

2012年7月8日(日)

科学基礎講座
「低温が拓く物理の世界：超流動実験」
新潟大学 根本祐一

■課題

問1 液体窒素でスーパーボール、草花、風船を冷やすとそれぞれどうなるか。また、どうしてそうなるのか、それぞれの素材に注意しながら説明してみよう。

おとしもほねない。ビ-玉みたいたった。中の空気の体積が小さくなり、ゴムが縮んだから。
草花はパリパリになった。草花の水分が凍ったから。風船は縮んだ。風船内の気圧が下がったから。

問2 ペットボトルに、たくさんの空気を圧縮して詰め込んで、一気に開放させるとどうなるか。観察した結果を説明してみよう。

ハットボトルの中が白くなって、白い煙がでてきた。

問3 アルミニウムと銅のリングの近くで強い磁石を動かしたときの感覚を説明してみよう。また、室温で動かしたときと液体窒素で冷やしてから動かしたときとでどう違うか。

(中学生、高校生はその理由についても説明してみよう)

アルミニウムより銅の方が重いのが大変で、重く感じた。また、冷やした方が動かすのが大変だった。冷めると抵抗が小さくなり、アルミニウムと銅に流れる誘導電流が大きくなり、斥力が強く感じる。

問4 超流動が起こる時の温度と圧力はいくらか。また、超流動状態になったとき、見た目はどう変わるか。いったい何が起きたのか考えてみよう。

絶対零度。液体が静かになり、サラサラになる。Heは基底状態。

問5 温度と熱は同じものだろうか、違うものだろうか。また、それはなぜか説明してみよう。(これは難しい問いである)

熱はエネルギーを持っていて、温度は熱エネルギーによって変化するもの。違うものだと思う。

問6 今回の実験講座についての感想を自由に書いてください。

私にとっては何かがわかることが多く、楽しんでよく分からなかったところもあって、でも実験で不思議な現象を見たり、体験することができて、とても楽しかった。

問7 半導体の性質について説明してみよう。また、金属との違いはなにか考えてみよう。ガラスはどちらに属するか、それとも違う物質なのか、考察してみよう。どうすれば材料を

分類できるか考えてみよう。導体と絶縁体の中間の性質をもつ物質。金属は導体のみの性質を持ち、半導体は導体の性質に加え、絶縁体の性質をもつ。ガラスは絶縁体に属する。可成りの場合で電気を通すものが半導体。

問8 超流動について調べ、物理的に説明してみよう。(高校生は超伝導と比較しながら類似点、相違点に注意しながら説明してみよう)

超流動は液体を冷却するとある温度で粘性がゼロになる現象。超伝導は極低温で金属や合金などの電気抵抗がゼロになる現象。

問9 フェルミ粒子とボース粒子について調べてみよう。また、以下の粒子をフェルミ粒子とボース粒子に分類してみよう。

水素原子、水素分子、重水素、ネオン原子、アルゴン原子、ヘリウム3原子、^ボフォトン、陽子、中性子、電子、クォーク、ニュートリノ、ヒッグス粒子?

質量数
ミウ
スピ
ン

フェルミ粒子(一つの量子状態に1個だけ入ること)ができる。
ボース粒子(一つの量子状態に何個でも入ること)ができる。

[フェルミ粒子]・陽子・中性子・電子
・クォーク・ニュートリノ・ネオン原子
・アルゴン原子・ヘリウム3原子
[ボース粒子]・水素原子・フォトン
・水素分子・重水素・ヒッグス粒子。

中学1年生（この受講生は13ページの大作を提出しました。）

研究室では③（断熱膨張）を利用して、Heを液化することで作る液体³Heや液体⁴He、液体N₂を用いて①（非常に低温のものに接触する）という方法で物体を冷却している。

液体N₂ 77.35K
液体³He 3.197K
液体⁴He 4.222K

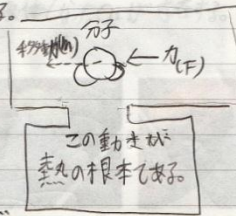
[Q: 温度と熱は同じか]
違う。熱とは、仕事の一形態である。

仕事は力と距離の積で表され、これが熱である。

$$J_{(J)} = F \times m_{(m)}$$

$$F = a \times M_{(kg)}$$

加速度 質量

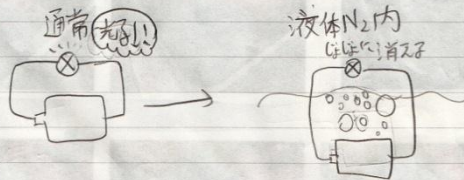


一方、温度は熱の相対的な比を数値で表したものである。

[より低温のものに接触させて物体を冷却させた実験]

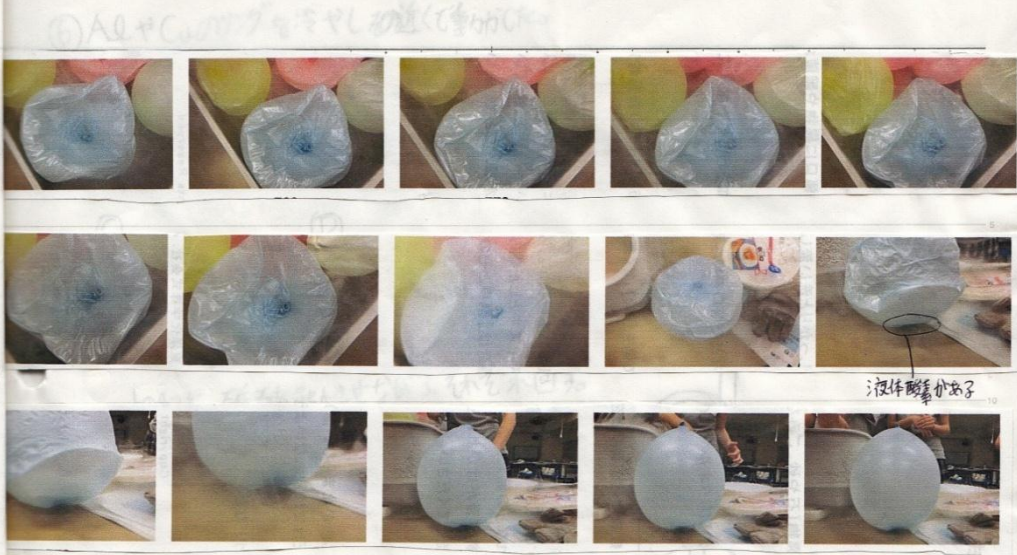
(I) 液体N₂の中に花、スノーボール、風船などを入るとどうなるか。

① 乾電池を液体N₂の中に入れた。



乾電池はだんだんと消えていく
乾電池は低温で分子が凍結しなくなり、乾電池は次第に消えていく。

580



液体酸素が空

常温に戻すとまた元の胸



④ マジマロを液体N₂に入木る
外は力強い、内はサクサクになる。
水分は、内部で氷で凍る。

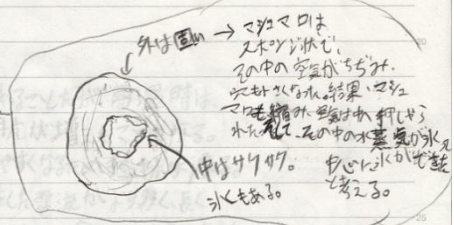


内部の氷を確認

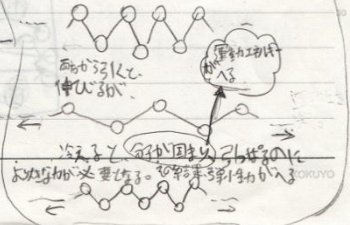
⑤ スーパーボールを液体N₂に入木る。



上から落とすと弾力が弱く、その分、内部に氷が凍りやすくなる。



これは低温では弾性を失うのでは
ないか。この分子構造が関係
しているか?



■ レポート

実験物 素材

問1 ◎スーパーボール(ゴム)

・固くなり、ビネゴマのようにはねなくなった。

||

本来のゴムよりも伸びがみしなくなった。→性質が変わった。

◎草花 (?) → 考えられる物 タンク質、水分、せい、

・もろくて、一にぎりしただけでバラバラになってしまう。

||

花に含まれている水が凍った。→これも性質が変わったようだ。

◎風船(ゴム)

・しぼんでビネゴマのようになってしまった。ゴムの一種

中の二酸化炭素が液状になった。

||

性質がやはり変わった。

およその中間値は、低温状態になると、性質が変わる。

問2. ペットボトルの中に数秒間(7秒くらい)雲のような白いけおりが発着した。

問3. 感想 速く回せば回そうとするほど重さにくくてとてもおもしろい現象だと思った。

室温 すごく回しにくく、すごい力だった。(強)

すごいじかを感じた。

極低温 室温の何倍も回しにくく、全く速く回せなかった。(極強)

↓
冷やすとじかは増す。と思う。