوبة مفرغة من الهواء وبها غاز خامل، مما يسبب تصادمات بين ذراته تؤدى إلى تأينها واصطدامها مع سطح الأنبوبة المطلى بمادة فلورسية مما يؤدى إلى انبعاث الضوء المرئى.

٥٨- تتولد تيارات دوامية فى قطعة معدنية موضوعة داخل ملف حلزونى متصل بمصدر متردد.

بسبب الحث الكهرومغناطيسى الناتج عن تغير عدد خطوط الفيض المغناطيسى التى تخترق القطعة المعدنية.

٥٩- * عند مرور تيار عالى التردد خلال ملف يحيط بقطعة معدنية قد ترتفع درجة حرارتها إلى درجة الانصهار.

* ارتفاع درجة حرارة أسطوانة من الحديد المطاوع ملفوف حولها ملف متصل بمصدر تيار متردد.

بسبب قطع الفيض المغناطيسى المتغير لقطعة المعدن فتتولد تيارات دوامية وبالتالى يفقد جزء من الطاقة الكهربية على صورة طاقة حرارية تعمل على رفع درجة حرارتها وبالتالى انصهارها.

---

٦٠ يستفاد من التيارات الدوامية فى صهر المعادن.

لأن التيارات الدوامية تعمل على رفع درجة حرارة المعادن وبالتالى انصهارها.

٦١- لا تتولد التيارات الدوامية فى الكتل المعدنية الثابتة إلا إذا كان المجال المغناطيسى المؤثر عليها متغير الشدة.

لأن فى المجال المغناطيسى متغير الشدة يتغير عدد خطوط الفيض المغناطيسى التى تخترق الكتل المعدنية فتتولد فيها تيارات مستحثة (تيارات دوامية).

٥٦- عند فتح دائرة مغناطيس كهربى تحدث شرارة كهربية عند موضع قطع التيار.

لأنه عند فتح الدائرة يضمحل التيار فيتولد بين طرفى الملف بالحث الذاتى emf مستحثة طردية كبيرة نسبيًا نظرًا لكبر عدد لفات الملف ($emf \propto N$) وكبر المعدل الزمنى للتغير فى شدة التيار ($emf \propto \frac{\Delta I}{\Delta t}$) ينشأ عنها تيار مستحث طردى فى نفس اتجاه التيار الأصلى يمر على شكل شرر كهربى بين طرفى المفتاح.

٥٧- يوجد ملف حث فى دائرة مصباح الفلورسنت.

لأن ملف الحث يعمل على تفريغ الطاقة المغناطيسية المتولدة فى أنبوبة مفرغة من الهواء وبها غاز خامل، مما يسبب تصادمات بين ذراته تؤدى إلى تأينها واصطدامها مع سطح الأنبوبة المطلى بمادة فلورسية مما يؤدى إلى انبعاث الضوء المرئى.

٥٨- تتولد تيارات دوامية فى قطعة معدنية موضوعة داخل ملف حلزونى متصل بمصدر متردد.

بسبب الحث الكهرومغناطيسى الناتج عن تغير عدد خطوط الفيض المغناطيسى التى تخترق القطعة المعدنية.

٥٩- * عند مرور تيار عالى التردد خلال ملف يحيط بقطعة معدنية قد ترتفع درجة حرارتها إلى درجة الانصهار.

* ارتفاع درجة حرارة أسطوانة من الحديد المطاوع ملفوف حولها ملف متصل بمصدر تيار متردد.

بسبب قطع الفيض المغناطيسى المتغير لقطعة المعدن فتتولد تيارات دوامية وبالتالى يفقد جزء من الطاقة الكهربية على صورة طاقة حرارية تعمل على رفع درجة حرارتها وبالتالى انصهارها.

---

٦٠ يستفاد من التيارات الدوامية فى صهر المعادن.

لأن التيارات الدوامية تعمل على رفع درجة حرارة المعادن وبالتالى انصهارها.

٦١- لا تتولد التيارات الدوامية فى الكتل المعدنية الثابتة إلا إذا كان المجال المغناطيسى المؤثر عليها متغير الشدة.

لأن فى المجال المغناطيسى متغير الشدة يتغير عدد خطوط الفيض المغناطيسى التى تخترق الكتل المعدنية فتتولد فيها تيارات مستحثة (تيارات دوامية).

٦١- أسلاك المقاومات العيارية ملفوفة لفًا مزدوجًا.
لتلافى تأثير الحث الذاتى للملف حيث يلغى المجال الناتج عن مرور التيار فى أى لفة المجال الناتج عن مرور التيار فى اللفة المجاورة لها ويصبح لها مقاومة أومية ثابتة.

٦٢- القوة الدافعة الكهربية المستحثة فى ملف الدينامو تكون قيمة عظمى عندما يكون مستواه موازيًا لخطوط الفيض المغناطيسى.
لأنه تبعًا للعلاقة ($emf = NBA\omega \sin\theta$) عندما يكون مستوى الملف موازيًا للفيض يكون معدل قطع الملف للفيض أكبر ما يمكن.

٦٣- بدءًا من وضع الصفر يكون متوسط emf المتولدة فى ملف دينامو خلال $\frac{1}{4}$ دورة = متوسط emf المتولدة خلال $\frac{1}{2}$ دورة.
لأن متوسط القوة الدافعة الكهربية خلال $\frac{1}{4}$ دورة يحسب من العلاقة
$((emf)_{\frac{1}{4}} = N\left(\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}\right)_{\frac{1}{4}} = N\frac{\phi_m}{\frac{T}{4}})$ وتضاعف التغير فى الفيض المغناطيسى خلال $\frac{1}{2}$ دورة يقابله تضاعف للزمن الحادث فيه فيكون معدل التغير فى الفيض المغناطيسى كما هو دون تغير
حيث $((emf)_{\frac{1}{2}} = N\left(\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}\right)_{\frac{1}{2}} = N\frac{2\,\phi_m}{\frac{T}{2}} = N\frac{\phi_m}{\frac{T}{4}})$.

٦٤- متوسط emf المتولدة فى ملف الدينامو خلال دورة كاملة = صفر.
لأن متوسط emf المستحثة فى النصف الأول للدورة يساوى متوسط emf المستحثة فى النصف الثانى للدورة ويضاده فى الاتجاه فتكون محصلتهما = صفر.

٦٥- القيمة المتوسطة للتيار المتردد خلال دورة كاملة للملف = صفر.
لأن متوسط شدة التيار فى النصف الأول للدورة يساوى متوسط شدة التيار فى النصف الثانى للدورة ويضاده فى الاتجاه فتكون محصلتهما = صفر.

٦٦- مقوم التيار يعطى تيارًا موحد الاتجاه فى الدينامو.
لأنه عندما يبدأ التيار فى تغيير اتجاهه داخل الملف يتبادل نصفا الأسطوانة (المقوم المعدنى) مكانيهما بالنسبة لفرشتى الجرافيت فيصبح اتجاه التيار فى الدائرة الخارجية موحد الاتجاه.

٦٧- تتصل أطراف ملفات الدينامو بأسطوانة معدنية مجوفة مشقوقة إلى عدد من الأجزاء يساوى ضعف عدد الملفات.
حتى تلامس الفرشتان دائمًا جزئى الأسطوانة المتصلين بالملف الموازى لخطوط الفيض المغناطيسى فيصبح التيار دائمًا نهاية عظمى ويكون ثابت الشدة تقريبًا وبالتالى يمكن الحصول على تيار مقوم.

٦٨- يصنع قلب المحول الكهربى من شـرائح رقيقة من الحديد المطاوع السـيليكونى معزولة عن بعضها البعض.
لأن معامل النفاذية المغناطيسية للحديد المطاوع السيليكونى كبير فيعمل على تركيز الفيض المغناطيسـى كما أن المقاومة النوعية له كبيرة وعندما يكون القلب على شـكل شرائح رقيقة معزولة تزداد مقاومته وهذا يحد من التيارات الدوامية ويقلل الطاقة الكهربية المفقودة.

٦٩) أسطوانة الحديد المطاوع فى الأميتر غير مقسمة إلى شرائح معزولة.
لأن الأميتر يقيس تيار مستمر فلا تتولد فيه تيارات دوامية إلا لحظة فتح أو غلق الدائرة فقط.

٧٠) تصنع ملفات المحول الكهربى من أسلاك نحاسية.
لصغر المقاومة النوعية للنحاس فتكون مقاومة الملفات صغيرة وتقل الطاقة المفقودة فيها على شكل حرارة وبالتالى تقل القدرة المفقودة فى الأسلاك.

٧١) لا يستهلك المحول طاقة عند فتح دائرة ملفه الثانوى رغم توصيل ملفه الابتدائى بمصدر كهربى.
لأن عند فتح دائرة ملفه الثانوى يتولد فى الملف الابتدائى emf مستحثة عكسية بالحث الذاتى تساوى تقريبًا emf للمصدر فتكاد تنعدم الطاقة المستهلكة فى الملف الابتدائى.

٧٢) * لا يصلح المحول الكهربى فى رفع أو خفض قوة دافعة كهربية مستمرة.
* لا يعمل المحول الكهربى إذا وصل ملفه الابتدائى بمصدر تيار مستمر.
لأن أساس عمل المحول الكهربى هو الحث المتبادل، والفيض المغناطيسى الناشئ عن التيار المستمر ثابت فلا تتولد emf مستحثة فى الملف الثانوى إلا لحظة غلق أو فتح الدائرة.

٧٣) يعمل المحول عند غلق دائرة ملفه الثانوى.
لأنه لحظة غلق دائرة الملف الثانوى ومرور تيار فيه فإن الفيض الناتج عن تيار الملف الثانوى يقطع لفات الملف الابتدائى ويقاوم التغير فى الفيض المغناطيسى فى الملف الابتدائى وبالتالى تقل القوة الدافعة المستحثة العكسية المتولدة فيه بالحث الذاتى وتستنفذ طاقة كهربية فيه.

٧٤) يعتبر المحول الخافض للجهد رافعًا للتيار بينما المحول الرافع للجهد خافضًا للتيار.
لأنه باعتبار أن القدرة ثابتة نجد أن فرق الجهد يتناسب عكسيًا مع شدة التيار تبعًا للعلاقة $\left(I = \frac{P_w}{V}\right)$.

٧٥) استخدام محولات رافعة للجهد عند محطات التوليد الكهربية.
لأن المحـولات الرافعة ترفع الجهد عند المحطات فيؤدى ذلك إلى انخفاض شـدة التيار فى الملف الثانوى مما يقلل من الفقد فى القدرة عبر الأسلاك حيث $(P_w \propto I^2)$.

٧٦) تُنقل القدرة الكهربية من محطة توليد الكهرباء إلى المستهلك تحت فرق جهد مرتفع وتيار ضعيف.

حتى تقل القدرة المفقودة فى أسلاك النقل لأن القدرة تتناسب طرديًا مع مربع شدة التيار $(P_w = I^2R)$.

---

٧٧) لا يوجد محول مثالى (كفاءته 100%).

لتعدد صور فقد الطاقة الكهربية فى المحول، فقد يكون الفقد فى صورة فقد جزء من خطوط الفيض الناتجة من الملف الابتدائى فلا تقطع الملف الثانوى أو فى صورة حرارة بسبب مقاومة الأسلاك والتيارات الدوامية أو فى صورة طاقة ميكانيكية لتحريك جزيئات القلب الحديدى المغناطيسية.

---

٧٨) قلب الحديد المطاوع فى المحرك الكهربى مكون من أقراص رقيقة معزولة عن بعضها.

للحد من التيارات الدوامية.

*** يستمر دوران ملف الموتور رغم مروره بالوضع العمودى على اتجاه خطوط الفيض.**

*** عدم توقف ملف الموتور الكهربى عند ملامسة فرشتى الجرافيت للمادة العازلة بين نصفى الأسطوانة.**

لأن القصور الذاتى يعمل على استمرار الملف فى الدوران ويتبادل نصفا الأسطوانة موضعيهما بالنسبة لفرشتى الجرافيت فينعكس اتجاه التيار فى الملف ويستمر دوران الملف فى نفس الاتجاه.

---

٧٩) استمرار دوران ملف المحرك الكهربى فى نفس الاتجاه.

لأن الأسطوانة المعدنية المشقوقة إلى نصفين معزولين عن بعضهما تعمل على عكس اتجاه التيار فى ملف المحرك كل نصف دورة فيدور الملف فى نفس الاتجاه مكملًا دورة كاملة.

---

٨٠) لزيادة قدرة الموتور يتم استخدام عدة ملفات بينها زوايا صغيرة متساوية.

للاحتفاظ بعزم دوران ثابت عند النهاية العظمى حيث يتواجد دائمًا ملف موازيًا للفيض المغناطيسى فيتأثر بأكبر عزم ازدواج وهكذا تدور الملفات بسرعة أكبر وتزداد كفاءة دوران المحرك.

---

٨١) سرعة دوران ملف الموتور منتظمة.

لتولد emf مستحثة عكسية فى ملف الموتور أثناء دورانه تتناسب طرديًا مع سرعة دوران الملف بسبب قطعه لخطوط الفيض المغناطيسى فتعمل على انتظام سرعة دوران ملف الموتور.

٨٢- يفضل التيار المتردد عن التيار المستمر فى نقله من أماكن تولده لأماكن استهلاكه.
لأن التيار المستمر لا يمكن رفع أو خفض قيمة شدته أو جهده ويُفقد من قدرته قدر كبير أثناء نقله أما التيار المتردد فإنه يمكن رفع قيمة جهده وخفض قيمة شدته عند أماكن التوليد بواسطة المحولات الكهربية الرافعة للجهد، وبالتالى تقل قيمة القدرة المفقودة منه أثناء نقله.

٨٣- يستخدم الأميتر الحرارى لقياس شدة التيار المستمر والقيمة الفعالة للتيار المتردد.
لأن الأميتر الحرارى يقيس شدة التيار على أساس التمدد الذى تحدثه الحرارة التى يولدها التيار فى سلك من الأيريديوم البلاتينى وهى خاصية لا تعتمد على اتجاه التيار.

٨٤- يوصل الأميتر الحرارى فى الدائرة الكهربية على التوالى.
حتى يمر بالأميتر الحرارى التيار المراد قياس شدته.

٨٥- يوجد خطأ فى دلالة الأميتر الحرارى يسمى الخطأ الصفرى.
لأن سلك الأيريديوم البلاتينى يتأثر بدرجة حرارة الجو ارتفاعًا وانخفاضًا.

٨٦- غالبًا ما يشد سلك الأيريديوم البلاتينى فى الأميتر الحرارى على لوحة من مادة لها نفس معامل تمدد السلك مع عزله عنها.
للتغلب على الخطأ فى دلالة الأميتر الحرارى الناتج عن تأثر سلك الأيريديوم البلاتينى بدرجة حرارة الجو (الخطأ الصفرى).

---

٨٧ - تدريج الأميتر الحرارى غير منتظم.
لأن كمية الحرارة المتولدة فى السلك تتناسب طرديًا مع مربع شدة التيار المار به (I^2).

٨٨- فرق الجهد والتيار لهما نفس الطور فى مقاومة أومية عديمة الحث.
لأن فرق الجهد اللحظى عبر المقاومة يحسب
من العلاقة :

$$V = V_{max} \sin \omega t \qquad ①$$

من قانون أوم

$$I = \frac{V}{R} = \frac{V_{max}}{R} \sin \omega t$$

$$\therefore I = I_{max} \sin \omega t \qquad ②$$

من المعادلتين ① ، ② نجد أن فرق الجهد الكلى والتيار متفقان فى الطور.

٨٩- • مرور التيار المتردد فى ملف حث عديم المقاومة لا ينتج عنه فقد فى القدرة الكهربية.
• فى دائرة تيار متردد تحتوى على ملف حث عديم المقاومة تكون القدرة المستنفذة فى الملف خلال دورة كاملة تساوى صفر.
لأن الممانعة لمرور التيار تكون بواسطة القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة فى الملف يقوم الملف بتخزين الطاقة الكهربية فى صورة مجال مغناطيسى.

٩٠- * تعتبر دائرة التيار المتردد التى تحتوى على ملف حث عديم المقاومة عند الترددات العالية جدًا دائرة مفتوحة.

* تصل المفاعلة الحثية لملف الحث لقيم كبيرة جدًا عند الترددات العالية.

لأن المفاعلة الحثية للملف تتناسب طرديًا مع تردد المصدر تبعًا للعلاقة ($X_L = 2\pi fL$) ولذلك عند الترددات العالية جدًا تصبح قيمة (X_L) كبيرة جدًا وتعتبر الدائرة مفتوحة.

٩١- تزداد المفاعلة الحثية لملف عند وضع قضيب من الحديد المطاوع داخله وإمرار نفس التيار المتردد فيه.

لأن المفاعلة الحثية لملف تتناسب طرديًا مع معامل حثه الذاتى تبعًا للعلاقة ($X_L = 2\pi fL$) والذى يتناسب طرديًا مع معامل نفاذية الوسط تبعًا للعلاقة ($L = \frac{\mu AN^2}{l}$) وحيث أن معامل نفاذية الحديد المطاوع أكبر من معامل نفاذية الهواء فتزداد المفاعلة الحثية للملف.

٩٢- عند قطع جزء من لفات ملف حلزونى وتوصيل الجزء الباقى بنفس المصدر المتردد فإن مفاعلته الحثية تقل.

لأن قطع جزء من لفاته يقلل عدد اللفات وكذلك الطول بنفس النسبة مما يقلل من معامل الحث الذاتى تبعًا للعلاقة ($L = \frac{\mu AN^2}{l}$)، وبالتالى يقلل من مفاعلته الحثية للتيار المتردد تبعًا للعلاقة ($X_L = 2\pi fL$).

٩٣- عند توصيل مجموعة من ملفات الحث على التوازى فإن المفاعلة الحثية المكافئة لها تكون أقل من المفاعلة الحثية لأى منها.

لأن مقلوب المفاعلة الحثية الكلية للملفات يساوى مجموع مقلوب المفاعلات الحثية لكل الملفات ($\frac{1}{X_L} = \frac{1}{(X_L)_1} + \frac{1}{(X_L)_2} + \frac{1}{(X_L)_3} + \cdots$).

٩٤- عند توصيل مكثف بمصدر تيار مستمر فإن التيار يمر لفترة قصيرة ثم ينعدم.

لأنه عند توصيل المكثف بمصدر كهربى مستمر يمر التيار فتتراكم شحنات كهربية متضادة على لوحى المكثف وينشأ بينهما فرق جهد اتجاهه عكس اتجاه فرق جهد المصدر ويزداد هذا الجهد بمرور الزمن ويقل التيار حتى ينعدم عندما يتساوى فرق الجهد بين لوحى المكثف مع فرق جهد المصدر.

٩٥ ؟ لا يمر التيار المستمر فى دائرة المكثف، بينما يمر التيار المتردد فيها.

لأن المكثف لا يسمح بمرور التيار المستمر داخله لوجود المادة العازلة ولكن يمر تيار لحظى فقط عند لحظة التوصيل ويتوقف هذا التيار عند تمام شحن المكثف، ولكن عند توصيل المكثف بمصدر تيار متردد فإن المكثف يكون فى حالة شحن وتفريغ دائم ويمر التيار فى الدائرة الموجود بها المكثف.

حل آخر

لأن المفاعلة السعوية للمكثف للتيار المستمر لانهائية والمفاعلة السعوية للمكثف للتيار المتردد تتناسب عكسيًا مع تردد التيار $\left(X_C = \frac{1}{2\pi fC}\right)$.

٩٦ * لا تسبب المفاعلة السعوية للمكثف فقد فى القدرة الكهربية.

* لا يوجد فقد فى القدرة الكهربية على صورة طاقة حرارية أثناء مرور التيار المتردد فى دائرة بها مكثف بسبب مفاعلته السعوية.

لأن المكثف يخزن الطاقة الكهربية على صورة مجال كهربى.

٩٧ تقل المفاعلة السعوية لمكثف عند زيادة تردد التيار المار فيه.

لأن المفاعلة السعوية للمكثف تتناسب عكسيًا مع تردد المصدر تبعًا للعلاقة $\left(X_C = \frac{1}{2\pi fC}\right)$.

٩٨ عند مرور تيار كهربى ذو تردد عالى فى دائرة تحتوى على مكثف فإن الدائرة الكهربية تعتبر مغلقة.

لأن المفاعلة السعوية للمكثف تتناسب عكسيًا مع تردد المصدر تبعًا للعلاقة $\left(X_C = \frac{1}{2\pi fC}\right)$

ولذلك عند الترددات العالية جدًا تصبح قيمة (X_C) صغيرة جدًا وتعتبر الدائرة مغلقة.

٩٩ عند توصيل مجموعة من المكثفات على التوازى فإن المفاعلة السعوية للمجموعة تكون أقل من المفاعلة السعوية لكل مكثف منفردًا.

- لأن السعة المكافئة (C) لمجموعة من المكثفات متصلة معًا على التوازى تكون أكبر من سعة كل مكثف منفردًا تبعًا للعلاقة $(C = C_1 + C_2 + C_3 + ...)$ والمفاعلة السعوية تتناسب عكسيًا مع سعة المكثف تبعًا للعلاقة $\left(X_C = \frac{1}{2\pi fC}\right)$.

١٠٠) المفاعلة الحثية للملف للتيار المستمر تساوى صفر، بينما المفاعلة السعوية للتيار المستمر تساوى مالانهاية.

لأن التيار المستمر ثابت الشدة وموحد الاتجاه فيكون تردده مساويًا للصفر $(f = 0)$ فيكون $\left(X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \infty\right)$ و $(X_L = 2\pi fL = 0)$.

١٠١ - لا تتغير قيمة المقاومة الأومية بتغير تردد المصدر، بينما للمفاعلة الحثية أو السعوية قيم متعددة عند تغير تردد المصدر.

لأن المقاومة الأومية لا تتوقف على التردد فلا تتغير قيمتها بتغير التردد، بينما تتوقف كل من المفاعلة الحثية والسعوية على تردد المصدر تبعًا للعلاقتين $(X_L = 2\pi fL , X_C = \frac{1}{2\pi fC})$ فيكون للمفاعلة قيم متعددة حسب تردد المصدر.

١٠٢ - من المستحيل عمليًا إنتاج ملف حث عديم المقاومة.

لأن أى ملف يمتلك قدر ولو ضئيل من المقاومة الداخلية الناتجة عن مقاومة الأسلاك المستخدمة فى صناعته.

١٠٣ - إذا وصل ملف حث له مقاومة أومية بمصدر تيار كهربى متردد فإن فرق الجهد الكلى يتقدم على شدة التيار بزاوية θ حيث $(0° < \theta < 90°)$.

لأن التيار وفرق الجهد عبر المقاومة الأومية يتفقان فى الطور، بينما فى الملف يتقدم فرق الجهد على التيار بزاوية 90° بسبب حثه الذاتى، وبالتالى يتقدم فرق الجهد الكلى على التيار بزاوية θ تحسب من العلاقة $\left(\tan\theta = \frac{V_L}{V_R}\right)$.

١٠٤ - إذا وصل مكثف بمقاومة أومية ومصدر تيار كهربى متردد على التوالى فإن الجهد الكلى يتأخر بزاوية طور θ على التيار حيث $(0° < \theta < 90°)$.

لأن التيار وفرق الجهد عبر المقاومة الأومية يتفقان فى الطور، بينما يتقدم التيار على فرق الجهد عبر المكثف بزاوية 90°، وبالتالى فإن الجهد الكلى يتأخر عن التيار بزاوية θ تحسب من العلاقة $\left(\tan\theta = \frac{-V_C}{V_R}\right)$.

١٠٥ - تكون القدرة الحقيقية المستنفذة فى دائرة RLC هى القدرة المستنفذة عبر المقاومة الأومية.

لأن المقاومة الأومية تستنفذ جزء من الطاقة الكهربية فى صورة طاقة حرارية، أما الملف يقوم بتخزين الطاقة الكهربية على صورة مجال مغناطيسى والمكثف يخزنها على صورة مجال كهربى.

١٠٦ ـ لا يمكن جمع الجهود جبريًا فى حالة استخدام تيار متردد يمر فى دائرة RLC
لأنه فى ملف الحث يتقدم فرق الجهد (V_L) على التيار (I) بزاوية 90°، وعبر المكثف يتخلف فرق الجهد (V_C) عن التيار (I) بزاوية 90°، أما فى حالة مقاومة أومية عديمة الحث يكون فـرق الجهد والتيار لهما نفس الطور، وبالتالى لا يمكن جمع الجهود لأنها تعامل كمتجهات فيتم جمعها جمع اتجاهى ($V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$).

١٠٧) فى الدائرة المهتزة تتوقف عملية الشحن والتفريغ بعد فترة.
لوجود مقاومة فى الملف والأسلاك الأخرى فيتحول جزء من الطاقة إلى حرارة تدريجيًا مما يؤدى إلى فقد جزء من الطاقة فتقل شـدة التيار المتردد فـى الدائرة وتقل النهاية العظمى لفرق الجهد بين لوحى المكثف تدريجيًا إلى أن تنعدم.

١٠٨ـ لكى تستمر عملية الشحن والتفريغ فى الدائرة المهتزة يجب تغذية المكثف بشحنات إضافية كل فترة.
لتعويض الفقد المستمر فى الطاقة الكهربية الناتج عن مقاومة الملف والأسلاك الأخرى.

١٠٩ * فى حالة الرنين فى دائرة تيار متردد تكون شدة التيار نهاية عظمى.
* مقاومة دائرة الرنين تساوى مقاومتها الأومية.
* فى حالة الرنين فى دائرة تيار متردد يكون التيار والجهد الكلى فى نفس الطور.
لأن المفاعلة الحثية للملف (X_L) تتسـاوى مع المفاعلة السعوية للمكثف (X_C) وتلاشى كل منهما تأثير الأخرى ويصبح للدائرة أقل معاوقة وهى المقاومة الأومية ($Z = R$) فتكون شدة التيار نهاية عظمى حيث ($I \propto \frac{1}{Z}$) ويصبح فرق الجهد الكلى والتيار لهما نفس الطور.

١١٠) الضوء الصادر من المصادر المشعة يختلف باختلاف درجة حرارة المصدر.
لأن المصادر المشـعة لا تشـع كل الأطوال الموجية بنفس المقدار بل تختلف شـدة الإشعاع مع الطول الموجى والطول الموجى الذى تكون له أقصى شدة إشعاع يتناسب عكسيًا مع درجة حرارة المصدر طبقًا لقانون ڤين ($\lambda_m \propto \frac{1}{T}$).

١١١ * تقع أقصى شدة إشعاع للإشعاع الصادر من الأرض فى نطاق الأشعة تحت الحمراء.
* عدم رؤية الإشعاعات الصادرة من الأرض أو جسم الإنسان.
نظرًا لانخفاض درجة حرارة الأرض أو جسـم الإنسان فإن الإشـعاعات الصادرة منها تكون ذات أطوال موجية كبيرة نسـبيًا حسـب قانون ڤين ($\lambda_m \propto \frac{1}{T}$) فتكون فى منطقة الأشعة تحت الحمراء غير المرئية.

١١٢- يزاح اللون الظاهر للإشعاعات الناتجة عن تسخين جسم حتى يصبح مضيء من الأحمر إلى الأصفر ثم أخيرًا إلى الأزرق كلما زادت درجة الحرارة.
لأنه طبقًا لقانون ڤين تقل قيمة الطول الموجى المصاحب لأقصى شدة إشعاع بزيادة درجة الحرارة فيتحول اللون من الأحمر (طول موجى كبير) إلى الأزرق (طول موجى صغير) تدريجيًا.

١١٣- لم تستطع الفيزياء الكلاسيكية تفسير منحنيات بلانك.
لأن الفيزياء الكلاسيكية تتوقع أن شدة إشعاع الموجات الكهرومغناطيسية تزداد بزيادة التردد (نقص الطول الموجى)، ولكن منحنيات بلانك توضح أن شدة الإشعاع تكاد تنعدم عند الترددات العالية (الأطوال الموجية القصيرة).

١١٤- الأنود فى الخلية الكهروضوئية عبارة عن سلك رفيع.
حتى لا يحجب الضوء الساقط على الكاثود.

١١٥- لم تستطع الفيزياء الكلاسيكية تفسير الظاهرة الكهروضوئية.
لأنه تبعًا للفيزياء الكلاسيكية يتوقف انطلاق الإلكترونات على شدة الموجة الساقطة وزمن التعرض لها بصرف النظر عن ترددها، ولكن وجد أن انطلاق الإلكترونات يتوقف فقط على تردد الضوء الساقط فلابد له أن يكون مساوى أو أكبر من التردد الحرج لسطح المعدن.

١١٦- انطلاق الإلكترونات فى الظاهرة الكهروضوئية يتوقف على تردد الضوء وليس على شدته.
لأن الإلكترونات لا تنطلق إلا إذا كان تردد الضوء الساقط أعلى من أو يساوى التردد الحرج مهما كانت شدته.

١١٧- يمكن أن تسقط فوتونات على سطح معدنى ولا تسبب انبعاث إلكترونات كهروضوئية.
لأن طاقة الفوتون الساقط فى هذه الحالة تكون أقل من دالة الشغل للسطح فلا يتحرر الإلكترون من سطح المعدن.

١١٨- تنبعث إلكترونات من سطح فلز حساس عند سقوط ضوء أزرق خافت عليه بينما لا تنبعث إلكترونات عند سقوط ضوء أحمر له شدة عالية على سطح نفس الفلز.
لأن الضوء الأزرق له تردد عالى أكبر من التردد الحرج للفلز فيسبب انبعاث إلكترونات من سطح المعدن بينما الضوء الأحمر له تردد منخفض تكون قيمته أقل من قيمة التردد الحرج للفلز فلا يسبب انبعاث إلكترونات من سطح المعدن مهما كانت شدته (عدد الفوتونات).

١١٩- يمكن أن تنطلق الإلكترونات الكهروضوئية مكتسبة طاقة حركة.
لأن طاقة الفوتون الساقط ($h\upsilon$) فى هذه الحالة أكبر من دالة الشغل للسطح (E_w) لذلك فإن فرق الطاقة يكتسبه الإلكترون المنبعث على شكل طاقة حركة تبعًا للعلاقة ($KE = h\upsilon - E_w$).

١٢٠- عند سقوط فوتون عالى التردد على إلكترون حر تزداد سرعة الإلكترون ويقل تردد الفوتون.
لأنه تبعًا لظاهرة كومتون فإن الإلكترون يكتسب جزء من طاقة الفوتون الساقط فتزداد سرعة الإلكترون وتتشتت ويقل تردد الفوتون نتيجة نقص طاقته.

١٢١ ظاهرة كومتون تثبت الخاصية الجسيمية للضوء.
لأنها توضح أن الفوتون يتصادم مع الإلكترون كجسيم له كمية تحرك (mc) أى له كتلة وسرعة.

١٢٢ عند انشطار النواة تنتج كمية هائلة من الطاقة.
لأن انشطار النواة يصحبه نقص فى الكتلة يتحول إلى طاقة تبعًا لعلاقة أينشتين ($E = mc^2$) وقد وجد أن النقص فى الكتلة صغير جدًا لكنه يتحول إلى طاقة هائلة لأنه مضروب فى مقدار كبير جدًا هو مربع سرعة الضوء ($c^2 = 9 \times 10^{16}\ m^2/s^2$).

س١ للضوء طبيعة مزدوجة جسيمية وموجية.
لأن الفوتونات لها كتلة وكمية تحرك أثناء حركتها وهذه خصائص جسيمية وكذلك لها تردد وطول موجى وهذه خصائص موجية.

١٢٤ أ * يقل الطول الموجى للموجة المصاحبة لحركة الإلكترون بزيادة كمية تحركه.
* يقل الطول الموجى للموجة المصاحبة لحركة الإلكترون بزيادة سرعته.
لأن الطول الموجى للموجة المصاحبة للإلكترون يتناسب عكسيًا مع كمية تحركه وكذلك سرعته تبعًا لعلاقة دى برولى ($\lambda = \frac{h}{P_L} = \frac{h}{mv}$).

١٢٥ القوة التى يؤثر بها شعاع ضوئى لا يظهر تأثيرها على حائط بينما يمكن أن يظهر تأثيرها على إلكترون.
لأن القوة التى تؤثر بها حزمة من الفوتونات تتعين من العلاقة ($F = \frac{2P_w}{c}$) وحيث أن سرعة الضوء كبيرة جدًا فإن القوة تكون صغيرة جدًا فلا يظهر تأثيرها على الحائط لكبر كتلته ولكن يظهر تأثيرها على الإلكترون وذلك لصغر كتلة الإلكترون.

١٢٦ لا يصلح الميكروسكوب الضوئى فى رؤية تفاصيل الڤيروسات.
لأن شرط التكبير أن يكون الطول الموجى للأشعة الساقطة على الجسيم أقل من أبعاد الجسيم والطول الموجى للأشعة الضوئية أكبر من أبعاد الڤيروس فلا تتكون صورة له بهذه الأشعة.

١٢٧ عدم قدرة الضوء المرئى على النفاذ خلال كثير من المواد.
لأن الطول الموجى للضوء المرئى أكبر من المسافات البينية بين جزيئات هذه المواد فتعامل الفوتونات السطح كسطح متصل فلا يستطيع الضوء النفاذ.

١٢٨ كلما زاد فرق الجهد بين الكاثود والأنود فى الميكروسكوب الإلكترونى يقل الطول الموجى للموجة المصاحبة لحركة الإلكترون.
لأنه بزيادة فرق الجهد تزداد طاقة حركة الإلكترون وبالتالى تزداد سرعته ($v^2 \propto V$) ويقل الطول الموجى للموجة المادية المصاحبة له حيث أن السرعة والطول الموجى يتناسبان عكسيًا تبعًا لعلاقة دى برولى ($\lambda = \frac{h}{mv}$).

ماذا يحدث

١- ارتفاع درجة حرارة موصل من حيث مقاومته.
تزداد مقاومة الموصل.

٢- زيادة شدة التيار المار فى موصل للضعف بالنسبة لقيمة مقاومته.
تظل المقاومة ثابتة.

٣- زيادة مساحة مقطع موصل إلى الضعف ونقص طوله إلى النصف بالنسبة لمقاومة الموصل.

$$\frac{R_1}{R_2}=\frac{l_1 A_2}{l_2 A_1}=\frac{2l\times 2A}{l\times A}=\frac{4}{1}$$

$$\therefore R_2=\frac{1}{4}R_1$$

∴ تقل مقاومة الموصل إلى الربع.

٤- زيادة طول موصل إلى الضعف مع إنقاص قطره إلى النصف بالنسبة لمقاومة الموصل.

$$\frac{R_1}{R_2}=\frac{l_1 r_2^2}{l_2 r_1^2}=\frac{l\times\frac{1}{4}r^2}{2l r^2}=\frac{1}{8}$$

$$\therefore R_2=8R_1$$

∴ تزداد مقاومة الموصل إلى ثمانية أمثال قيمتها.

٥- ارتفاع درجة حرارة موصل بالنسبة لتوصيليته الكهربية.
تقل التوصيلية الكهربية للموصل.

٦- توصيل مقاومتين على التوازى قيمة إحداهما واحد أوم بالنسبة لقيمة المقاومة المكافئة.
تكون قيمة المقاومة المكافئة $(\grave{R})$ أقل من 1 Ω لأنه فى التوصيل على التوازى تتعين $\grave{R}$ من العلاقة $\left(\grave{R}=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}\right)$، وفى هذه الحالة تكون $\left(\grave{R}=\frac{R_1}{R_1+1}\right)$.

٧- إزالة بعض من مصابيح التنجستين المتصلة معًا على التوازى فى دائرة بالنسبة لإضاءة كل مصباح وكذلك الإضاءة الكلية.
يظل فرق الجهد بين طرفى كل مصباح ثابتًا ويساوى فرق جهد المصدر وبالتالى تظل القدرة المستنفذة بين طرفى كل مصباح ثابتة تبعًا للعلاقة $\left(P_w=\frac{V^2}{R}\right)$ فتظل إضاءة المصباح الواحد ثابتة ولكن تقل الإضاءة الكلية للمصابيح.

٨- زيادة فرق الجهد بين طرفى موصل للضعف بالنسبة لشدة التيار المار به والقدرة المستنفذة.
تزداد شدة التيار للضعف تبعًا للعلاقة ($V = IR$) وتزداد القدرة المستنفذة لأربعة أمثال تبعًا للعلاقة ($P_w = \frac{V^2}{R}$).

٩- عدم سحب تيار من مصدر كهربى بالنسبة لفرق الجهد بين طرفيه.
يصبح فرق الجهد بين طرفى المصدر مساويًا للقوة الدافعة الكهربية له، لأنه تبعًا للعلاقة ($V = V_B - Ir$) عندما تكون $I = 0$ فإن ($V = V_B$).

١٠- زيادة شدة التيار الكهربى المار فى سلك مستقيم بالنسبة لكثافة الفيض الناتج عنه عند نقطة تبعد عنه مسافة معينة.
تزداد كثافة الفيض المغناطيسى تبعًا للعلاقة ($B = \frac{\mu I}{2\pi d}$).

١١- نقص نصف قطر ملف دائرى يمر به تيار كهربى ثابت الشدة بالنسبة لكثافة الفيض عند مركزه.
تزداد كثافة الفيض المغناطيسى عند مركزه تبعًا للعلاقة ($B = \frac{\mu NI}{2r}$).

١٢- مرور تيار كهربى مستمر فى ملف لولبى.
يتولد حول الملف اللولبى وداخله مجال مغناطيسى يشبه إلى حد كبير المجال المغناطيسى لقضيب مغناطيسى.

١٣- وضع ساق من الحديد المطاوع داخل ملف حلزونى يمر به تيار كهربى مستمر.
تزداد كثافة الفيض المغناطيسى على طول محور الملف الحلزونى لأن النفاذية المغناطيسية للحديد المطاوع أكبر من النفاذية المغناطيسية للهواء حيث ($B \propto \mu$).

١٤- قطع ملف حلزونى طوله ℓ وعدد لفاته N من منتصفه وتوصيل أحد النصفين بنفس البطارية (مقاومتها الداخلية مهملة).
تقل مقاومة سلك الملف للنصف حيث ($R \propto \ell$) فتزداد شدة التيار للضعف حيث ($I \propto \frac{1}{R}$) مع ثبوت عدد اللفات فى وحدة الأطوال فتزداد كثافة الفيض المغناطيسى إلى الضعف تبعًا للعلاقة ($B = \frac{\mu NI}{\ell}$).

١٥- قطع ملف حلزونى طوله ℓ وعدد لفاته N من منتصفه وإمرار نفس التيار بأحد النصفين.
تظل كثافة الفيض المغناطيسى ثابتة حيث أن شدة التيار وعدد اللفات فى وحدة الأطوال لا يتغيرا.

١٦
مرور تيار كهربى فى ملف حلزونى ملفوف لفًا مزدوجًا بالنسبة لكثافة الفيض عند محور الملف.
تنعدم كثافة الفيض عند محور الملف لأن المجال الناشئ عن تيار أحد فرعى الملف يلاشى

١٧- مرور تيار كهربى فى نفس الاتجاه فى سلكين متوازيين.

يتجاذب السلكان، لأن محصلة كثافة الفيض المغناطيسى خارج السلكين تكون أكبر من محصلة كثافة الفيض المغناطيسى بينهما.

١٨- مرور تيار كهربى فى اتجاهين متضادين فى سلكين متوازيين.

يتنافر السلكان، لأن محصلة كثافة الفيض المغناطيسى بين السلكين تكون أكبر من محصلة كثافة الفيض المغناطيسى خارجهما.

١٩- وضع سلك يحمل تيار كهربى عمودى على مجال مغناطيسى منتظم.

تنشأ قوة مغناطيسية عمودية على كل من اتجاه التيار الكهربى وخطوط الفيض المغناطيسى.

٢٠- مرور تيار كهربى فى ملف مستطيل موضوع موازيًا لمجال مغناطيسى.

يتأثر الملف بعزم ازدواج له قيمة عظمى لأن الضلعان العموديان على اتجاه الفيض المغناطيسى يتأثرا بقوتين متساويتين فى المقدار ومتضادتين فى الاتجاه وخط عملهما ليس واحدًا.

٢١- مرور تيار مستمر ذو شدة عالية (أكبر من I_g) داخل ملف الجلفانومتر.

يتولد فى الملف عزم ازدواج أكبر من قدرة الملفين الزنبركيين على التحمل مما قد يسبب اختلال اتزان ملف الجلفانومتر وقد يحترق نتيجة الحرارة.

٢٢- مرور تيار متردد داخل ملف الجلفانومتر.

يتذبذب المؤشر حول صفر التدريج فى التيارات عالية التردد حيث لا يستجيب الملف للتغيرات السريعة فى اتجاه التيار بسبب قصوره الذاتى، وإذا كان تردد التيار منخفض يتبدل عزم الازدواج على ضلعى ملف الجلفانومتر ويتحرك المؤشر يمين ويسار صفر التدريج.

٢٣- استبدال الملفين الزنبركيين فى الجلفانومتر بآخرين عزمهما أقل من الموجود بالنسبة لحساسية الجهاز.

تزداد حساسية الجلفانومتر لأن زاوية انحراف المؤشر عن وضع الصفر تزداد لنفس التيار.

٢٤- ؛ صغر مقاومة مجزئ التيار المتصل بالجلفانومتر بالنسبة لحساسية الأميتر.

تقل حساسية الأميتر ويزداد المدى الذى يقيسه لشدة التيار.

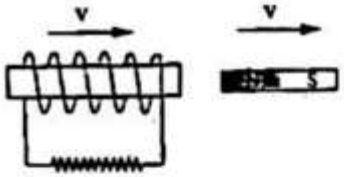
٢٥- توصيل أميتر على التوازى بين طرفى مقاومة أومية فى دائرة كهربية مغلقة من حيث التأثير على فرق الجهد بين طرفيها.
يكـون القياس غير دقيق لأن مقاومة الأميتر صغيرة جـدًا فيمر جزء كبير من تيار الدائرة خلاله وبالتالى يحدث خطأ كبير فى قياس فرق الجهد المقاس.

٢٦- زيادة قيمة مضاعف الجهد المتصل بالجلڤانومتر بالنسبة لحساسية الڤولتميتر.
تقل حساسية الڤولتميتر ويمكن قياس فروق جهد أعلى به.

٢٧- * عدم وجود مقاومة عيارية كبيرة فى دائرة الأوميتر.
* عدم وجود مقاومة متغيرة فى دائرة الأوميتر.
تتعذر معايرة الأوميتر فلا يمكن استخدامه فى قياس مقاومة مجهولة كما يمكن أن يمر تيار كبير يسبب احتراق ملف الجلڤانومتر.

٢٨- إدخال مغناطيس داخل ملف متصل بجلڤانومتر حساس ثم استقراره داخل الملف.
ينحرف مؤشـر الجلڤانومتر أثناء الإدخال لتولد emf مستحثة فى الملف نتيجة تغير الفيض المغناطيسى ثم ينعدم هذا التغير عند استقرار المغناطيس فيعود المؤشر للصفر.

٢٩- حركة المغناطيس والملف الموضحين بالرسم بنفس السرعة وفى نفس الاتجاه.



لا يتولد تيار مستحث فى الملف.

٣٠- زيادة سرعة سلك يتحرك عموديًا على فيض مغناطيسى منتظم للضعف بالنسبة لقيمة القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة.
تزداد القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة فى السلك للضعف تبعًا للعلاقة ($emf = B\ell v$).

٣١- تقريب ملف يمر به تيار كهربى من ملف آخر متصل بجلڤانومتر حساس.
ينحرف مؤشـر الجلڤانومتر بسبب تولد emf مسـتحثة عكسية فى الملف المتصل به بسبب الحث المتبادل.

٣٢- فتح دائرة الملف الابتدائى وهو بداخل الملف الثانوى.
يتولد بين طرفى الملف الثانوى emf مستحثة طردية تقاوم انهيار مجال الملف الابتدائى.

٣٣- زيادة قيمة التيار الكهربى المار فى ملف ابتدائى موضوع داخل ملف ثانوى طرفاه متصلان بجلڤانومتر صفر تدريجه فى المنتصف.
يتحرك مؤشـر الجلڤانومتر على أحد جانبى صفر التدريج لتولد قوة دافعة مستحثة عكسية فى الملف الثانوى بالحث المتبادل.

٣٤) فتح دائرة كهربية تحتوى على ملف مغناطيس كهربى قوى موصل على التوالى مع بطارية ومفتاح.
تحدث شرارة كهربية بين طرفى المفتاح لتولد فرق جهد كبير ناتج بالحث الذاتى فى ملف المغناطيس الكهربى وذلك لكبر المعدل الزمنى للتغير فى شدة التيار وكبر عدد لفات الملف.

٣٥) نمو تيار كهربى فى ملف بداخله قلب من الحديد المطاوع من حيث زمن نمو التيار.
يزداد زمن نمو التيار فى الملف بسبب تولد emf مستحثة عكسية كبيرة نظرًا لكبر معامل الحث الذاتى له لأن النفاذية المغناطيسية للحديد كبيرة.

٣٦) زيادة طول الملف فقط إلى الضعف بالنسبة لمعامل حثه الذاتى.
يقل معامل الحث الذاتى للملف للنصف حيث ($L \propto \frac{1}{l}$).

٣٧) لف أسلاك المقاومات الكهربية لفًا مزدوجًا ومرور تيار كهربى بها.
ينعدم الحث الذاتى لها ولا يلقى التيار فيها إلا المقاومة الأومية فقط، لأن المجال الناتج عن مرور التيار فى أى لفة يلغى المجال الناتج عن مرور التيار فى اللفة المجاورة لها.

٣٨) وجود فرق جهد عالٍ بين طرفى مصباح الفلورسنت.
يتم تفريغ الطاقة المغناطيسية المختزنة فى الملف فى أنبوبة مفرغة من الهواء وبها غاز خامل، مما يسبب تصادمات بين ذراته تؤدى إلى تأينها واصطدامها مع سطح الأنبوبة المطلى بمادة فلورسية مما يؤدى إلى انبعاث الضوء المرئى.

٣٩) * مرور تيار كهربى عالى التردد فى ملف يحيط بقطعة معدنية.
* تعرض كتلة معدنية لمجال مغناطيسى ناشئ عن تيار كهربى عالى التردد.
ترتفع درجة حرارة القطعة المعدنية بسبب تولد تيارات دوامية فيها.

٤٠) زيادة عدد لفات ملف الدينامو إلى الضعف وزيادة عدد دورات الملف خلال ثانية إلى الضعف أيضًا.
تزداد قيمة emf المستحثة العظمى إلى أربعة أمثالها تبعًا للعلاقة ($(emf)_{max} = NBA \times 2\pi f$)
وكذلك تزداد قيمة emf الفعالة إلى أربعة أمثالها تبعًا للعلاقة ($(emf)_{eff} = \frac{(emf)_{max}}{\sqrt{2}}$).

٤١) عندما يكون مستوى ملف الدينامو عموديًا على خطوط الفيض المغناطيسى بالنسبة لمعدل قطع ملف الدينامو لخطوط الفيض المغناطيسى.
ينعدم معدل قطع الملف لخطوط الفيض المغناطيسى حيث ($\theta = 0$) , ($emf \propto \sin\theta$).

٤٢) استبدال الحلقتين المعدنيتين لدينامو تيار كهربى متردد بأسطوانة معدنية مشقوقة إلى نصفين معزولين.
يتحول التيار الكهربى المتردد فى الدائرة الخارجية إلى تيار موحد الاتجاه متغير الشدة.

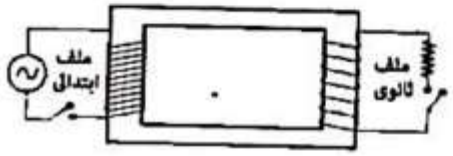
٤٣ إزاحة الفرشتين فى دينامو التيار موحد الاتجاه °90 بحيث تلامس الفرشتان الشق العازل عندما يكون مستوى الملف موازيًا للمجال.
لا يمر تيار فى الدائرة الخارجية عندما يكون مستوى الملف عموديًا أو موازيًا للمجال.

٤٤- تقسيم مقوم التيار فى الدينامو إلى عدد كبير من القطع يساوى ضعف عدد الملفات.
يصبح التيار الناتج فى الدائرة الخارجية موحد الاتجاه ثابت الشدة تقريبًا.

٤٥- توصيل الملف الابتدائى لمحول كهربى رافع للجهد بعمود كهربى بالنسبة للفه الثانوى.
يكون الفيض المغناطيسى الناتج عن الجهد المستمر ثابتًا وينعدم الحث المتبادل بين الملف الابتدائى والملف الثانوى ولا يتولد بين طرفى الملف الثانوى emf مستحثة فلا يعمل المحول الكهربى.

٤٦- توصيل الملف الابتدائى لمحول كهربى خافض للجهد على التوالى مع مصباح (X) ومصدر تيار مستمر، وتوصيل مصباح (Y) بين طرفى ملفه الثانوى.
يضئ المصباح (X)، بينما المصباح (Y) يضئ لحظيًا عند غلق دائرة الملف الابتدائى ثم ينطفئ.

٤٧ غلق دائرة الملف الابتدائى وفتح دائرة الملف الثانوى فى المحول المرسوم أمامك.



تتولد فى الملف الابتدائى emf مستحثة عكسية بالحث الذاتى تتزن تقريبًا مع emf للمصدر الكهربى فتكاد تنعدم الطاقة المستهلكة فى الملف الابتدائى.

٤٨- نقل التيار الكهربى المتردد مسافات بعيدة بدون رفع الجهد قبل نقله.
تزداد قيمة الطاقة المفقودة فى الأسلاك على شكل حرارة وتزداد تكاليف النقل.

٤٩- عندما يصبح ملف الموتور عموديًا على اتجاه المجال المغناطيسى أثناء الدوران.
ينعدم عزم الازدواج المؤثر على الملف لحظيًا ولكنه يكمل دورانه فى نفس الاتجاه بسبب القصور الذاتى.

٥٠- تولد ق.د.ك تأثيرية فى ملف الموتور عند دورانه بين قطبى المغناطيس.
تنتظم سرعة دوران ملف الموتور.

٥١- استبدال نصفى الأسطوانة المعزولين المثبتين بملف الموتور بحلقتين معدنيتين.
لا يدور الملف دورة كاملة بل يدور نصف دورة ثم يعكس اتجاه دورانه.

٥٢ ـ تثبيت سلك الأيريديوم البلاتينى على لوح معدنى مختلف عن مادة السلك فى معامل التمدد الحرارى.

تتأثر قراءة الأميتر الحرارى بدرجة حرارة الجو ارتفاعًا وانخفاضًا (الخطأ الصفرى).

٥٣ ـ مرور تيار كهربى مستمر أو متردد فى الأميتر الحرارى.

تتولد كمية من الحرارة فى سلك الأيريديوم البلاتينى فيسخن ويتمدد ويرتخى مما يؤدى إلى انحراف المؤشر على التدريج ببطء حتى يثبت عند قراءة تدل على شدة التيار المستمر أو القيمة الفعالة للتيار المتردد.

٥٤ ـ قطع التيار عن دائرة تحتوى على أميتر حرارى.

يبرد سلك الأيريديوم البلاتينى وينكمش فيجذب خيط الحرير ليعود المؤشر إلى صفر التدريج ببطء.

٥٥ ـ انقطاع خيط الحرير فى الأميتر الحرارى.

لن يسبب التمدد الحادث فى سلك الأيريديوم البلاتينى دوران البكرة وبالتالى لا يتحرك المؤشر عند مرور تيار فى الأميتر الحرارى فلا يمكن قياس القيمة الفعالة لشدة التيار.

٥٦ ـ مرور تيار متردد فى مقاومة أومية بالنسبة لدرجة حرارتها.

ترتفع درجة حرارتها نتيجة تحول الطاقة الكهربية إلى طاقة حرارية.

٥٧ ـ مرور تيار متردد فى ملف حث بالنسبة لزاوية الطور بين الجهد والتيار.

يتقدم الجهد بين طرفى الملف على التيار المار فيه بزاوية طور 90°

٥٨ ـ زيادة تردد تيار متردد يمر فى ملفْ حث زيادة كبيرة جدًا.

تزداد المفاعلة الحثية للملف تبعًا للعلاقة ($X_L = 2\pi fL$) حتى تصبح المفاعلة الحثية كبيرة جدًا فتمنع مرور التيار الكهربى وتعتبر الدائرة مفتوحة.

٥٩ ـ إدخال قلب من الحديد المطاوع فى ملف حلزونى بالنسبة للمفاعلة الحثية للملف.

تزداد المفاعلة الحثية للملف حيث تتناسب طرديًا مع معامل حثه الذاتى تبعًا للعلاقة ($X_L = 2\pi fL$) والذى يتناسب طرديًا مع معامل نفاذية الوسط تبعًا للعلاقة $\left(L = \frac{\mu AN^2}{l}\right)$

ومعامل نفاذية الحديد المطاوع أكبر من معامل نفاذية الهواء.