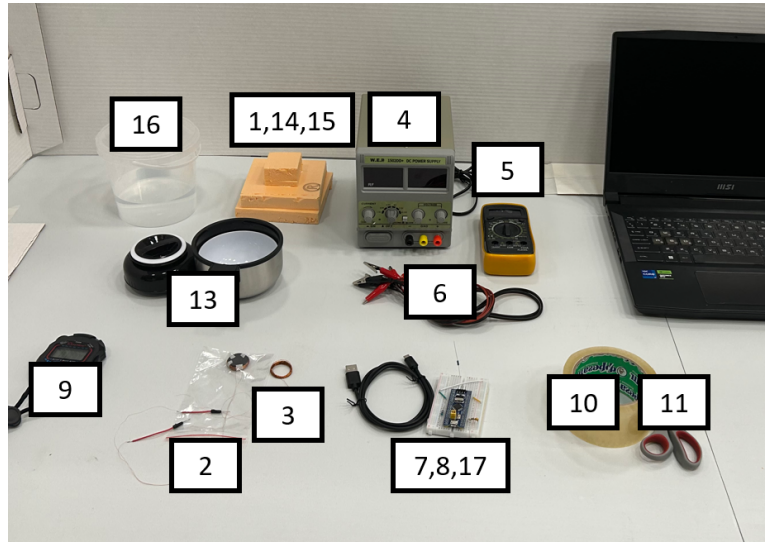


MS3 Ýokary temperatura aşageçirijilik (HTS)

Abzallar

1. Guty
2. Mis tegekli aşageçiriji
3. Mis tegek
4. 15 V Göni tok çeşmesi
5. Multimetr
6. Iki jübüt «Banana-Alligator» simler
7. Rezistor R_0
8. STM32 we USB kabelli zynjyr gurulýan plata
9. Sekundomer
10. Skoç
11. Gaýçy
12. Suwuk azot
13. Termos
14. Termos üçin podstawka
15. Ýylylyk geçirmeýän gapak
16. Suwly bedre
17. 1000 Om Rezistor. Zynjyr gurulýan plata birikdirilen.



TOK ÇEŞMESINI ZYNJYR GURULÝAN PLATA BIRIKDIRMÄN.

Süperiletkenlik olgusu, 20. ýüzyılın başında malzemelerin ultra düşük sıcaklıklara soğutulmasına yönelik teknolojilerin geliştirilmesiyle keşfedilmiştir. Zaman içinde, esasen kuantum mekanik yasalarının makroskopik düzeyde tezahürünü temsil ettiği için yaygın olarak bilinir hale geldi. Bu durumda gözlemlenen etkiler dünyanın günlük anlayışıyla çelişmektedir, bu nedenle süper iletkenlik sadece bilim, tıp ve mühendislikte değil aynı zamanda ilgili eğlence endüstrilerinde de kullanılmaktadır. Bununla birlikte, fenomenin popülerliğine rağmen, süperiletkenliğin hala tam ve tatmin edici bir teorik açıklaması yoktur. Günümüzde bilimsel araştırmalar devam etmekte, yeni süperiletken malzemeler (özellikle yüksek sıcaklık süperiletkenleri, bundan sonra HTS olarak anılacaktır) aranmakta ve deneysel gerçeklerin tamamını kapsayacak yeni teorik kavramlar geliştirilmektedir. Bu çalışmada, bir YBCO örneği kullanarak HTS'nin sıcaklık özelliklerini inceleyecek, süperiletken duruma geçişi gözlemleyecek ve süperiletkenlik teorisiyle yakından ilgili olan kritik alanın frekans bağımlılıklarını araştıracaksınız.

Suwuk azodyň gaýnama temperaturasy

$$T_{LN_2} = 77.4 \text{ K}$$

Ýörite kart bilen gözegçilerden termosda suwuk azody guýmagy haýyş edip bilersiňiz. Berlen suwuk azody seresaplyk bilen hem-de akylly ulanyň. Suwuk azot bilen ölçegleri geçirip gutaranyňyzdan soňra gözegçileri çagyryň: olar termosda galan suwuk azody başga gaba boşaldyp bererler. **Ölçemek üçin guty mümkin boldugyça izolýasiýa edilmeli we geçip bolmaýar!**

Gaty halyň modeli

Molekulýar kinetik teoriýadaky gaty jisim modeli, gaty jisimiň kesgitli şekil bilen häsiýetlendirilýän maddanyň halydygyny kabul edýär. Statistiki fizikanyň usullary ulanylyp ideal kristalyň ýylylyk sygymy mukdar taýdan kesgitlenip bilner. Mikroskopik teoriýa görä, öz energiýasyna eýe bolan öz islendik jisim ýylylyk sygymyna goşant

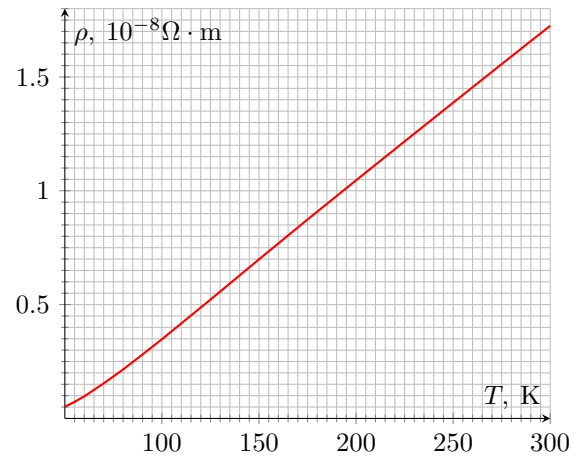
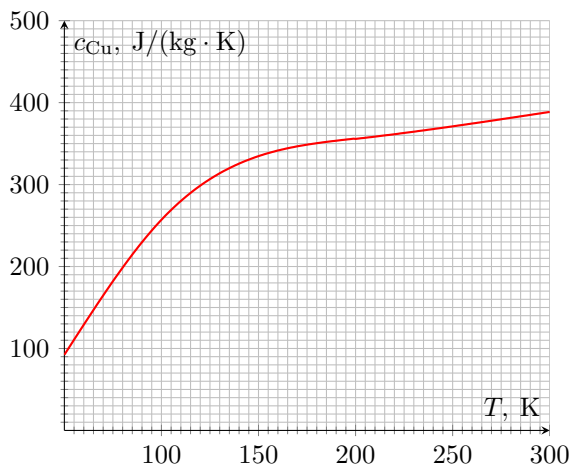
goşýar. Erkin elektronly gaty jisimlerde iki görnüşli bölejikler bar: elektronlar we fononlar. Fononlar kristal gözenegiň uryldylaryny kesgitlemek üçin girizilen kwazibölejiklerdir. Kristalyň içindäki fononyň ýaýramagy, urylydy tolkunynyň ýaýramagydyr.

Peter Debye kristal gözenegiň uryldylarynyň gaty jisimleriň ýylylyk sygymyna goşandyny kesgitleýän teoriýany teklip etdi. Değişli deňleme aşakdaky ýaly aňladylýar:

$$C \propto \left(\frac{T}{\Theta}\right)^3 \int_0^{\Theta/T} \frac{x^4 e^x}{(e^x - 1)^2} dx, \quad (1)$$

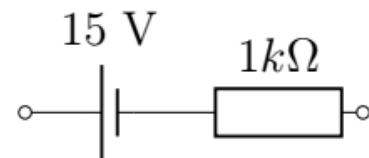
bu ýerde Θ Debye temperaturasydyr. Bu temperatura berlen madda mahsusdyr. Öwrenilen temperatura diapazonyndaky bu nusganyň ýylylyk sygymyna beýleki ähli goşantlary hasaba alman bolar, şonuň üçin nusganyň umumy ýylylyk sygymyny diňe (1) deňleme arkaly beýan edersiz.

Bu bölümde polistiren gutynyň içine ýerleşdirilen nusganyň temperaturasynyň, sowatma we gyzdyrma prosesleriniň dowamynda t wagta baglylygyny ölçemeli. Gurluşy kalibrlemek üçin mis ulanarys we c_{Cu} udel ýylylyk sygymynyň we ρ_{Cu} udel garşylygyny T temperatura baglylygyny göz önünde tutarys. Misiň udel ýylylyk sygymynyň c_{Cu} temperatura T baglylygy «*Specific heat capacity.xlsx*» faýlda ýazylandyr. Misiň udel garşylygynyň ρ_{Cu} temperatura T baglylygy «*Specific resistance.xlsx*» faýlda ýazylandyr.



hemişelik we kiçi tok çeşmesi hökmünde DC naprýaženiýe çeşmesiniň we uly garşylykly rezistoriň zygiderli baglanyşygyny ulanyň.

Mis we YBCO gowy ýylylyk geçirijiligine eýe bolanlygy üçin gutynyň içindäki temperatura (ýöne diwarlarynda däl!) görüm boýunça hemişelik diýip hasap edip bilersiz. temperaturasy T_{in} bolan gutydan hemişelik temperaturasy T_{out} bolan daş töwerege P ýylylyk ýitgisiniň kuwwaty aşakdaky depleme arkaly kesgitlenilýär:



$$P = \alpha(T_{in}) \cdot (T_{in} - T_{out})$$

Indi bolsa α -nyň T_{in} baglylygyny kesgitläliň. Mis tegegiň massasyny $M = 0.79$ g deň diýip hasap ediň. Otag temperaturasyndaky kiçi mis sim bölejiginiň garşylygynyň, T_{LN_2} temperatura çenli sowadylan bütin tegegiň garşylygyna takmynan deň boljakdygyna üns beriň. Alligator gysgyçlaryň tegegiň simlerinden tötänleýin sypmagynyň önüni alyň. Gaýtalanýan gysylmalar materialyň könelmegine we simiň döwürmegine sebäp bolup biler.

A1 İçinde bakır rulo bulunan kutuyu vakum şişesinin kapağına sabitleyin. Kutunun suda yüzdüğüne dikkat edin. **2.0** Kutunun sıvı nitrojen içinde soğutulması sırasında T_{in} değerinin t zamanına bağımlılığını elde edin. Serinin süresi 20 min olmalıdır. «A1.xlsx» elektronik tablosunu doldurun ve cevap olarak gönderin. Elektronik tabloda T_{in} vs t grafiği olmalıdır.



A2 Bir önceki soruda elde edilen dataları kullanarak $T_{out} = T_{LN_2}$ durumunda $\alpha(T_{in})$ bağımlılığını sayısal olarak belirleyin. Bu bağımlılığın grafiğini çizin. «A2.xlsx» elektronik tablosunu doldurun ve cevap olarak gönderin. Elektronik tabloda α vs T_{in} grafiği olmalıdır. **0.5**

A3 Soğutulmuş sıvı nitrojen sıcaklık kutusunu alın ve üzerine su dökün. Suyun sıcaklığı oda sıcaklığı $T_0 = 25^\circ C$ 'dir. Suyun eklendiği anda kapakta hiç sıvı nitrojen olmaması gerektiğini unutmayın. Kutunun su içinde ısıtılması sırasında T_{in} değerinin t zamanına olan bağımlılığını elde edin. Seri süresi 20 min olmalıdır. Sistemin düşük ısı kapasitesi ve düşük ısı akışı nedeniyle, su sıcaklığının değişimi ihmal edilebilir. Elektronik tabloyu «A3.xlsx» doldurun ve cevap olarak gönderin. Elektronik tabloda T_{in} ile t grafiği olmalıdır. **2.0**

A4 Bir önceki soruda elde edilen dataları kullanarak $T_{out} = T_0$ durumunda $\alpha(T_{in})$ bağımlılığını sayısal olarak belirleyin. Bu bağımlılığın grafiğini çizin. «A4.xlsx» elektronik tablosunu doldurun ve cevap olarak gönderin. Elektronik tabloda $\alpha(T_{in})$ ile T_{in} grafiği olmalıdır. **0.5**

Şimdi süper iletken numunenin sıcaklığa bağımlılığını araştırabiliriz. Bakır koliyi kutudan çıkarın ve numuneyi oraya koyun. Kutuyu sıkıca kapatın.

A5 Kutunun sıvı nitrojen içinde soğutulması sırasında T_{in} 'in t zamanına bağımlılığını elde edin. Serinin süresi 20 min olmalıdır. «A5.xlsx» elektronik tablosunu doldurun ve cevap olarak gönderin. Elektronik tabloda T_{in} vs t grafiği olmalıdır. **2.0**

A6 Kutunun su içinde ısınması sırasında T_{in} 'in t zamanına bağımlılığını elde edin. Serinin süresi bana 20 min olmalı. «A6.xlsx» elektronik tablosunu doldurun ve cevap olarak gönderin. Hesap tablosunda T_{in} vs t grafiği olmalıdır. **2.0**

A7 Önceki iki soruda elde edilen sonuçlara dayanarak, ısı kapasitesinin C sıcaklığa T bağımlılığını belirleyin. Bu bağımlılığın iki grafiğini çizin: biri ısıtma için elde edilen data için, diğeri soğutma için elde edilen data için. «A7.xlsx» elektronik tablosunu doldurun ve cevap olarak gönderin. Elektronik tabloda C vs t grafiği bulunmalıdır. **2.0**

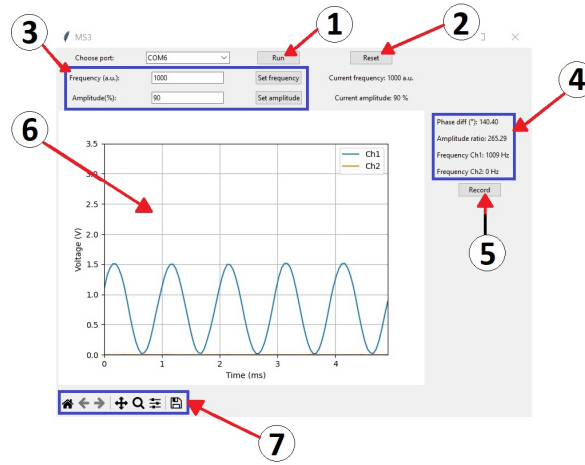
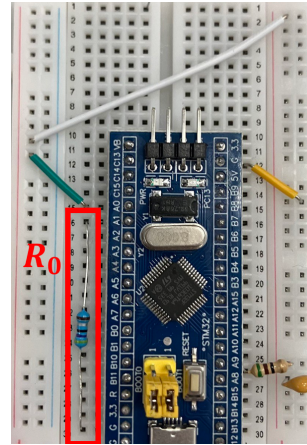
A8 $YBCO$ 'nun Debye sıcaklığını Θ nümerik olarak belirleyiniz. Çözümü «A8» formunda veriniz. Kullanılan sayısal yöntemleri açıklayınız. Cevabınızı moodle'da «rdy» olarak yazınız. **1.8**

Faz geçişi normal durum – süper iletken

1980'lerin sonunda HTSP'nin keşfi, süperiletkenliğin pratik uygulama olanaklarını genişletti, çünkü bu fenomeni sıvı nitrojenin LN_2 kaynama noktasında gözlemlemek mümkün hale geldi. Oda sıcaklığında süperiletken özellikler sergileyen malzemelerin keşfi için beklentiler gerçekten çok büyüktür ve bilim ve teknolojinin önemli sayıda alanını kapsamaktadır. Örneğin, bu tür süperiletkenlerin bilgi işlem ve uzay teknolojisinde kullanılması performansta çoklu bir artış sağlayacak ve elektrik hatlarının yapımında kullanılması elektriğin taşınmasındaki kayıpları azaltacaktır. Ayrıca, yukarıda açıklanan özelliklere sahip malzemeler, hassas ölçümler yapmak için kullanılan sensörlerin cihazını önemli ölçüde basitleştirecektir. Bu bölümde, bakır sargılı numune, HTS çekirdekli bir bobin olarak kullanılacaktır. Böyle bir bobinin endüktansı L , çekirdeğinin manyetik geçirgenliğine güçlü bir şekilde bağlıdır. Süperiletken durumlara geçişte manyetik geçirgenlik sıfır olur. Bu nedenle, numunenin normal ve süper iletken durumları arasındaki geçiş, küçük bir sıcaklık aralığında bobinin endüktansındaki çoklu bir değişiklikte kaydedilebilir.

B1 Verilen R_0 direncinin direncini belirleyin. Cevabı ohm cinsinden yazınız. **0.2**

Bobini R_0 direnci ile seri bağlayın. Sıvı nitrojenin kaynama sıcaklığına T_{LN_2} kadar soğutulmuş bobin kutuya yerleştirilir. Yavaş ısı değişimi nedeniyle ısınır ve ölçülen miktarlara dayanarak endüktansının $L(T)$ sıcaklığına bağımlılığını hesaplamayı mümkün kılar.



Şekil, bobin ve direncin seri bağlantısı devresinde osilogramları çizmek için kullanılan programın arayüzünü göstermektedir. İlk kanal tüm bağlantı boyunca gerilime, ikinci kanal ise direnç boyunca gerilime karşılık gelir. Ölçümlere başlamadan önce, doğru COM portunun seçildiğinden emin olun.

Programın ana unsurları: 1. Çalıştır/Durdur düğmesi - programı başlatır/durdurur. 2. Düğme Sıfırla - осуществляет сброс программы 3. Uygulanan sinyalin frekansını ve genliğini girmek için alanlar. 4. Sinyal frekanslarının mevcut değerlerinin yanı sıra iki kanalın genlik oranı ve faz kayması. 5. Kaydet/Durdur düğmesi - genlik oranının ve faz kaymasının zaman fonksiyonu olarak « record.xlsx » dosyasına kaydedilmesini etkinleştirir/sonlandırır. 6. Osilogramlar ile ölçülenebilir alan. 7. Alan için kontrol paneli.

Not: Program düzgün çalışmazsa (örneğin, Çalıştır düğmesine basıldığında hiçbir osilogram görünmezse), program penceresindeki Sıfırla düğmesine basarak bir sıfırlama gerçekleştirin. Bu işlem yardımcı olmazsa, kartın üzerindeki Sıfırla düğmesine basın.

Dikkat: Kaydet/Durdur düğmesini kullanarak «record.xlsx» dosyasına yeniden kayıt yaparken, eski veriler silinecektir. Bunları kaydetmek için kayıt dosyasını yeniden adlandırın.

Frekans değişim aralığı: 110 - 2000 Genlik değişim aralığı: 0 - 100

B2 İsteddiğiniz $L(T)$ bağımlılığını elde edin. Programın tüm işlevlerini kullanabilirsiniz. «B2.xlsx» elektronik tablosunu doldurun ve cevabınız olarak gönderin. Elektronik tabloda $L - T$ grafiği bulunmalıdır. **3.0**

B3 Yukarıdaki adımları ısıtmayı soğutma ile değiştirerek tekrarlayın. «B3.xlsx» elektronik tablosunu doldurun ve cevabınız olarak gönderin. Elektronik tabloda L ile T grafiği bulunmalıdır. **3.0**



МИНИСТЕРСТВО
ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ



КІРНО

МФТИ



ГИМНАЗИЯ
ИМ. Е. М. ПРИМАНОВА

ВКУСВИЛЛ

B4 Önceki iki noktadaki bağımlılıkların grafiklerini çizin ve YBCO için normal durumdan süperiletken duruma faz geçiş sıcaklığını belirleyin. «B4.xlsx» elektronik tablosunu doldurun ve cevabınız olarak gönderin. **1.0**