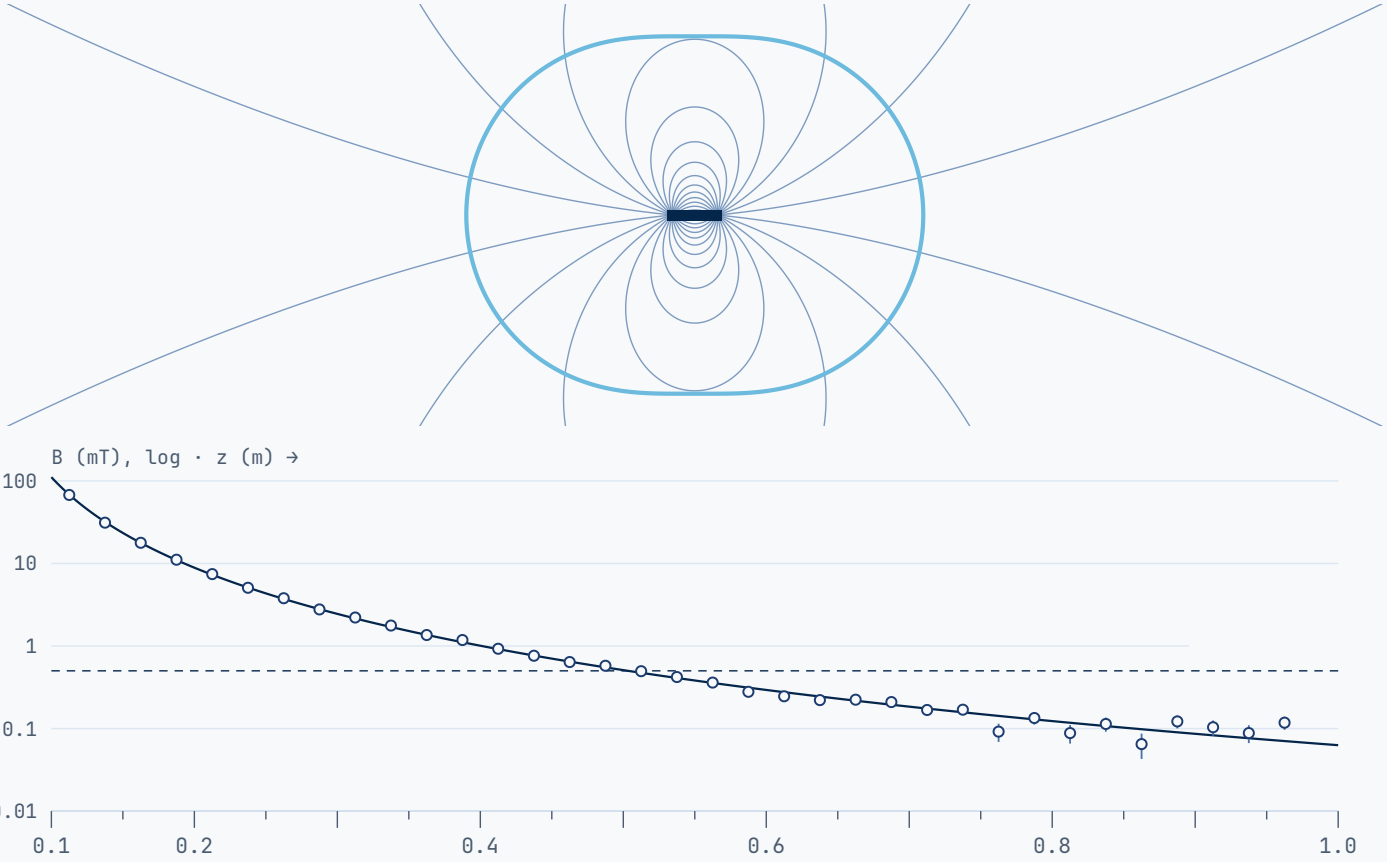
مَعَامِلُ الْفِيْزِيَاء
PHY-LAB



السلامة في المختبرات · دليل إرشادي

دليل السلامة من المخاطر الكهربائية والمغناطيسية

في معامل الفيزياء

المرجع
جامعة طيبة

المحتوى
13 قسماً

إعداد
أ. محمد الميلبي
أ. أيمن الرحيلي

قبل البداية

00 فلسفة السلامة: القوى غير المرئية



m = 312.5 A·m² · z = 0.08 m · B_axis = 328.7 mT · |B_z(ρ)|, ρ = ±0.60 m

معامل الفيزياء هي أماكن للاكتشاف، ولكن التعامل مع القوى الطبيعية يتطلب احتراماً وحذراً.
يهدف هذا الدليل إلى توضيح المخاطر وكيفية التعامل معها.

مخاطر الكهرباء	المكونات · الحروق · الصدمات
مخاطر المجالات المغناطيسية	حدود التعرض · الآثار البيولوجية

تم إعداد هذا التقرير استناداً إلى دليل تعليمات السلامة المعتمد في مختبرات جامعة طيبة.

إعداد
أ. محمد الميلبي
أ. أيمن الرحيلي

محتويات الدليل

CONTENTS

01	جسم الإنسان كموصل كهربائي: تأثير التيار المتردد (AC)	p. 03
02	عتبة الجهد ومقاومة الجلد	p. 03
03	المخاطر الكامنة في المكونات الإلكترونية	p. 04
04	البطاريات: مخاطر الانفجار والمواد الكيميائية	p. 05
05	سلامة البنية التحتية والأسلاك	p. 05
06	التعامل الآمن مع المعدات والأدوات	p. 06
07	عمليات خاصة: الجهد العالي، اللحام، والآلات الدوارة	p. 06
08	المجالات المغناطيسية: طبيعة الخطر	p. 07
09	التأثيرات البيولوجية: ماذا يحدث للجسم؟	p. 07
10	إرشادات التعرض: المجالات الثابتة (ICNIRP)	p. 08
11	إرشادات التعرض: المجالات المتغيرة	p. 08
12	الأجهزة الطبية المزروعة ومناطق التحذير	p. 09
13	تأثير المقذوفات والمسؤولية الشخصية	p. 10

القسم الأول

01 جسم الإنسان كموصل كهربائي: تأثير التيار المتردد (AC)



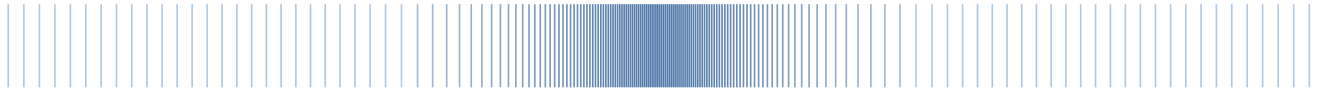
شدة التيار (تقريبية)	الأثر المحتمل (تعليمي)
> 3 mA	إحساس بصدمة قد تكون مؤلمة
> 10 mA	تقلص العضلات وتشنجها، وقد يصعب الإفلات من الأسلاك
> 30 mA	قد يحدث اضطراب في التنفس
> 50 mA	قد يحدث رجفان بطيني (اضطراب خطير في نظم القلب)
100 mA – 4 A	احتمال أعلى لحدوث رجفان بطيني خطير
> 4 A	حروق شديدة وتوقف القلب

ملاحظة

تأثير التيار الكهربائي على جسم الإنسان لا يعتمد على قيمة التيار وحدها، بل يتأثر بالجهد، ومسار التيار عبر الجسم، ومدة التعرض، والتردد، ومقاومة الجلد وظروف التلامس. الأرقام أعلاه تقريبية للتوضيح وليست حدوداً فاصلة بين الآمن والخطر.

القسم الثاني

02 عتبة الجهد ومقاومة الجلد



مقاومة الجلد (قيم تقريبية)

حالة الجلد	المقاومة
الجلد الجاف	100 – 600 كيلو أوم
الجلد الرطب / جروح	100 – 500 أوم

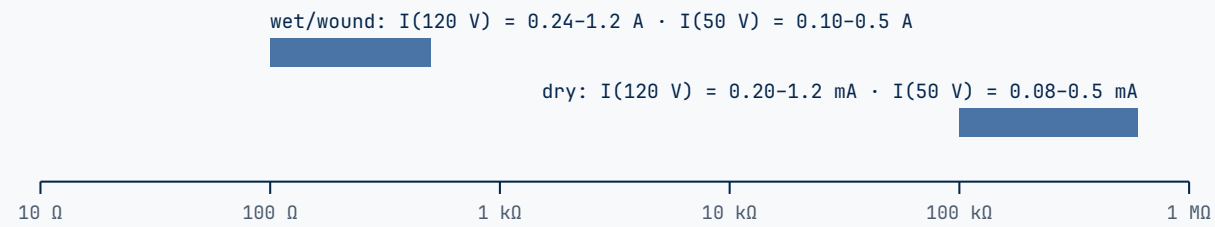


FIG · 02 · I = V / R

مقاومة الجلد

عندما يكون الجلد رطباً أو به جروح، تنخفض المقاومة بشدة، مما يسمح بمرور تيار أعلى عند نفس الجهد.

ملاحظة

لا يوجد جهد كهربائي واحد يمكن اعتباره حداً عاماً يبدأ عنده الخطر أو الوفاة. حتى الجهود المنخفضة نسبياً قد تسبب صدمة كهربائية خطرة في ظروف معينة، ويعتمد مستوى الخطر على قيمة التيار المار عبر الجسم، ومساره، ومدة التعرض، وتردد المصدر، ومقاومة الجلد، وظروف التلامس، ووجود الرطوبة أو العزل.

تنبيه

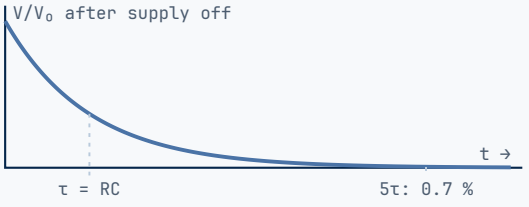
يمكن لجهود الشبكة الكهربائية الشائعة، ومنها 120 V، أن تسبب صدمة كهربائية خطرة أو مميتة في ظروف معينة. لذلك يجب التعامل معها باعتبارها مصدراً كهربائياً خطراً، وعدم الاعتماد على قيمة الجهد وحدها لتقدير مستوى الخطورة.

القسم الثالث

03 المخاطر الكامنة في المكونات الإلكترونية

m = 312.5 A·m² · z = 0.24 m · B_axis = 4.94 mT · |B_z(ρ)|, ρ = ±0.60 m

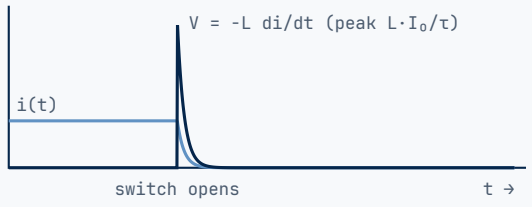
المكثفات (Capacitors)



خطر: انفجار المكثف عند توصيل أقطاب خاطئة أو جهد أكبر من المصنع.

خطر كامن: الاحتفاظ بالشحنة حتى بعد فصل التيار. يجب التفريغ قبل اللمس.

الملفات الحثية (Inductors)



خطر: ارتفاع كبير ومفاجئ في الجهد (Kickback) عند فتح أو غلق الدائرة، مما قد يسبب صدمة كهربائية أو تلف المكونات.

القسم الرابع

04 البطاريات: مخاطر الانفجار والمواد الكيميائية

m = 312.5 A·m² · z = 0.31 m · B_axis = 2.21 mT · |B_z(ρ)|, ρ = ±0.60 m

المخاطر الرئيسية

- **الانفجار:** بسبب تسريب غاز الهيدروجين وتراكمه.
- **الماس الكهربائي:** سقوط أدوات معدنية بين طرفي البطارية يسبب شرارة وانفجاراً.
- **الحروق الكيميائية:** في بطاريات الرصاص الحمضية، قد يحتوي الإلكتروليت على حمض الكبريتيك، وهو مادة أكّالة يمكن أن تسبب حروقاً كيميائية للجلد والعينين.

إجراءات الوقاية

- تجنب ملامسة الإلكتروليت، واستخدام نظارات وقفازات ووسائل حماية شخصية مناسبة.
- العمل في مناطق جيدة التهوية.
- استخدام أغطية عازلة للأقطاب، واتباع إجراءات التسربات المعتمدة في المختبر.

القسم الخامس

05 سلامة البنية التحتية والأسلاك

m = 312.5 A·m² · z = 0.38 m · B_axis = 1.18 mT · |B_z(ρ)|, ρ = ±0.60 m

المطلوب DO · 05-A

- التأكد من جفاف اليدين والمنطقة قبل التعامل مع الكهرباء.

الممنوع DON'T · 05-B

- ربط أسلاك التوصيل وتمديدها للحصول على توصيلة أطول.
- تمديد الأسلاك في ممرات المشاة (خطر التعثر).
- استخدام الكهرباء حول المياه أو الأماكن المبللة.
- نزع القابس عن طريق شد السلك.

القسم السادس

06 التعامل الآمن مع المعدات والأدوات

m = 312.5 A·m² · z = 0.45 m · B_axis = 0.70 mT · |B_z(ρ)|, ρ = ±0.60 m

01
العزل

استخدام أدوات ذات عزل مزدوج وغير موصلة.

02
التأريض

توصيل جميع المعدات بالطرف الأرضي لتفريغ الشحنات.

03
الفحص

عدم استخدام معدات معيبة أو أسلاك تالفة.

04
الطوارئ

إيقاف تشغيل المعدة فوراً عند حدوث شرر أو دخان.

القسم السابع

07 عمليات خاصة: الجهد العالي، اللحام، والآلات الدوارة

m = 312.5 A·m² · z = 0.52 m · B_axis = 0.45 mT · |B_z(ρ)|, ρ = ±0.60 m

HV

الجهد العالي

- يتطلب تدريباً خاصاً.
- استخدام قفازات عازلة ونظارات واقية.
- عدم لمس الضحية المتصلة بالكهرباء مباشرة.

WELDING

اللحام

- خطر الأبخرة الضارة: يجب استخدام تهوية مناسبة.
- حماية العين من الشرر والضوء القوي.

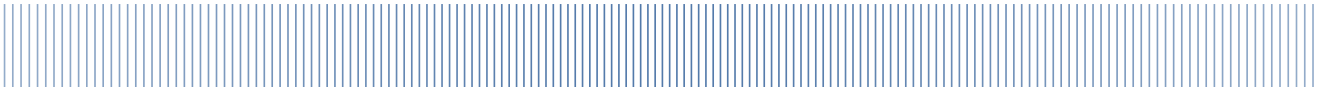
ROTATING MACHINES

الآلات الدوارة

- خطر التشابك: ممنوع الملابس الفضفاضة، المجوهرات، أو الشعر الطويل.

القسم الثامن

08 المجالات المغناطيسية: طبيعة الخطر



m = 312.5 A·m² · z = 0.59 m · B_axis = 0.31 mT · |B_z(ρ)|, ρ = ±0.60 m

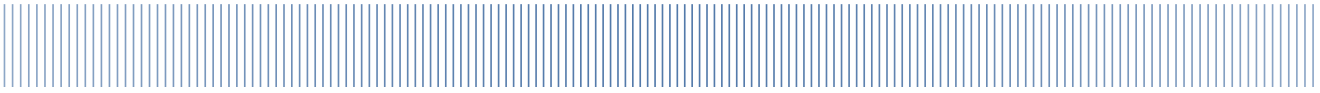
الآثار الفيزيائية للمجالات المتغيرة

- جسم الإنسان موصل للكهرباء.
- عندما يتواجد الجسم في مجال مغناطيسي متغير، تتولد «تيارات مستحثة» داخل الجسم.
- هذه التيارات قد تسبب اضطراباً في عمل منظم ضربات القلب أو تسخين الأنسجة.

> **معلومة**
>
> الحمل الحراري للجسم عند الراحة هو حوالي 1 – 2 واط/كجم.

القسم التاسع

09 التأثيرات البيولوجية: ماذا يحدث للجسم؟



m = 312.5 A·m² · z = 0.66 m · B_axis = 0.22 mT · |B_z(ρ)|, ρ = ±0.60 m

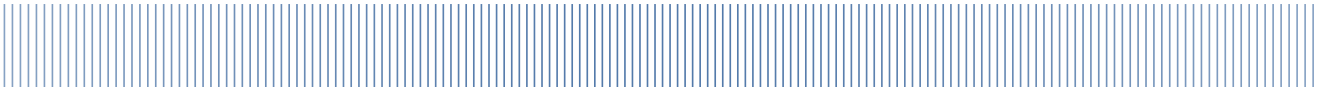
ومضات ضوء (Magnetophosphenes): قد تُرى عند تحريك الرأس أو العين داخل مجال ساكن قوي.

التأثيرات بحسب نوع المجال

- **المجالات الساكنة القوية:** قد تسبب دواراً أو غثياناً أو ومضات ضوء عند تحرك الرأس أو الجسم داخل المجال.
- **المجالات المتغيرة زمنياً:** قد تحفّز تيارات مستحثة في الأنسجة، وتعتمد الآثار على التردد وشدة المجال وسرعة تغيره.
- **الأجهزة الطبية المزروعة والأجسام المعدنية:** قد تتأثر عند مستويات أقل بكثير من مستويات التأثير في الأنسجة.

القسم العاشر

10 إرشادات التعرض: المجالات الثابتة (ICNIRP 2009)

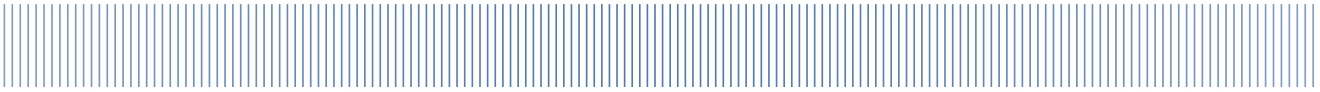


m = 312.5 A·m² · z = 0.73 m · B_axis = 0.16 mT · |B_z(ρ)|, ρ = ±0.60 m

الفئة	القيمة المرجعية (ICNIRP 2009) — إرشادية وليست حدوداً فاصلة
عاملون: الرأس والجذع	2 T في ظروف العمل العادية (وقد يصل إلى 8 T في بيئة مضبوطة وبممارسات تحد من آثار الحركة)
عاملون: الأطراف	8 T
عامة الناس: أي جزء من الجسم	400 mT

القسم الحادي عشر

11 إرشادات التعرض: المجالات المتغيرة



m = 312.5 A·m² · z = 0.80 m · B_axis = 0.12 mT · |B_z(ρ)|, ρ = ±0.60 m

المجالات المتغيرة زمنياً

تعتمد مستويات المرجع على التردد ونوع التعرض (مهني أو عامة الناس) ولا يمكن اختزالها في رقم واحد. يُرجع إلى جداول ICNIRP 2010 (1 Hz – 100 kHz) للقيمة المناسبة للتردد المستخدم.

الأجهزة الطبية المزروعة

لا تُستخدم قيمة موحدة لجميع الأجهزة؛ راجع تعليمات الشركة المصنعة (انظر القسم 12).

القسم الثاني عشر

12 الأجهزة الطبية المزروعة ومناطق التحذير

m = 312.5 A·m² · z = 0.87 m · B_axis = 0.10 mT · |B_z(ρ)|, ρ = ±0.60 m

- وضع علامات تحذير واضحة.
- استخدام خط مرسوم، شريط، أو سياج لتحديد المنطقة.
- تقييد دخول حاملي الأجهزة الطبية المزروعة إلى المنطقة وفق تعليمات الشركة المصنعة وإجراءات المنشأة.

ZONES

مناطق التحذير

تُحدد مناطق التحذير وفق قياسات المجال الفعلية حول المصدر وإجراءات المنشأة، وليس وفق قيمة ثابتة عامة.

الأجهزة الطبية المزروعة

يجب مراعاة تعليمات الشركة المصنعة للجهاز الطبي المزروع وحدود التداخل الكهرومغناطيسي الخاصة به، مع تحديد مناطق التحذير وفق قياسات المجال الفعلية وإجراءات المنشأة.

القسم الثالث عشر

13 تأثير المقذوفات والمسؤولية الشخصية

m = 312.5 A·m² · z = 0.94 m · B_axis = 0.08 mT · |B_z(ρ)|, ρ = ±0.60 m

تأثير المقذوفات: انجذاب الأدوات المعدنية بقوة هائلة نحو المغناطيس، مما يسبب إصابات خطيرة أو تلف المعدات.

المسؤولية الشخصية

phy-lab.com



- تأكد من خلو جيوبك من المعادن قبل الدخول.
- السلامة مسؤولية الجميع. اتبع اللوحات الإرشادية والتزم بحدود المنطقة المحددة.

إعداد: أ. محمد الميلبي · أ. أيمن الرحيلي

جامعة طيبة
TAIBAH UNIVERSITY

استناداً إلى دليل تعليمات السلامة المعتمد في مختبرات جامعة طيبة