GPhO
Muscat 2019

الأولمبياد الخليجي الثالث للفيزياء – المسابقة التجريبية
مسقط ، سلطنة عمان – الثلاثاء 10/8/ 2019 م

- يستمر الامتحان مدة خمس ساعات ويحتوي على مسألة واحدة بمجموع (20 علامة)
- في البداية تكون أدوات التجربة مغطاة على الطاولة ، لا تقم بإزالة الغطاء أو فتح المغلف الذي يحتوي الأسئلة قبل سماع إشارة بدء المسابقة .
- لا يسمح لك بمغادرة مكانك المخصص بدون إذن ، إذا احتجت للمساعدة (آلتك الحاسبة لا تعمل، حاجتك للذهاب إلى الحمام ، ....) رجاءً أن ترفع يدك لحين حضور أحد المنظمين .
- استخدم فقط الوجه الأمامي من الورقة .
- هنالك أوراق إجابة محددة لكل مسألة (انظر ترويسة الصفحة لرقم السؤال والرمز المخصص له) اكتب إجابتك في صفحات الإجابة الملائمة . صفحات الإجابة مرقمة لكل مسألة استخدم الصفحات حسب أرقام التسلسل .

- قم دائما بتسجيل رقم السؤال الذي تقوم بإجابته ، وقم بنسخ الإجابة النهائية في المساحات المخصصة لها على أوراق الإجابة ، استخدم الأوراق الإضافية لكتابة الأشياء التي لا ترغب في أن تُصحّح (مسودة) ، إذا قمت بكتابة شيء لا ترغب في أن يصحح على أوراق الإجابة (مثل الحلول المبدئية أو الحلول الخاطئة) فقم بشطبه .
- إذا احتجت إلى أوراق إضافية لمسألة ما الرجاء أن ترفع يدك وإعلام المنظم (المراقب) برقم المسألة وسيقوم بإعطائك ورقتي إجابة .(يمكنك تكرار ذلك الطلب)

- قم تحديد خطأ القياس فقط في الحالات التي يطلب منك ذلك .
- استخدم أقل ما يمكن من النصوص الكتابية ؛ حاول تقديم إجاباتك بشكل أساسي على شكل معادلات ، أرقام ، رموز، وأشكال توضيحية ، ومع ذلك فقد يلزمك كتابة نصوص كتابية في بعض الأحيان .

- بعد سماع إشارة انتهاء الامتحان يتوجب عليك التوقف عن الإجابة بشكل فوري ، وقم بوضع جميع الأوراق في المغلف على طاولتك ، لا يسمح لك بأخذ أي ورقة خارج الغرفة . إذا انتهيت من الحلول قبل إشارة النهاية فالرجاء أن ترفع يدك .

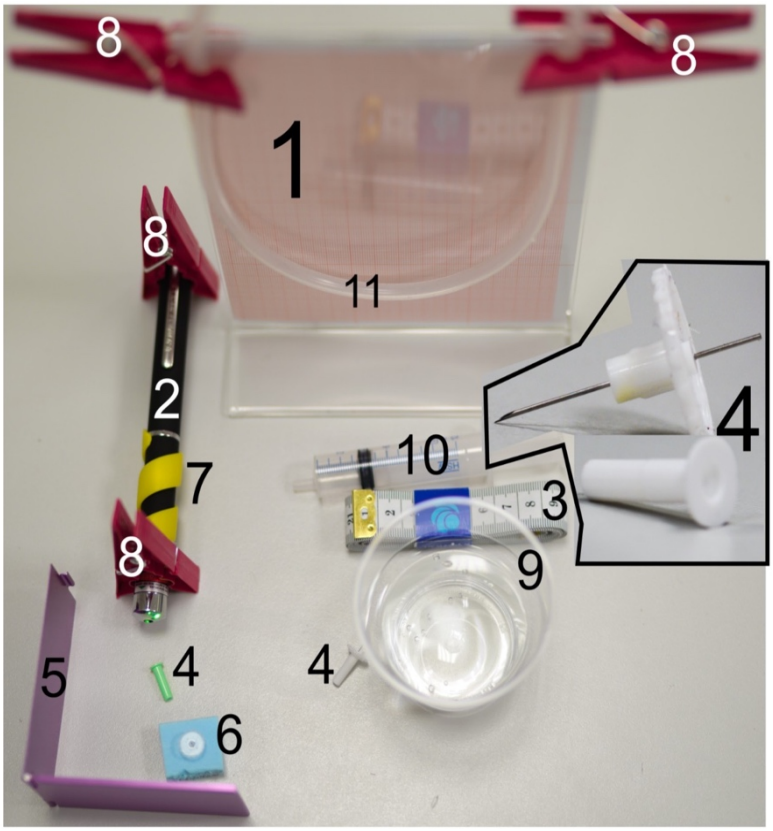
المسالة (1): الخصائص المغناطيسية للمادة (20 علامة)

الهدف من هذه التجربة هو قياس المميزات المرتبطة بالمغناطيسية لمواد دايا مغناطيسية و مواد فرومغناطيسية. و للوصول لهذا الهدف نحتاج لإجراء قياسات أخرى ، على سبيل المثال قطرإبرة حقنة طبية، و معامل التوترالسطحي للماء.

الأدوات:

تبين القائمة الآتية الأدوات في الصورة ١:

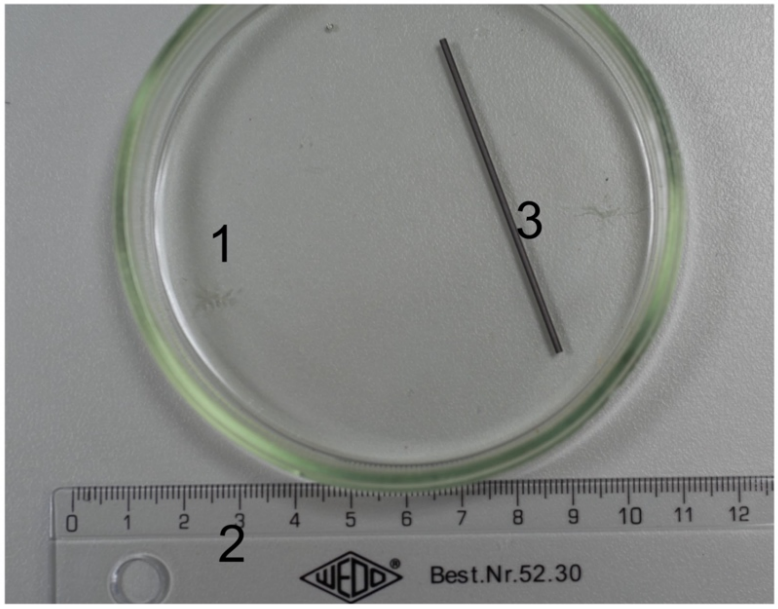
1) حامل
2) مؤشر ليزر أخضر
3) شريط قياس
4) إبرة حقنة طبية (عدد اثنان) واحدة خضراء والأخرى بيضاء، حيث أن أحد طرفي الإبرة حاد والأخر تم قصه بشكل عمودي على محور الإبرة، انظر إلى الصورة الداخلية في الصورة رقم 1
5) مرآة قابلة للطي
6) قطعة من الفلين الصناعي
7) مثبت بلاستيكي حلزوني للحفاظ على كبسة الليزر مضغوطة
8) مشابك غسيل
9) كأس يحتوي على ماء
10) حقنة طبية
11) أنبوب سيليكون



الصورة ١

وتبيّن القائمة الآتية الأدوات في الصورة 2:

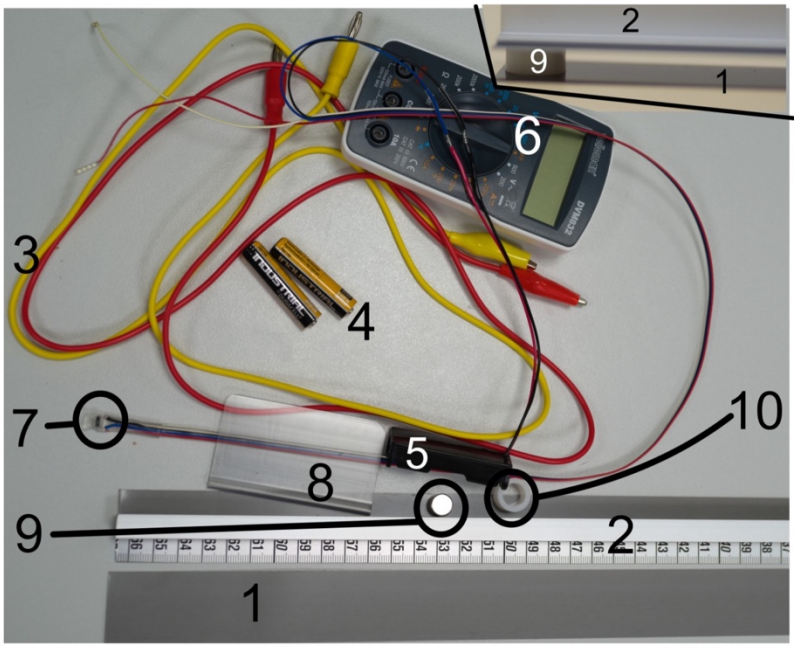
1) طبق عينات (Petri)
2) مسطرة
3) قضيب غرافيت



الصورة ٢

والقائمة الأتية للأدوات في الصورة ٣:

1) شريحة منفردة من مادة فرومغناطيسية.
2) شريحة من مادة فرومغناطيسية مدعمة بقضيب المنيوم ومزودة بشريط قياس
3) أسلاك توصيل و ملاقط توصيل كهربائيه
4) بطاريات
5) حامل بطارية
6) ملتيميتر (اميتر، ڤولتميتر،..)
7) حساس للمجال المغناطيسي (مقاومات كهربائية)
8) ملقط بلاستيكي لتثبيت وجه الحساس
9) مغناطيس
10) مثبت مسافة بلاستيكي لإبقاء الشريحة (2) أفقية بشكل أكيد



الصورة ٣

هناك أيضاً قطعة رقيقة من البوليثين تستخدم للف المغناطيس

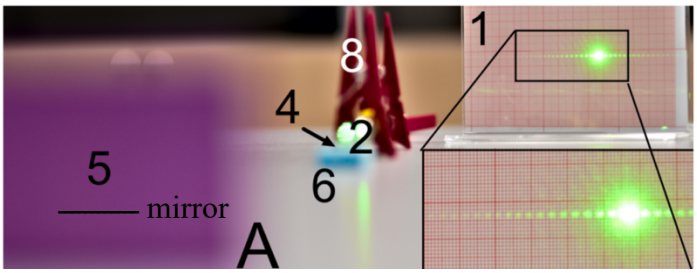
تحذيرات:

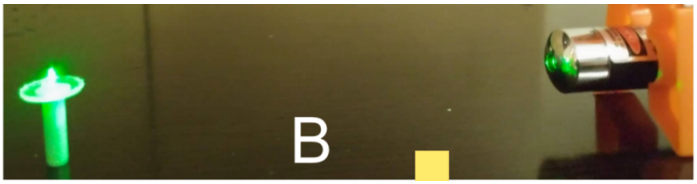
- **لا تقم بثني مغناطيس الفرومغناطيسية، حيث سيتلف في حالة ثنيه، لن يتم توفير بديل ولن تحصل على علامات لهذا الجزء.**
- **تجنب سقوط شعاع الليزر على عينك سواء بشكل مباشر أو غير مباشر بعد انعكاسه، قد يشكل ذلك أذىً لعينيك**
- **انتبه إبر الحقن الطبية حادة، تجنب وخز نفسك**
- **تجنب وصل طرفي البطارية بشكل مباشر (دائرة كهربائية قصيرة) و ذلك لأن البطارية سوف تسخن و تصبح غير قابلة للاستخدام**
- **أطفئ جهاز الملتيميتر والليزر خلال فترة عدم استخدامهما وذلك بهدف الحفاظ على البطاريات.**

المهام:

الجزء A: قطر إبرة الحقنة الطبية (3 علامات)

حدد قطر إبر الحقنة باستخدام الإجراءات الآتية:





الصورة ٤

ضع إبرة الحقنة بشكل عمودي على الطاولة بحيث تكون القطعة البلاستيكية للاسفل كما يتضح في الصورة رقم (4B) . ثبت الليزر باستخدام مشابك الغسيل كما يتضح في الشكل وسلِط حزمة الليزر على الإبرة . اذا كانت حزمة الليزر مرتفعة (تمر فوق الإبرة) يمكنك استخدام قطعة الفلين الصناعي كما يتضح في الصورة (4 B) (ادخل الطرف الحاد للإبرة الخضراء في قطعة الفلين الصناعي بحيث تضمن ان تستقر الإبرة بشكل عمودي على الطاولة . استخدم المرآة لزيادة طول حزمة الليزر انظر الصورة (4 A) . قم بقياس المسافة بين القيم العظمى للحيود على الشاشة بأدق ما يمكن (قم بشرح طريقة حصولك على أفضل دقة ممكنة). قم بقياس طول حزمة الضوء من إبرة الحقنة إلى الشاشة وقم بحساب قطر الإبرة. الطول الموجي لحزمة الليزر

$$\lambda = 532\ nm$$

قدّر الخطأ في نتيجتك، أعد الإجراءات باستخدام الإبرة البيضاء.

الجزء (B): التوتّر السطحي للماء (4 علامات)

قم بتعبئة أنبوب السيليكون بالماء – يمكنك استخدام الحقنة الطبية بدون استخدام الإبرة – عبئ ما يقارب 2/3 (ثلثي) الأنبوب بالماء (سيتم ضبط كمية الماء بالقدر المطلوب لاحقاً)، تأكد أن الماء يشكل عموداً مستمراً بدون أي فقاعات هواء بداخله. قم بتثبيت الأنبوب إلى الشاشة من طرفيه و ذلك باستخدام الملاقط (تستخدم الشاشة الآن كحامل) ثم أدخل الإبرة الخضراء في الأنبوب من خلال ثقبه بالطرف الحاد للإبرة .

تأكد أن تثقب الأنبوب بشكل عمودي بالقرب من مركزه بحيث تشير النهاية المستوية للإبرة عمودياً إلى الأسفل.

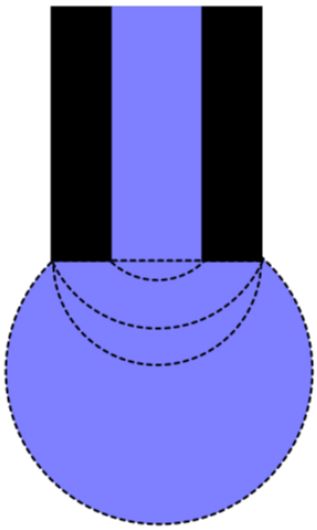
معتمدا على ارتفاع عمود الماء فوق مستوى الطرف المفتوح للإبرة، قد تبدأ قطرات من الماء بالتساقط (من الممكن أن لا يحدث ذلك) ببطء خارج الأنبوب. إذا لم يبدأ الماء بالتساقط قم بخفض مستوى الإبرة عن طريق جذب الانبوب من منتصفه الى الأسفل بحيث يبدأ بأخذ شكل V، وإذا استمر الماء بعدم التساقط، أضف المزيد من الماء الى الأنبوب (وإذا كان هذا ايضا غير ذي فائدة، اطلب تغيير الإبرة).

خلال تساقط الماء من الإبرة ببطء على شكل قطرات ، ارفع الإبرة بشكل بطئ جدا و حدد الارتفاع الذي يتوقف عنده تساقط القطرات ، و قم بقياس ارتفاع عمود الماء عندها (و هو فرق الإرتفاع بين مستوى سطح الماء في الأنبوب و اخفض نقطة للإبرة).

مساعدة: عندما يكون الأنبوب معلقاً على شكل حرف U، يمكنك ضبط ارتفاع عمود الماء عن طريق خفض الجزء الأوسط من الأنبوب إلى الأسفل بحيث يأخذ شكل حرف V او رفع ذلك الجزء ليأخذ شكل W.

خذ مجموعة من القياسات باستخدام الإبرة الخضراء ثم اعد نفس الإجراءات باستخدام الإبرة البيضاء .سجل نتائجك للارتفاعات الحرجة للماء بالاضافة الى الخطأ في قياساتك للإبرتين . وبالاعتماد على قياساتك، حدد معامل التوتر السطحي للماء σ. كثافة الماء $\rho_w = 1000\ kg/m^3$ وتسارع السقوط الحر $g = 9.81\ m/s^2$

مساعدات : يظهر الشكل 5 عدة مراحل لتضخم قطرة ماء عند طرف إبرة الحقنة . يعطي التوتر السطحي زيادة في انخفاض الضغط على السطح المنحني للماء. في حالة قطرة كروية يكون هذا الانخفاض مساويا $\Delta p = 2\,\sigma/r$ حيث r هي نصف قطر السطح الكروي .



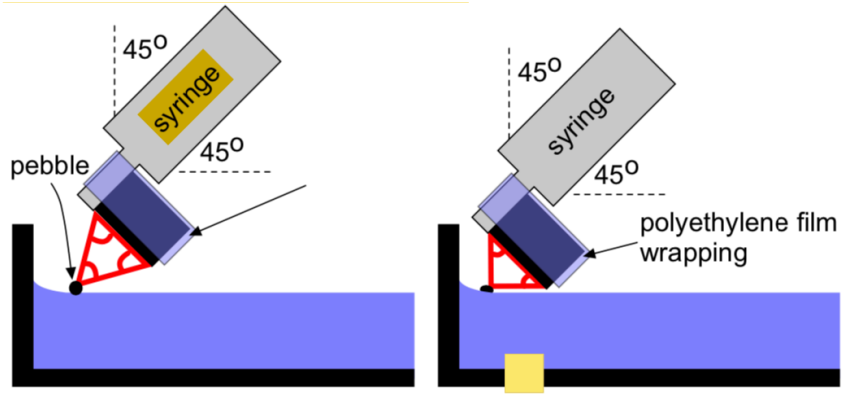
الصورة ٥

الجزء (C): القابلية المغناطيسية للغرافيت (4 علامات)

قم بقياس قطر المغناطيس وسجل النتيجة.

ثم بتعبئة طبق العينات (Petri) بالماء بحيث يكون عمق طبقة الماء مساوياً بالتقريب لنصف ارتفاع الطبق. اكسر قطعة صغيرة من قضيب الغرافيت وضعها على الماء (يجب أن تطفو بسبب التوتّر السطحي).

ثبت المغناطيس بالحقنة كما يتضح في الصورة 6 (يجب ان يكون محور المغناطيس موازيا للحقنة) وذلك بالاستعانة بقطعة البوليثين. وجه المغناطيس بزاوية تقريبا 45^o تحت الافقي (الزاوية بين الحقنة والعمودي تساوي بالتقريب الزاوية بين الحقنة والمستوى الافقي). عندما تقوم بتقريب المغناطيس إلى قطعة الغرافيت عبر الطبق فسوف تسبح بعيداً (ذلك لأنها دايا مغناطيسية) . قم بدفعها باتجاه جدار الطبق . عندما لا يكون المغناطيس بعيداً جداً من الجدار (كل موقع للمغناطيس) يكون هناك موقع اتزان لقطعة الغرافيت، يتوجب عليك تحقيق تشكيلين مختلفين للإتزان الأول: قطر المغناطيس وقطعة الغرافيت تشكل معا مثلث متساوي الاضلاع. الثاني: قطر المغناطيس وقطعة الغرافيت تشكل مثلث متساوي الساقين ذي زاوية قائمة، انظر الصورة ٦.



الصورة ٦

باستخدام مسطرة قم بقياس المسافة بين قطعة الغرافيت وجدار الطبق للتشكيلتين السابقتين، اعد القياسات عدة مرات لتقليل نسبة الخطأ.

تعطى قوة الدفع المؤثرة على قطعة الغرافيت لكل وحدة كتلة بالعلاقة الآتية:

$$\frac{F}{m} = (|\chi_g - \chi_w|)\frac{1}{2\mu_0}\frac{\mathrm{d}B^2}{\mathrm{d}z},$$

حيث أن χ_g و $\chi_w = -9.05 \times 10^{-9}\ m^3/kg$ هما القابليتان المغناطيسيتان النوعيتان للغرافيت والماء علي التوالي (لكل وحدة كتلة من المادة) و

$$\frac{1}{2\mu_0}\frac{\mathrm{d}B^2}{\mathrm{d}z}$$

ترمز إلى تدرج الضغط المغناطيسي.

الشكل (٧) يوضح تدرج الضغط المغناطيسي على محور المغناطيس بدلالة المسافة من السطح المستوي إلى مغناطيس دائم معين.

الشكل (٨) يوضح زاوية ميل سطح الماء α كدالة للازاحة الأفقية x مقاسة من الجدار العمودي للطبق و تم تطبيقها بمقياس الطول المعياري $(\sigma/\rho_w g)^{1/2}$ ، و تكون هنا $\rho_w = 1000\ \mathrm{kg}$ هي كثافة الماء وتسارع السقوط الحر ممثل ب $g = 9.81\ \mathrm{m/s^2}$

بالاعتماد على هذه البيانات و على قياساتك السابقة، حدد χ_g بالإضافة إلى الخطأ فيها.

الجزء (D): النفاذية المغناطيسية النسبية لشريحة الفرومغناطيس (9 علامات)

i) (1 علامة) قم بقياس فرق الجهد ε على طرفي أسلاك توصيل حامل البطاريات باستخدام الملتميتر مع توصيل طرفي الملتيميتر الى الطرفين الموسومين (+) و (-) في الصورة المدخلة في الصورة ٣ و اختيار المدى للملتيميتر 20 v (DC).

قم بوصل الأسلاك (الأزرق والأسود) الخاصة بالحساس المغناطيسي مع البطاريات الموجودة داخل حامل البطاريات. وقم بوصل الأسلاك الأحمر والأبيض مع الملتيميتر. اذا تم رفع الملقط البلاستيكي حول الأسلاك الأربعة كما يتضح في الشكل 3 ووضع الحساس بهذا الوضع يمكننا من قياس ذلك المجال المغناطيسي العمودي . حوّل وضع الملتيميتر إلى نطاق (DC) *200 millivolt* ثم ضع الحساس على الطاولة بعيداً عن المغناطيس

و شرائح المواد الفرومغناطيسة، خذ قراءة الملتيميتر V_0 و سجلها، ثم قم بطرحها من جميع القراءات اللاحقة (لتعويض خطأ الصفر للحساس و المجال المغناطيسي للأرض)

ii) (4 علامات) إذا كان جهد البطارية 3V تماماً ، فإن كل واحد ميلي فولت في القراءة يشكل 10 مايكروتيسلا من شدة المجال المغناطيسي. على كل حال فإن القراءة تتناسب مع جهد البطارية.

ضع شريحة المادة الفرومغناطيسية المنفردة على الطاولة، ضع المغناطيس و مثبت المسافة البلاستيكي الاسطواني فوقها و بأقرب مسافة ممكنة من الطرفين (انظر إلى الصورة المدخلة في صورة رقم ٣) ، ثم ضع الشريحة المدعمة بالالمنيوم فوق هذا التركيب بحيث يكون هناك فارق ذو سمك ثابت يفصل بين الشريحتين .

قم بقياس شدة المجال المغناطيسي $B = B(z)$ بين الشريحتين، بدلالة المسافة z من طرف الشريحتين الذي لا يحتوي على المغناطيس ، ابدأ من أبعد نقطة ممكنة من المغناطيس حيث تكون z *بضعة ملليمترات* و استخدم فئات تناقص بمقدار $5\ cm$ في كل مره. و لكل مسافة z ،حرك الحساس بين الشريحتين بشكل أفقي لإيجاد أكبر قراءة ممكنة . شكّل جدولاً بقراءات الجهد المباشرة التي تقوم بقياسها مع شدة المجال المغناطيسي المرتبطة بها. تتوقع النظرية أن شدة المجال المغناطيسي بين الشرائح

$$B = B_0 \cosh(z/\lambda),$$

حيث

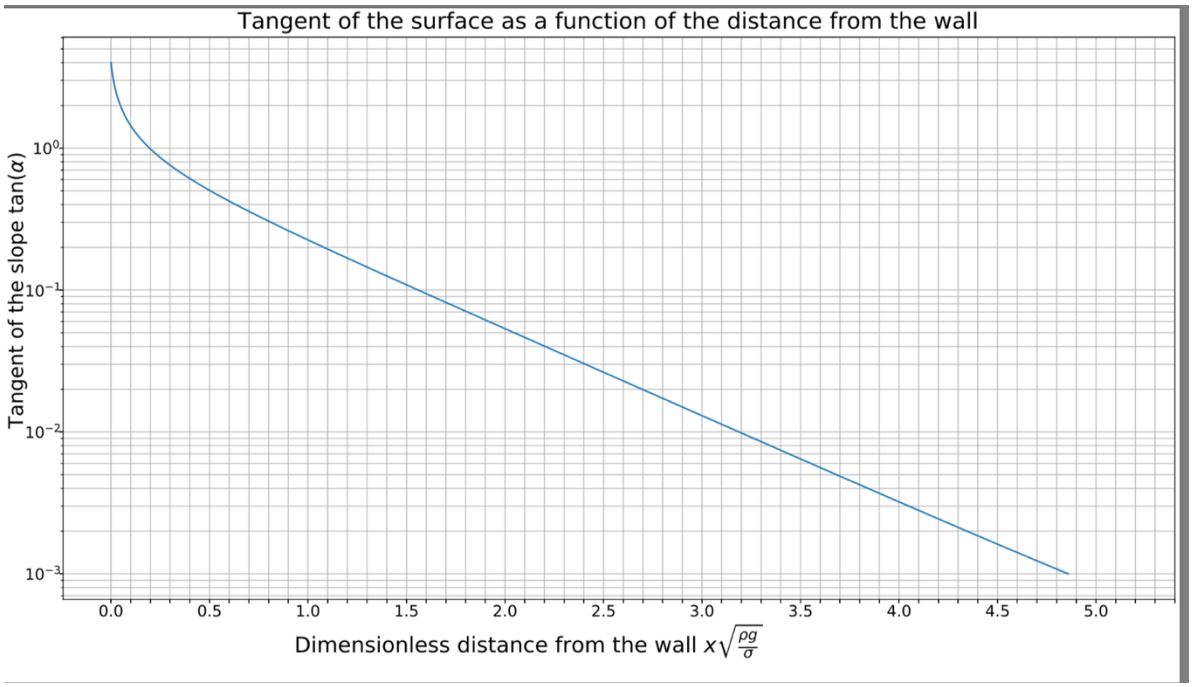
$$\lambda = \sqrt{\mu\delta h/2}$$

وB_0 ثابت يعرف جتا القطع المكافئ $\cosh x = (e^x + e^{-x})/2$
و تكون $\delta = 0.27\ mm$ و تمثل سماكة الشريحة، و h تمثل عرض الفارق بين الشريحتين. بالاعتماد على نتائجك ارسم تمثيلاً بيانياً مناسباً لإيجاد النفاذية المغناطيسية النسبية μ. اوجد μ و قدّر الخطأ في نتيجتك.

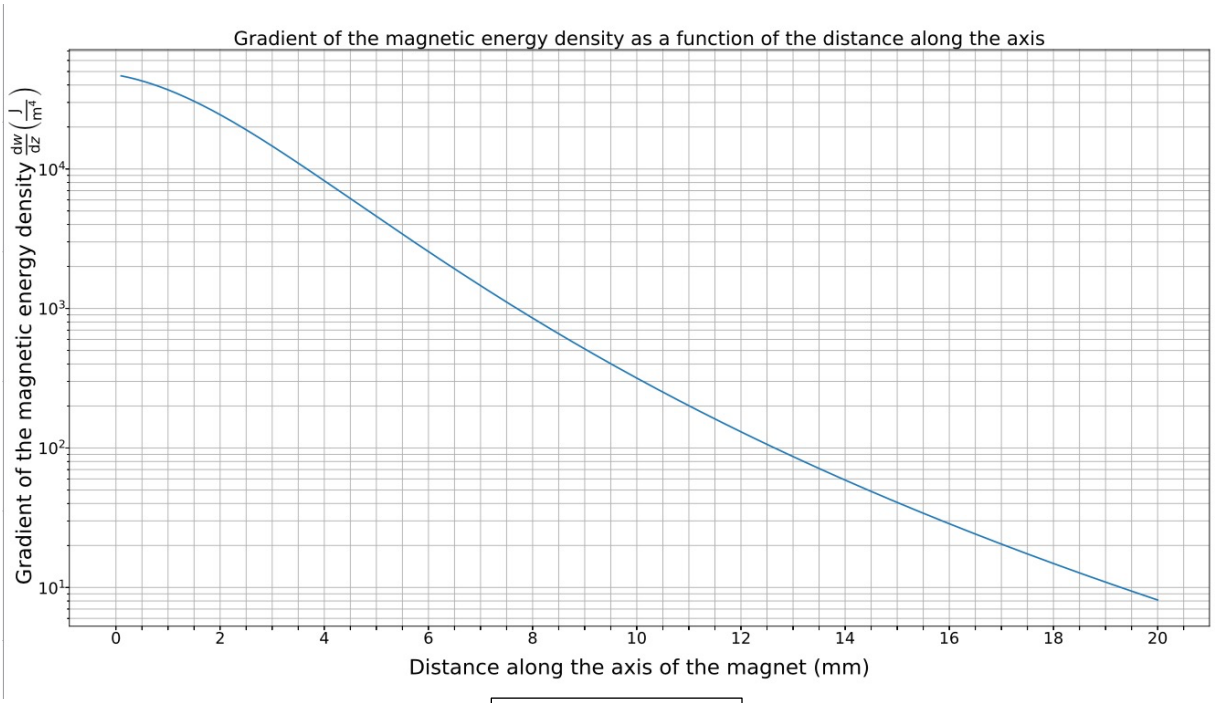
مساعدة: سيكون أحد الحدين في التعبير الرياضي ل $B(z)$ صغيراً بدرجة يمكن إهماله و ذلك لنطاق معين من قيم z . و يفشل التعبير الرياضي بسبب تأثير الإشباع إذا كان المجال المغناطيسي داخل شريحة الفرومغناطيس كبيراً جداً . تحتوي الالة الحاسبة على كل من اقتران الجتا المكافئ ومعكوسة و يرمز لها acosh او $\cosh^{-1}$

(iii) (2 علامة) لفهم كيف يتوزع المجال المغناطيسي على عرض الشريحة ، قم بقياس شدة المجال المغناطيسي بدلالة المسافة (s) من محور التماثل للشريحة بقيمة ثابتة من z في منتصف المدى . استخدم تناقص بمقدار $4mm$ في كل مره عندما يكون ذلك مناسباً. ارسم النتائج وعلق عليها.

(iv) (2 علامة) بفرض أن توزيع التدفق المغناطيسي على عرض الشريحة تقريباً لا يعتمد على z . احسب شدة المجال المغناطيسي داخل الشريحة الفرومغناطيسية بدلالة z ثم ارسمها و ذلك بالاعتماد على البيانات التي قمت بقياسها (يمكنك أخذ قياسات إضافية إذا لزم الأمر). قدّر شدة المجال المغناطيسي B_s التي يبدأ عندها الإشباع لشريحة المادة الفرومغناطيسية.



الصورة ٧



الصورة ٨