

道央支部通信

No. 57 2026. 1. 12

銅線コイルとアルミ線コイルでアボガドロ数を求める生徒実験をしました

11月の札自研レポートから

清田高校 春日秀夫

はじめに

アボガドロ数 6.0×10^{23} は高校化学基礎・化学の計算の基本になる数なので、授業でもたくさんの方で解くことになります。

原子量・分子量・式量に g を付けた 1 モルの質量を量りとった物質が 6.0×10^{23} 個の粒子で構成されることを確かめる生徒実験はぜひ実施したいと思ってきました。

これまでの方法

- アボガドロ数を求める実験として教科書（啓林館）にはステアリン酸の単分子膜を利用する方法が掲載されています。
- 岩塩（天外天岩塩）の体積と質量を測定した値から、NaCl の単位格子の質量を求めてアボガドロ定数を求める方法は何度かやってきました。（ほっかいどうの理科教育2021）岩塩を釘でたたいて割つて直方体を作り体積をノギスで測る生徒実験は楽しくわかりやすいのですが、大きなきれいな直方体ができるかどうかで誤差の値が大きくなります。浮力で体積を求めるとき精度が上がりますが岩塩は水に溶けます。浮力を用いて食用油の中で浮力を得るとよい結果が得られましたが手軽さという面では食用油の処理が残り、いまいちでした。

金属で求める方法

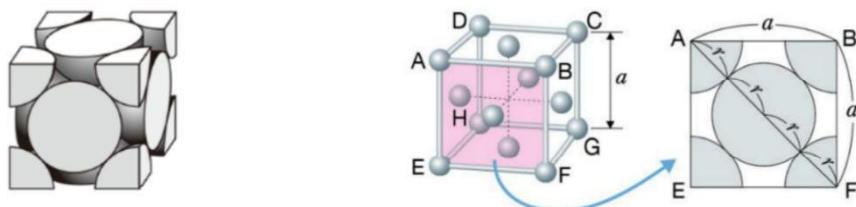
- 金属の体積を浮力で測る方法（ほっかいどうの理科教育2025）は実験作業が簡単です。清田高校1年生で生徒実験しました。

原理も簡単です。金属原子は単一の原子が規則的に配列していて、ここで使う銅とアルミニウムはともに面心立方格子です。単位格子に4個分の原子が含まれています。

- 銅とアルミニウムの原子半径からそれぞれの単位格子の体積を計算します。
- 銅とアルミニウムの密度を実験で求めます。水中にぶら下げたときの浮力で体積を求めるので精度が高くなります。
- 以下の式でアボガドロ数を求めます。

単位格子の質量 : 4個 = 1 モルの質量 (周期表の原子量の値) : 求めたいアボガドロ数

単位格子の質量 g = 単位格子の体積 cm^3 × 実験で得た密度 g/cm^3



少し難しく感じる生徒がでてくるところは以下のようないくつかの計算部分です。

Al 原子半径が $0.143\text{nm} = 1.43 \times 10^{-8} \text{ cm}$

Al の立方格子体積 = $(4 \times 1.43 \times 10^{-8} \text{ cm} / \sqrt{2})^3 \text{cm}^3$

実験の手順

実験準備 アルミコイル 20個 銅コイル 20個 0.01gまで測れるデジタルはかり20台
細いテグス20cmでぶら下げる輪を作る。

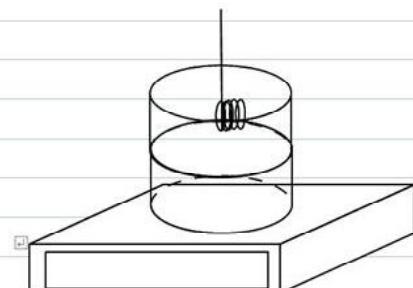
実験手順 ①金属コイルをテグスでぶら下げる

②プラカップに水を入れデジタルはかりに

乗せ風袋を0に(TAREを押す)する。

③金属コイルを水中に吊り下げ、

浮力値(=体積に相当する数値)を記入する。



Al

Cu

④手を離して金属コイルの質量を測定する。

コイルの密度を求める(有効数字3桁)

Al

Cu

Al

Cu

⑤先に求めた単位格子の体積cm³×測定結果の密度g/cm³を計算して原子4個分の質量を求める。

⑥比例式でAl 26.98g、Cu 63.55gが何個の原子か=アボガドロ定数NAをと一致するか調べる。

実験結果 AlコイルとCuコイルの密度測定値 1年2組の黒板

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Al	2.67	2.73	2.75	2.78	2.73	2.68	2.70	2.65	2.77	2.7
Cu	8.70	8.97	9.11	8.95	8.87	9.0	8.88	8.77	8.88	8.97

上の1班から10班の密度から得られるアボガドロ数NAを有効数字2桁で表しました($\times 10^{23}$)

班	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Al	6.1	6.0	5.9	5.9	6.0	6.1	6.0	6.1	5.9	6.0
Cu	6.2	6.0	5.9	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	6.0	6.0

実験レポートの感想から

・実験をしてみたら思っていたよりも 6.0×10^{23} に近い結果になったからよかった。教科書を見たり、言葉で聞くよりも実際に 6.0×10^{23} 乗になるのか分かってよかった。結晶構造にはいろいろな種類があって、2、4、6個が単位格子に入っているのがわかると密度と体積からほんとに 6×10^{23} 乗が求められることがわかった。 2組OA

・金属の質量の求め方や公式、計算方法について理解できました。水を使うことで質量、体積を知ることができるとわかりました。AlとCuの違いを感じられました。2組K I

・ 6.0×10^{23} 乗と言う言葉だけ覚えていた。Cuは計算値が近くでなかったが、Alは誤差が小さく出たのでよかった。結晶構造の作りやアボガドロ定数と関係がより具体的にイメージできるようになったと思う！ 2組 K K

- ・アルミニウムと銅の2つの金属を使い1モルが 6.0×10^{23} でできていることを確かめることができました。銅はぴったり 6.0×10^{23} と言う値が出ました。2組 K A
- ・実験の仕方や準備は簡単でしたが、結果を求める計算が難しかったです。モルの計算などでも時間が取られることが多いので、問題をこなして素早くできるようにしたいです 2組 S A
- ・複雑な計算がたくさん出てきて混乱した。金属の質量と体積は水を使って求めることができると分かった。2組 S S
- ・ただ 6×10^{23} 乗と覚えていたところからなぜそうなるのかといった関連したところまで覚えられた。
- ・アボガドロ定数と言う膨大な数の原子のことが1時間の金属の重さや体積といった測定値から計算できることにまず驚いたのとても面白いなと感じました。班で協力しながら実験を進めることができてとても良かったと思います。 5組N S
- ・今まで結晶構造の違いなど考えたことがなかったのでミクロな世界を学べて面白かったです。5組SA
- ・実際にアボガドロ定数の値を求められて感動した。値を定めた人は、こんなふうにコツコツと実験をしたのかと考えると、何気ない1つの化学用語でも奥が深くて面白いと感じた。5組 K H
- ・実際に目で数値を見ながら実験をやるとわかりやすく考えやすかったです。もう一度復習して迷わず式を作つて解けるようにテストに向けてがんばります。 5組O S
- ・アルミニウムと銅の密度の違いを理解できました。またこの計算よりアボガドロ数を求められることがわかった。グループのみんなで協力して取り組めた。 5組N H

まとめ

当初、「10円玉 (Cu) と1円玉 (Al) でアボガドロ数を求める」という実験にしようとしたのですがテグスで硬貨をぶら下げる作業で手間取ることが分かりました。100均やホームセンターで入手できる太めの銅線とアルミ線 (径1.6mmと2.0mm) を乾電池に巻いてコイルにして使ってみました。密度の異なる2つの金属の実験値と周期表の原子量の値から同じアボガドロ定数を求められることに、モルについて理解を深めた生徒も増えたようです。

～札自研だより～

◆12月例会◆（12月27日）報告：春日

参加者は 野中、大野、春日、三好、細川、西出、市村の7名、レポートは6本でした。
新しくなった中央区民センター2Fの多目的室はシンクがあって水が使えるので実験にも便利でした。

1 ゾウの糞からのコーヒー：野中さんのレポート

・高級コーヒーとしてジャコウネコの糞から採取されるコピ・ルアク (100g7980円) を河端さんからいただいたて飲んだことがある。それ以上に高級なゾウの糞から採られたタイのブラック・アイボリー (35g27000円) についての記事の紹介です。



東京科学大学生命理工学院の研究。コーヒーチェリーをアジアゾウに食べさせると、腸内細菌の酵

素が苦みや雑味に影響するペクチンやセルロースを分解、また「2-フルフリルフタン」が減少させるため独特の風味を生むというものです。

腸内細菌の酵素による働きなら他にもいろいろな動物でできそうだ。だけど、動物を使わなくてもこれはつまり細菌による発酵を利用することになる。コーヒーを発酵させる方法ならいろいろありそうだ。早速やってみたいというアイデアが出ました。みんなで実験してみるのもよさそうですね。

2 レイリー散乱による光強度変化について：大野さんのレポート

10月「対流圏で起こるレイリー散乱」、11月「地表付近の大気で起こるレイリー散乱」の続編で第3弾です。

「光についての一般向けの解説書」に書かれている「地表付近では大気分子の数密度が高いため、成層圏以上の高度と同様にレイリー散乱が起きると、百倍、千倍のすさまじい強度の散乱光になる」それを一つの根拠として、「地表付近の大気によってレイリー散乱は起きていらない」と結論しているが、高度の変化に伴う大気層を通過する光の強度変化を調べれば、その論理が間違っていることがわかる。



最初に「大気分子の数密度の高度依存」のグラフに2つの近似式と米国標準大気モデルのグラフを示し、次に大気で起こる「レイリー散乱の散乱係数と波長の関係」をグラフ化し、最後に可視光の極大波長付近500nmでの「光強度と高度の関係」をグラフで示した。理論的に得たこのグラフから、成層圏で太陽光の5%、対流圏で9%が散乱されると見積もることができる。つまり、対流圏でレイリー散乱が起こっていることは明瞭で、成層圏までに起こるレイリー散乱による光強度の減衰より大きいことがわかる。太陽から届いた光は、上層大気で散乱されて減少はじめ、成層圏よりも低い高度では大気分子の数密度が増加するので、さらに光強度が減少する。そのように強度の減少している光が、その高度にある大気分子によって散乱される。この光の減衰効果を考慮せずに見積もると、散乱される光の強度は大気分子の数密度に比例するといった誤った結論になる。との解説です。

市村さんがAIに聞くと対流圏でのレイリー散乱が起こっていることを答えてくれました。

3 『化学反応の量的関係 - 過不足ある反応 - 』の生徒実験をやってみました：春日のレポート

4 化学反応の量的関係の生徒実験：三好さんのレポート

春日・三好氏のレポートは同じ内容の生徒実験です。塩酸 HCl に炭酸カルシウム CaCO₃ (卵の殻やホタテから作るチョークの成分) を加えてシュワシュワ CO₂ を発生する反応は量的関係=過不足のある反応=の実験によく用いられています。モル濃度や化学反応式の意味を実物で理解するのによい実験です。



清田高校で実施した生徒実験を札自研で2人1組で再現しました。ただしコニカルビーカー、薬包紙、薬さじはプラコップ、おかげいれのアルミ箔、使い捨てプラスさじで代用しました。安全ピペットを初めて使った人もいて高校生の生徒実験と同じ雰囲気でした。



三好さんのレポートも啓成高校で行った同じ量的反応の実験です。清田Hと啓成Hの方法は試薬の量(清田の方が多い)や測定法の違い(ピペットの使用の有無)、測定器具(デジタルはかり)の違いがあり、方法を比較できて面白かったです。



0.01 gまで測れるデジタルはかりとして、1000円以下で買えるポケットスケールが便利です。

但し、オートオフ機能が選択できるものとできないものがある。重さの単位を g のほかに oz カラットや oz オンスに変えられるので実験時には確かめる必要があります。

5 炭、備長炭、活性炭について：細川氏のレポート

黒炭と白炭（備長炭）の違い、炭の構造=炭の持つ大中小の孔（マクロ孔、メソ孔、ミクロ孔）と吸着の仕組み、備長炭、活性炭の作り方と用途の説明の後、

『炭素からなる物質の電気伝導度』と銘打って、炭でできている 8 つのもので電子ブザーがなるか電子オルゴールがなるかをクイズにしました。結果は以下です。電子ブザー・電子オルゴールの順

黒炭×× 備長炭○○ 活性炭×× 石炭×× コークス○○ 習字の炭○○
黒鉛=グラファイト○○ 鉛筆の芯○○



グラファイトの構造に近いものとの関係で説明ができるのか議論しました。

・子どもたちが炭と灰の区別についていない、勘違いしているということが話題になりました。

炭は主成分が C で、灰は、アルカリ金属 K やアルカリ土類金属 Ca の炭酸塩や酸化物ですよね。

6 強塩基性でのフェノールフタレイン (PP) の退色変化と高等学校・中学校教科書の記述について

西出さんのレポート

中和滴定の中和点の判定に使われるフェノールフタレインは、ほっておくと色が消えてしまう！



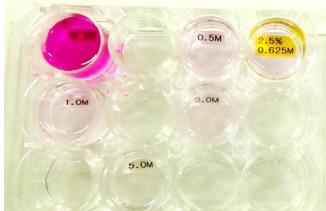
教科書の記載は不十分だということを確認しました。

参加者に各 1 個のマイクロプレートを配られました。マイクロプレートの溝に NaOH を 5.0M から 0.1M までの 5 段階の濃度の NaOH 水溶液を入れ、それぞれに 1 摘ずつフェノールフタレイン溶液をたらして赤色にした後の時間を測りました。濃度の高いものから順に色が消えていきます。

反応速度の実験にも使えるとのことで意見交換しました。ほつかいどうの理科教育 Vol60 にも掲載されています。

時間とともにフェノールフタレインの色が消えていく→

その後、近くのイザカヤラボで忘年会を楽しみました。



1月定例学習会

科教協道央支部冬期研と共催

日時： 1月 31 日(土) 13：30～17：30

ナイター 18：30～21：00

2月 1 日(日) 9：00～12：00

場所：札幌市豊水会館(札幌市中央区南 8 西 2) 会議室 C

★参加申し込み、詳細は別紙「研究会案内」で。

★リモート参加(ZOOM) も可能です。

<https://us02web.zoom.us/j/8415120416?pwd=ZWExTmE3UFRuU0t1Y0ZjMXR4YzdUZz09>

◎レポートを発表する方は p d f ファイルで送って下さい。（上田まで）

★札幌自然科学教育研究会への問い合わせ

事務局：上田 英彦

自宅：札幌市厚別区厚別西 1 条 1 丁目 2-7

連絡先 TEL. Fax : 090-1383-6639

e-mail : saiensusaiensu@gmail.com

2026

科学教育研究協議会北海道ブロック道央支部

だれでも参加できる理科教育 冬の研究会のお知らせ

2026年科学教育研究協議会北海道道央支部冬季研究会

2026年 1月 31日 20:00

—全道代表者会議—

あけましておめでとうございます。！！

だれでも参加できる理科教育の冬の研究会 1月31日（土）・2月1日（日）
(科教協道央支部の冬季研究会) 開催のお知らせです。

冬の研究会ではレポート討議や実験交流、実験器具つくり、教材作りを行います。今年は化学反応を傘袋で集める気体の発生量でたしかめる実験、無料ソフトmitaka（ダウンロードしてください）で小中高の天文教材を作ろうなどを検討中です。上図はmitakaのプラネタリウムモードです。
「参加者みんなでできる実験工作が用意できるよ」という方は事前にお知らせください。

昨年同様 1日目の第1部は17:30までレポート討議、第2部ナイター懇親会18:30から2時間程度同じ豊水会館で実施します。2日目午前はレポート討議です。

1. 日時 2026 . 1. 31 (土) 13:00から (会議室C) 21:00時まで
2. 会場 札幌市豊水会館
3. 日程

1月31（土）			
13時	17:30	18:30	21:00
レポート・実験 豊水会館	夕食 休憩	ナイター実験 懇親会	

2月1（日）	
9:00	12:00
レポート討議・実験 全道代表者会議	

※ナイター・懇親会も豊水会館でおこないます。

4. 参加申し込み・参加費など

参加申し込みは右のQRコードまたはURLからお願いします。

両日参加・1日参加・リモート参加もできます。参加〆切1月24(土)



URL <https://form.run/@dekota-1622694747>

・参加費 無料 • ナイター&懇親会は1500円

5. リモート参加の方法

ID 8415120416 パスワード 7UZg6y

下記のURLから直接入ることもできます。

<https://us02web.zoom.us/j/8415120416?pwd=ZWExTmE3UFRuU0t1YOZjMXR4YzdUZz09>

*リモート参加の旨、事前に上田宛dekota@da.mbn.or.jp
連絡いただければ、レポートを配信します。

6. レポート

授業などで使った教材・理科実験の工夫・自然観察・地球環境問題など、
レポートがある方は、25部印刷の上ご持参ください。

また、レポートをPDFで事前に上田宛dekota@da.mbn.or.jpにお送りいただければ、
リモート参加の方にも配布できます。

レポートがなくても参加大歓迎です。

7. 実験工作

みんなでできる実験工作などがある方は事前に参加フォームに記入してください。
スケジュールに加えます。

2025年冬の研究会・夏の壮瞥大会

冬 2025年2月1 (土) 2 (日)

★実践報告・プラン★

- ◎「自由進度学習？」に挑戦～5年ぶりこ
- ◎「コロイドの授業」

平松 大樹
三好 敬一

★実験・観察・ものづくり★

- ◎「動物の空間把握の仕組み」
- ◎「くるくるヘビ」
- ◎「生徒実験の失敗」
- ◎「実物元素周期表」
- ◎「電気分解の工夫」
- ◎「水蒸気噴火実験」
- ◎「べっこうあめに挑戦」

菅原 陽廣
村元 廣朋
横山 朋美
野中 靖夫
春日 秀夫
横山 光
上田 英彦

★報告・話題提供・おみやげ★

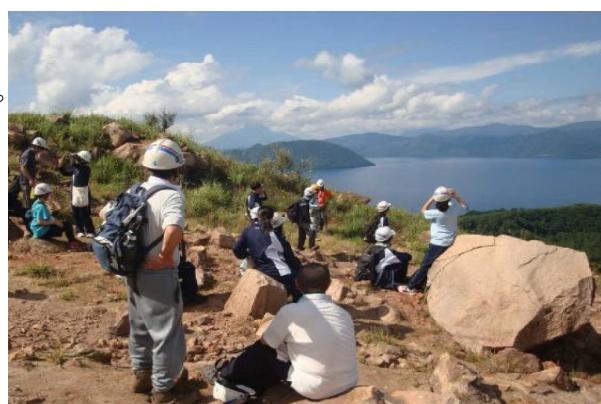
- ◎「『パリへ行く』～21歳、2度目の国際交流」
- ◎「東経142度の隠れ活断層について」
- ◎「彗星はどこ」
- ◎「パリ(インドネシア)で火山実験してきました」
- ◎「ボランティア活動によって養われる社会人基礎力」
- ◎「火星の夕焼けは何色か」

境 大河
香河 正人
川原 範之
横山 光
秋山 日向
細川 貢四郎

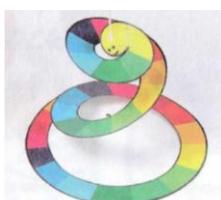
夏 2025年8月4 (月) 5 (火) 6 (水)



地域交流センター山美湖で実験教室



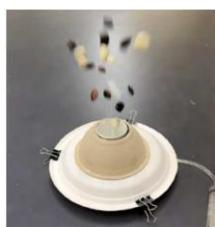
昭和新山登山学習 亀岩付近で洞爺湖の絶景



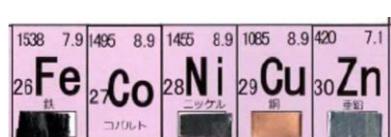
クルクルヘビ



7種の電気分解をDAISO
の使い捨てパレットで



水蒸気噴火実験



実物元素周期表



農業改善センターで自炊 オロフレリゾート
でナイター実験