

1 الشحنة المخفية

1.1 مقدمة

أدخل رقماً بين -20 و 20 ثم اضغط **return**. نهاية، سيطلب منك البرنامج قيمة y_i عبر

y-coordinate of the electron beam in cm:

أدخل رقماً بين -20 و 20 ثم اضغط **return**. لو أدخلت أي رقم غير مقبول

لأي من الثلاثة، سيظهر لك البرنامج
Invalid entry.

وسيتطلب منك القيمة مجدداً مع تذكيرك بالقيم المسموحة.

بعد إدخال الأرقام الثلاثة، سيظهر لك البرنامج

Electron beam fired with parameters (x, y, V) =

وسيقوم بإعادة كتابة القيم المدخلة، ثم

Electron detected at (x, y) =

سيعطيك الموقع الذي رصد فيه الإلكترون على الشاشة. لكن لو لم يصطدم

الإلكترون بالشاشة ذات الأبعاد النهائية، سيُقال لك

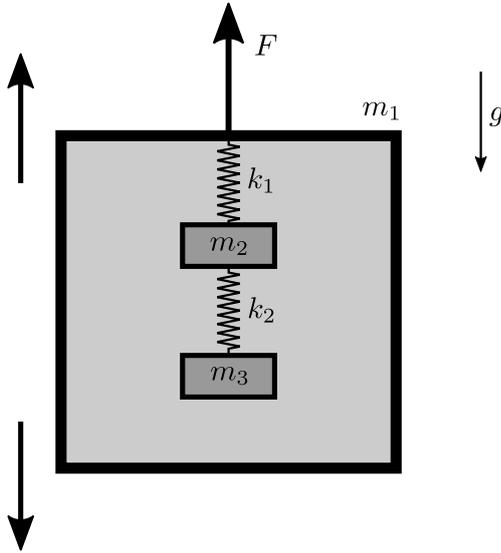
Electron not detected...

يتكرر من بعدها البرنامج، مما يسمح لك بإدخال قيم جديدة للإحداثيات الابتدائية.

2 الصندوق الأسود

1.2 مقدمة

لديك صندوق أسود ميكانيكي صلد يتكون من حاوية كتلتها m_1 . يوجد داخل الحاوية كتلة m_2 متعلقة بزنبرك عديم الكتلة متصل بسقف الصندوق وله ثابت k_1 . علقت كتلة أخرى m_3 بالكتلة m_2 بواسطة زنبرك آخر عديم الكتلة له ثابت k_2 . توجد ممانعة لزوجية صغيرة تعتمد على سرعة الأجسام. تسارع جاذبية الأرض موازي لجوانب الصندوق ويساوي $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.



يمكن تحريك الصندوق للأعلى والأسفل باستخدام تسارع ثابت مجزئ (piece-wise). يمكن برمجته نمط التسارع عبر المدخلات بعد إعطاء المدة (بالثواني) والتسارع (بالمتر لكل ثانية تربيع) لكل جزء (خطوة). المحاكاة تظهر القوة F المبذولة على الصندوق لإعطاءه التسارع المطلوب في كل لحظة، وكذلك القراءة الزمنية. سينتج البرنامج ملفاً نصياً يحتوي على القراءات في نفس مجلد البرنامج. كل عمليات المحاكاة ستبدأ دائماً بنفس الوضع الابتدائي للكُل.

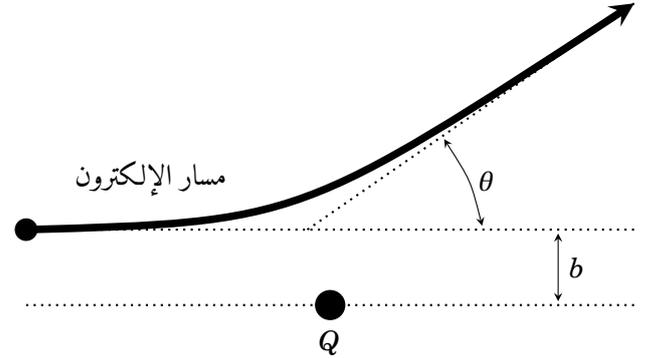
ملاحظة: كل قياسات القوة F تحوي خطأ عشوائياً صغيراً. كما أن الزنبركات خطية ما دامت الإستطالة والانضغاط صغيرتين بشكل معقول،

تم تثبيت شحنة نقطية مجهولة Q في منطقة من الفضاء. عندما تُطلق إلكترونات من مكان بعيد عن الشحنة باتجاه مواز لمحور z ، ستبعضر بسبب القوة الكهروستاتيكية الناتجة من الشحنة، وستصطدم نهاية بشاشة رصد. من الممكن معرفة تفاصيل الشحنة المخفية عن طريق تغيير الطاقة الحركية الابتدائية والإحداثيات الابتدائية x_i و y_i لشعاع الإلكترونات ومن ثم قياس الإحداثيات النهائية x_f و y_f للموقع الذي يصطدم فيه الإلكترون بشاشة الرصد ذات الأبعاد النهائية والمسطحة والعمودية على محور z عند $z = 0$.

من المفيد معرفة صيغة تبعثر رذرفورد،

$$b = \frac{kqQ}{2E} \frac{1}{\tan(\theta/2)}$$

حيث b هو معامل التأثير، E هي طاقة الإلكترون، $q = -1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ هي شحنة الإلكترون، $k = 8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ ، و θ هي زاوية التبعثر. معامل التأثير يُعرف على أنه أقرب مسافة بين الإلكترون والهدف (الشحنة)، بافتراض أن الإلكترون لن يتأثر بأي قوة من الهدف وبالتالي سيتحرك في خط مستقيم؛ زاوية التبعثر هي الزاوية بين متجه سرعة الإلكترون الابتدائي عندما كان بعيداً جداً عن الهدف ومتجه السرعة النهائي للإلكترون عندما يصبح بعيداً جداً عن الهدف بعد التبعثر.



2.1 المهمة

مهمتك هي تحديد موقع (x_Q, y_Q, z_Q) ومقدار وإشارة الشحنة المثبتة Q بأعلى دقة ممكنة. يتوجب عليك تقدير الخطأ في أجوبتك إلى Order of magnitude. يوجد خطأ جاوسي مرتبط بموقع شعاع الإلكترونات الابتدائي وهو قرابة 0.5mm.

كما هو الحال مع جميع التجارب، يجب عليك أن تقوم بصنع جدول بيانات واضح، ورسوم بيانية واضحة، وكمية كافية من الاشتقاقات الرياضية حتى توضح مالذي قمت بقياسه وكيف ستستنتج نتائجك.

3.1 واجهة البرنامج

في الأمر أدناه، يسألك البرنامج لإعطاء فرق الجهد المستخدم للتسريع
Beam accelerating voltage in V:

أدخل رقماً بين 1 و 10000، واضغط **return**. سيطلب منك البرنامج حينها

الإحداثيات الابتدائية للإطلاق، بداية مع x_i بالأمر أدناه

x-coordinate of the electron beam in cm:

- لو كان التسارع خارج النطاق المسموح:
Acceleration is out of range.
- لو كانت مدة التسارع خارج النطاق المسموح:
Duration is out of range.
- لو كان وقت قراءة النتائج خارج النطاق المسموح:
Sampling time is out of range.
- لو كان عدد مرات التكرار خارج النطاق المسموح:
Number of repeat times is out of range.
- لو حاولت تكرار أوامر داخل أمر تكرار آخر:
Cannot repeat actions inside another repeat.
- لو حاولت إنهاء أمر التكرار بدون وجود أمر تكرار أساسا:
Cannot end repeat outside repeat.
- لكل الحالات الأخرى:
Invalid entry.

بعد أن تدخل begin، سيطلب منك البرنامج تسمية الملف الناتج:
Enter name for output file (e.g. "results"). You should use Latin letters and numbers because some special characters are not allowed.
أدخل اسما ثم اضغط **return**. يجب عليك فقط استخدام الأحرف اللاتينية (الإنجليزية) والأرقام لتسمية الملف. الأحرف والرموز الأخرى قد وقد لا يسمح بها، وفي حال كان الاسم غير صالح، فإن القراءات لن تحفظ. القراءات ستحفظ في ملف txt. بالاسم المعطى في نفس المجلد الذي يقع فيه البرنامج.

بعد هذا، سيظهر البرنامج الآتي:
Begin experiment.

وسيدأ المحاكاة. سيظهر حينها البرنامج الوقت الذي مضى منذ بداية البرنامج (Time (s))، قيمة F المقاسة (Force (N)) وتسارع الصندوق (Ac- (cel (m/s²)). ستعرض القراءات بشكل مشابه في الملف النصي.

سيُظهر البرنامج حينها أحد الرسائل الآتية.

- لو انتهت التجربة بنجاح:
Experiment ended successfully.
 - لو اصطدم الصندوق بالسقف:
The box hit the ceiling. Experiment ended.
 - لو اصطدم الصندوق بالأرضية:
The box hit the floor. Experiment ended.
 - لو اصطدمت الكتل مع بعضها أو مع الصندوق:
Masses and/or the box collided. Experiment ended.
- بعد أن تنتهي التجربة، يمكنك أن تبدأ تجربة أخرى.

لكنها ليست خطية عندما تصبح كبيرة. القيم k_1 و k_2 تعرف على أنها ثوابت الربك للإستطالات الصغيرة حول موقع الاتزان عندما يكون الصندوق ساكنا. القوة F والتسارع يعتبران موجبين عندما يشيران للأعلى. طول جانب الصندوق هو 0.6m والصندوق كان ابتدائيا في وسط غرفة ارتفاعها 3m. المحاكاة تنتهي تلقائيا لو اصطدم الصندوق بسقف الغرفة أو أرضيتها، أو إذا تصادمت أي من الكتل مع بعضها أو مع الصندوق. نسب الأطوال في الرسمة غير صحيحة.

2.2 المهمة

مهمتك هي إيجاد كل القيم: k_1, k_2, m_1, m_2, m_3 . ليس عليك أن تقوم بتحليل خطأ القياسات لهذه النتائج.

كما هو الحال مع جميع التجارب، يجب عليك أن تقوم بصنع جدول بيانات واضح، ورسوم بيانية واضحة، وكمية كافية من الاشتقاقات الرياضية حتى توضح مالذي قمت بقياسه وكيف ستستنتج نتائجك.

3.2 واجهة البرنامج

بداية، سيطلب منك البرنامج مجموعة من المدخلات. لديك الإمكانيات الآتية.

- أدخل رقمين واضغط **return** لإضافة خطوة لنظ التسارع، على سبيل المثال: 0.4 - 1.5
- الرقم الأول يجب أن يكون مدة كل خطوة بالثواني (يجب أن يكون مضاعفا ل 0.01s) والرقم الثاني يجب أن يكون التسارع بوحدة m/s² (يجب أن يكون بين -30 and 30).
- أدخل repeat مع رقم صحيح ثم اضغط **return** لتكرار الأوامر، مثلا: repeat 10
- يجب أن يكون الرقم الصحيح عدد المرات التي تريد فيها تكرار الأوامر. يجب أن ينتهي كل أمر تكرار repeat بـ endrepeat (أنظر أدناه).
- أدخل endrepeat لإنهاء أمر التكرار. عندما تبدأ التجربة، كل الأوامر بين repeat و endrepeat ستتكرر. لا يمكنك إدخال أمر تكرار داخل أمر تكرار آخر.
- أدخل sample ورقما ثم اضغط **return** لتغيير وقت قراءة النتائج، مثلا: sample 0.4
- الرقم يجب أن يكون وقت قراءة النتائج الجديد والذي هو الوقت الذي يمر بين كل قراءة لبيانات التجربة لنقلها للملف النصي وأخرى. وقت قراءة النتائج يجب أن يكون مضاعفا ل 0.01s، والذي هو زمن قراءة النتائج الافتراضي.
- أدخل begin لبدء التجربة.

يمكنك إدخال مجموعة من الأوامر في نفس السطر ثم اضغط **return**. على سبيل المثال، يمكنك كتابة:

begin endrepeat 0.4 1.5 0.4 1.5 repeat 10 sample 0.4
لتبدأ تجربة قمت فيها بتغيير وقت قراءة النتائج إلى 0.4s وتسريع الصندوق بشكل متناوب بين $a = -0.4\text{m/s}^2$ و $a = 0.4\text{m/s}^2$ عشر مرات.
لو قمت بإدخال مُدخل غير صالح، ستظهر لك إحدى الرسائل الآتية،