

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

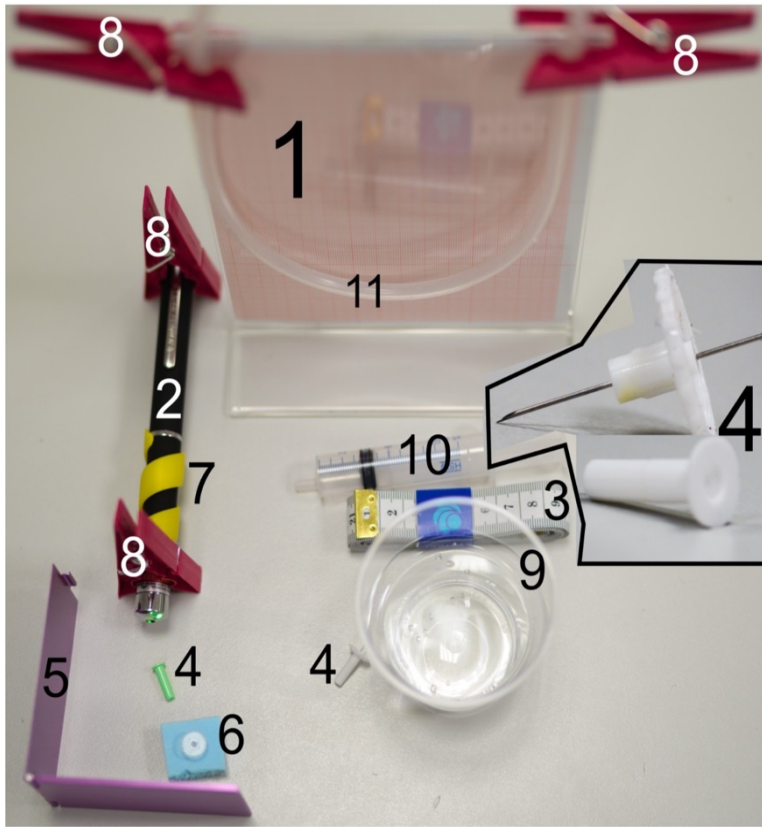
- يستمر الامتحان مدة خمس ساعات ويحتوي على مسألة واحدة بمجموع (20 علامة)
- في البداية تكون أدوات التجربة مغطاة على الطاولة ، لا تقم بإزالة الغطاء أو فتح المغلف الذي يحتوي الأسئلة قبل سماع إشارة بدء المسابقة .
- لا يسمح لك بمغادرة مكانك المخصص بدون إذن ، إذا احتجت للمساعدة (آلتك الحاسبة لا تعمل، حاجتك للذهاب إلى الحمام ،) رجاء 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 تُصحَّح (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 .

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

الهدف من هذه التجربة هو قياس المميزات المرتبطة بالمغناطيسية لمواد دايما مغناطيسية و مواد فرومغناطيسية. و للوصول لهذا الهدف نحتاج لإجراء قياسات أخرى ، على سبيل المثال قطر إبرة حقنة طبية، و معامل التوتر السطحي للماء.

الأدوات:

تبين القائمة الآتية الأدوات في الشكل 1:

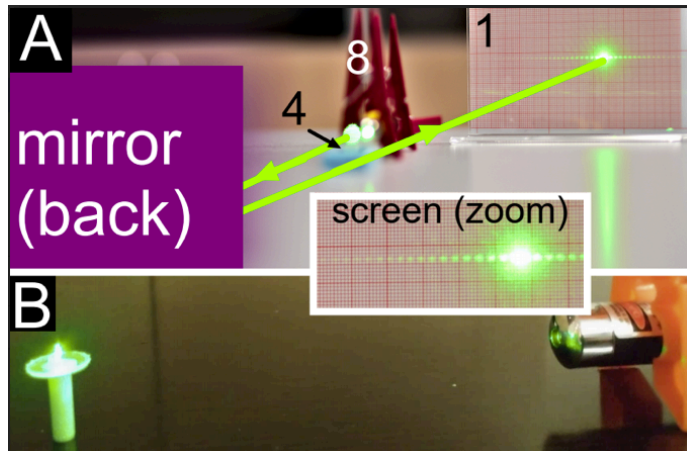


الشكل 1

- (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
- (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

تحذيرات:

- لا تقم بثنى 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 أذى 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.



الشكل 4

المهام:

الجزء A: قطر إبرة الحقنة الطبية (3 علامات)

حدد قطر إبر الحقنة باستخدام الإجراءات الآتية:

ضع إبرة الحقنة بشكل عمودي على الطاولة بحيث تكون القطعة البلاستيكية للأسفل كما يتضح في الشكل رقم (4B). ثبت الليزر باستخدام مشابك الغسيل كما يتضح في الشكل

وسلط حزمة الليزر على الإبرة . إذا كانت حزمة الليزر مرتفعة (تمر فوق الإبرة) يمكنك استخدام قطعة الفلين الصناعي كما يتضح في الشكل (4 B) (ادخل الطرف الحاد للإبرة الخضراء في قطعة الفلين الصناعي بحيث تضمن ان تستقر الإبرة

بشكل عمودي على الطاولة. إذا كانت حزمة الليزر منخفضة جداً، يمكنك استخدام ورقة لرفعها. استخدم المرآة لزيادة طول حزمة الليزر انظر الشكل (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

$$\lambda = 532 \text{ nm}$$

قدّر الخطأ في نتيجتك، أعد الإجراءات باستخدام الإبرة البيضاء.

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

قم بتعبئة أنبوب السيليكون بالماء – يمكنك استخدام الحقنة الطبية بدون استخدام الإبرة – عبئ ما يقارب 2/3 (ثلاثي) الأنبوب بالماء (سيتم ضبط كمية الماء بالقدر المطلوب لاحقاً)، تأكد أن الماء يشكل عموداً مستمراً بدون أي فقاعات هواء بداخله. قم ب تثبيت 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.

معتمداً 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 الأنبوب من منتصفه إلى الأسفل بحيث يبدأ بأخذ شكل V، وإذا استمر الماء بعدم التساقط، أضف المزيد من الماء إلى الأنبوب (وإذا كان هذا أيضاً غير ذي فائدة، اطلب تغيير الإبرة).

خلال تساقط الماء من الإبرة ببطء على شكل قطرات ، ارفع الإبرة بشكل بطيء جداً و حدد الارتفاع الذي يتوقف عنده تساقط القطرات ، و قم بقياس ارتفاع عمود الماء عندها (و هو فرق الارتفاع 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.

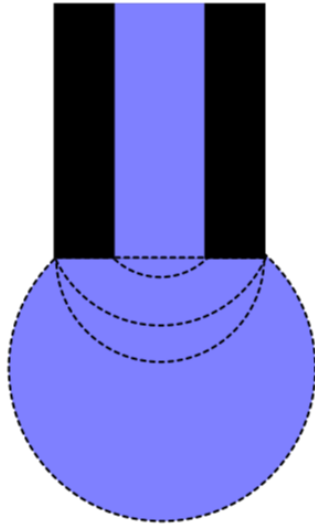
خذ مجموعة من القياسات باستخدام الإبرة الخضراء ثم اعد نفس الإجراءات باستخدام الإبرة البيضاء. سجل نتائجك للارتفاعات الحرجة للماء بالإضافة إلى الخطأ في قياساتك للإبرتين . وباعتماد على قياساتك، حدد معامل التوتر السطحي للماء σ . كثافة الماء $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$ وتسارع السقوط الحر $g = 9.81 \text{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

مساعداً : 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 مساوياً $\Delta p = 2 \sigma / r$ حيث r هي نصف قطر السطح الكروي .

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 التوتر السطحي).



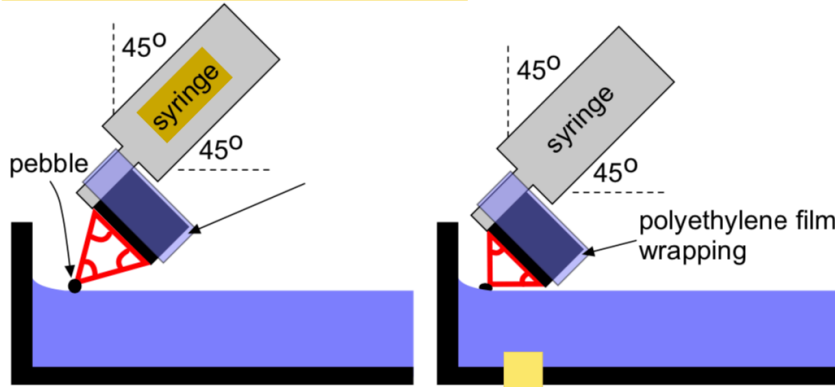
الشكل 5

ثبت المغناطيس بالحقنة كما يتضح في الشكل 6 (يجب ان يكون محور المغناطيس موازياً للحقنة) وذلك بالاستعانة بقطعة البولييثين . وجه المغناطيس بزاوية تقريبا 45° 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 الشكل 6.



الشكل 6

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:

$$\frac{F}{m} = (|\chi_g - \chi_w|) \frac{1}{2\mu_0} \frac{dB^2}{dz},$$

حيث أن χ_g و $\chi_w = -9.05 \times 10^{-9} \text{ m}^3/\text{kg}$ هما القابليتان المغناطيسيتان النوعيتان

للمغناطيس والماء علي التوالي (لكل وحدة كتلة من المادة) و

$$\frac{1}{2\mu_0} \frac{dB^2}{dz}$$

ترمز إلى تدرج الضغط المغناطيسي.

الشكل (7) 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 $\rho_w = 1000 \text{ kg}$ هي كثافة

الشكل (8) يوضح تدرج الضغط المغناطيسي على محور المغناطيس بدلالة المسافة من السطح المستوي إلى مغناطيس دائم معين.

الماء وتسارع السقوط الحر ممثل ب $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

بالاعتماد على هذه البيانات وعلى 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 $\mathcal{E}$ على طرفي أسلاك توصيل حامل البطاريات باستخدام الملتيميتر مع توصيل طرفي الملتيميتر إلى الطرفين الموسومين (+) و (-) في الشكل المدخلة في الشكل 3 و اختيار المدى للملتيميتر (DC) 20 v.

قم بوصل الأسلاك (الأزرق والأسود) الخاصة بالحساس المغناطيسي مع البطاريات الموجودة داخل حامل البطاريات. وقم بوصل الأسلاك الأحمر والأبيض مع الملتيميتر. إذا 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 الفرومغناطيسية، 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 الاسطوانى فوقها و بأقرب مسافة ممكنة من الطرفين (انظر إلى الشكل المدخلة في صورة رقم 3) ، 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 مليمتترات 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

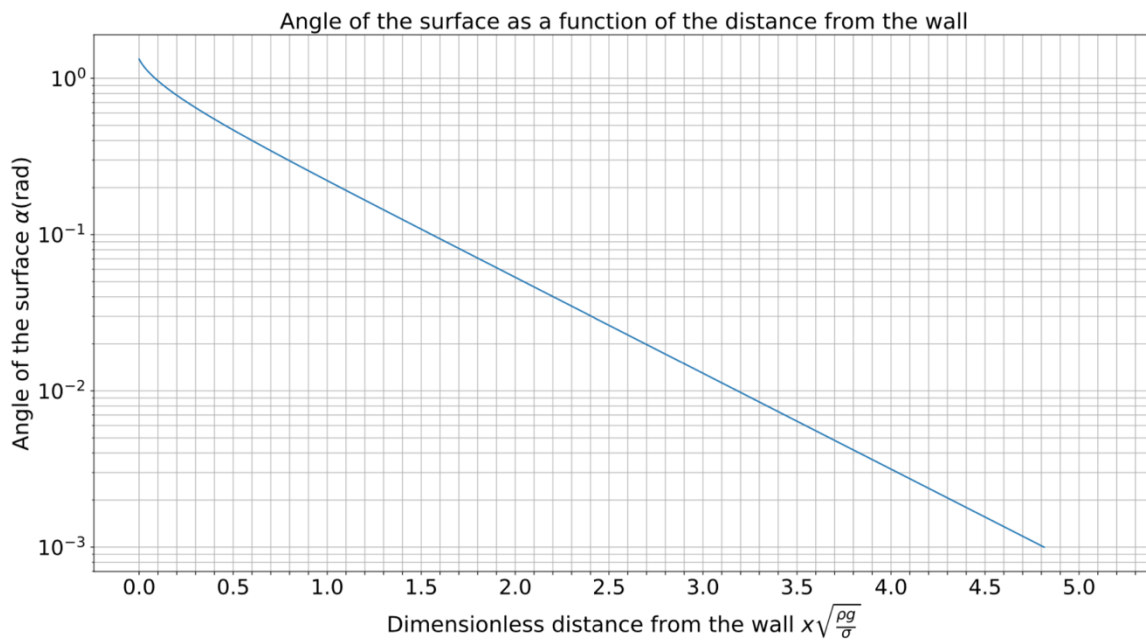
$$\lambda = \sqrt{\mu\delta h/2}$$

و B_0 ثابت يعرف جتا القطع المكافئ $\cosh x = (e^x + e^{-x})/2$ و تكون $\delta = 0.27\text{ mm}$ و h تمثل عرض الفارق بين الشريحتين. بالاعتماد على نتائجك ارسم تمثيلاً بيانياً مناسباً لإيجاد النفاذية المغناطيسية النسبية μ . اوجد μ و قدر الخطأ في نتيجتك.

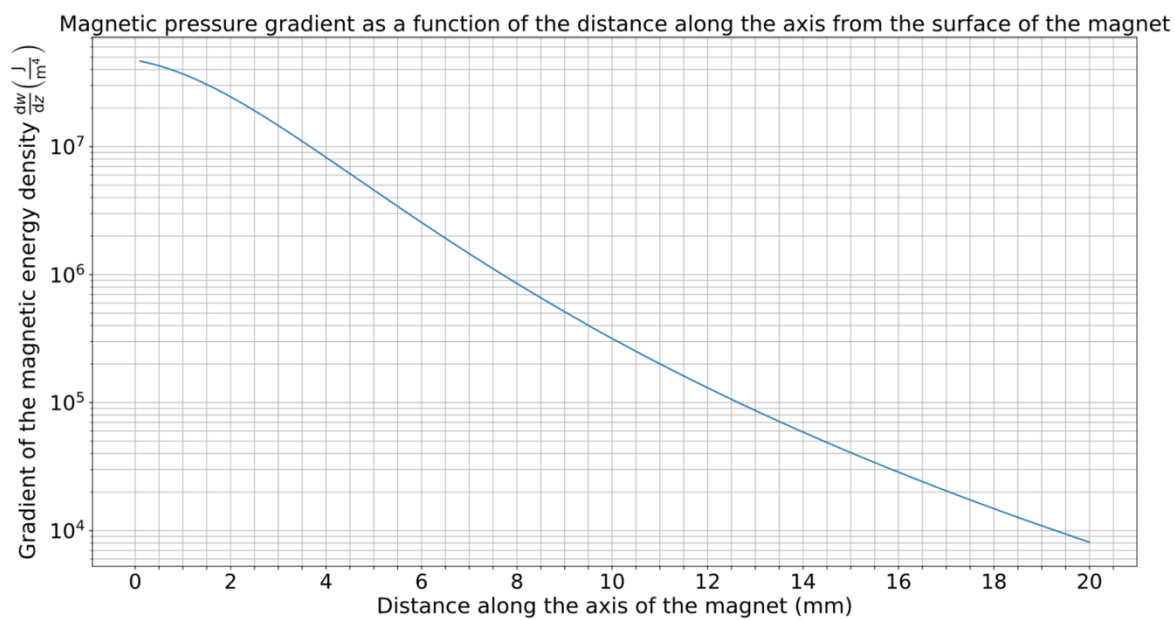
مساعدة: سيكون أحد الحدين في التعبير الرياضي ل $B(z)$ صغيراً بدرجة يمكن إهماله و ذلك لنطاق معين من قيم z . و يفشل التعبير الرياضي بسبب تأثير الإشباع إذا كان المجال المغناطيسي داخل شريحة الفرومغناطيس كبيراً جداً. تحتوي الآلة الحاسبة على كل من اقتران الجتا المكافئ ومعكوسة و يرمز لها $\cosh^{-1}$ أو acosh

(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). قدر شدة المجال المغناطيسي B_s التي يبدأ عندها الإشباع لشريحة المادة الفرومغناطيسية.



الشكل 7



الشكل 8