

令和 4 年度入試

へるん入試「理数基礎テスト」問題

物質化学科

注意

1. 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
2. 問題紙は 5 ページ，解答用紙は 3 枚です。指示があってから確認し，解答用紙の所定の欄に受験番号を記入してください。
3. 答えはすべて解答用紙の所定のところに記入してください。
4. 解答用紙の裏面は使わないでください。
5. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
6. 試験終了後，問題紙は持ち帰ってください。

1 金属について，以下の問いに答えなさい。

問1 金属結晶中の結合を金属結合といいます。金属結合と共有結合との違いを，価電子に注目し，説明しなさい。

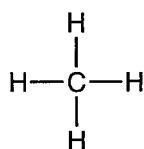
問2 アルミニウム，亜鉛および銀について，それぞれの元素記号を書きなさい。

問3 アルミニウム，亜鉛および銀について，身のまわりの使用例を一つずつあげ，そのように使用される理由をそれぞれ説明しなさい。

- 2 メタンと塩素の混合気体に光を当てると、メタンの水素原子が塩素原子に置き換わった種々の化合物が生成します。以下の問いに答えなさい。

問1 メタンからジクロロメタン CH_2Cl_2 が生成する反応を、一つの化学反応式で表しなさい。

問2 メタンを構造式で表すと、下の図のように書かれます。もし、メタンがこの図のような平面の正方形の構造であるならば、ジクロロメタンには2種類の異性体が考えられます。それらを構造式で示しなさい。



問3 実際のジクロロメタンには異性体は存在しません。この理由を、メタンの実際の構造をもとに説明しなさい。

3 S 先生と学生の H さんの会話を読み、以下の問いに答えなさい。

S: 「H さん、今日は先日勉強した理想気体の状態方程式を使って、窒素分子の分子量を決定してみましょう。圧力を P [Pa] , 体積を V [L] , 物質量を n [mol] , 気体定数を R [Pa・L/(mol・K)] , 温度を T [K] としたときの状態方程式は $PV=nRT$ でしたね。気体定数 R の値は覚えていますか。」

H: 「 8.31×10^3 Pa・L/(mol・K) です。ここにある水槽、250 mL のメスシリンダー (図 1) , 窒素ガスの入ったボンベとチューブ (図 2) を使って、分子量を決定するのですね。」

S: 「そうですね。では実験に移りましょう。まずボンベの重さを測ってください。次に、水上置換で窒素ガスを捕捉するように、ボンベ、チューブ、メスシリンダーを水槽にセットしてください。それができたらボンベから窒素を出し、たまったガスの体積を読み取り、ボンベの重さを測り直してください。」

H: 「できました。メスシリンダーで捕まえた気体の体積は 210.2 mL, ボンベの重さの減少量は 0.2350 g でした。チューブの中の気体の体積はどのように扱ったらよいでしょうか。」

S: 「チューブが十分細いことを考え、無視することにします。では、おおよその分子量を求めてみましょう。とりあえず大まかな大気圧、室温を用いて計算すると、窒素の分子量はどうなりますか。」

H: 「大まかに計算するのであれば、気体定数を 8×10^3 Pa・L/(mol・K), メスシリンダー内の窒素の質量を 0.25 g, 圧力を 1×10^5 Pa, 体積を 200 mL, 温度を 300 K としてもよいですか。これで分子量を概算して整数で表すと、(a) となります。」

S: 「よろしい。かなりいい値が出ているので、漏れなどがなく、実験はうまくできたようですね。では、有効数字も考慮して、もう少し精密に計算してみましょう。まず温度はどうですか。」

H: 「水は水槽にずっと入れてあったので、窒素ガスの温度は室温と同じとしてよいと思います。室温は 24.8°C です。気圧計で見ると、大気圧は 1023 hPa で、1 hPa は 1×10^2 Pa なので、 1.023×10^5 Pa です。」

S: 「温度はそれで良いとして、圧力に関しては、もう少し補正を検討しましょう。メスシリンダーの中にある気体は窒素だけですか。」

H: 「ボンベの裏には『窒素 100%』と書いてあったので、窒素だけだと思います。」

S: 「いやいや。気体はチューブの先から水中を通してメスシリンダーに入っているし、メスシリンダー内の水面からの水の蒸発もあるので、その空間には水蒸気が含まれています。さっき測った温度における水の飽和蒸気圧分の圧力を補正する必要があります。」

H: 「それで、水の飽和蒸気圧のグラフ（図3）が壁に貼ってあるのですね。1 hPa は 1×10^2 Pa だから、24.8 °C の蒸気圧は、グラフの最小目盛りの 1/10 まで読んで (b) $\times 10^2$ Pa です。この分の補正が必要なのですね。」

S: 「それだけではありません。実は H さんは、さっき気体の体積を測ったときにメスシリンダーの 250 mL の線を水槽の水面に合わせていました。本当は、メスシリンダーの内側と外側の水面を一致させないといけません。」

H: 「えっ。」

S: 「一致させないとメスシリンダーの内部の圧力が大気圧からずれてしまいます。でも補正は可能ですよ。水面がどれだけ離れていたか、いまからでも測れますね。」

H: 「分かりました。メスシリンダーの中の水面は、水槽の水面より 34.0 mm 高かったことになります。」

S: 「つまりメスシリンダー内は、それだけ減圧になっていたことになります。水柱 10.2 mm が 1×10^2 Pa に相当するので、34.0 mm は 3.33×10^2 Pa になりますね。」

H: 「結局、メスシリンダー内の窒素の圧力は小数点以下3桁まで求めると (c) $\times 10^5$ Pa ですね。それを用いると、分子量の計算値は 28.0 になりました。」

S: 「窒素分子の分子量は 28.014 なので、上手に測れたと言ってよいと思います。」

H: 「ありがとうございます。大気圧と、メスシリンダー内部の気体の圧力の釣り合いが大事なことが実感できました。」

問1 下線部の実験装置の概略を示しなさい。

問2 (a)～(c)に適当な式または数字を記入しなさい。(a)と(c)については計算の過程も示しなさい。

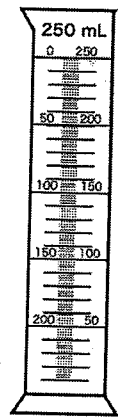


図1 測定に用いたメスシリンダー

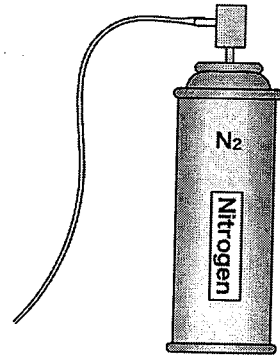


図2 ボンベとチューブ

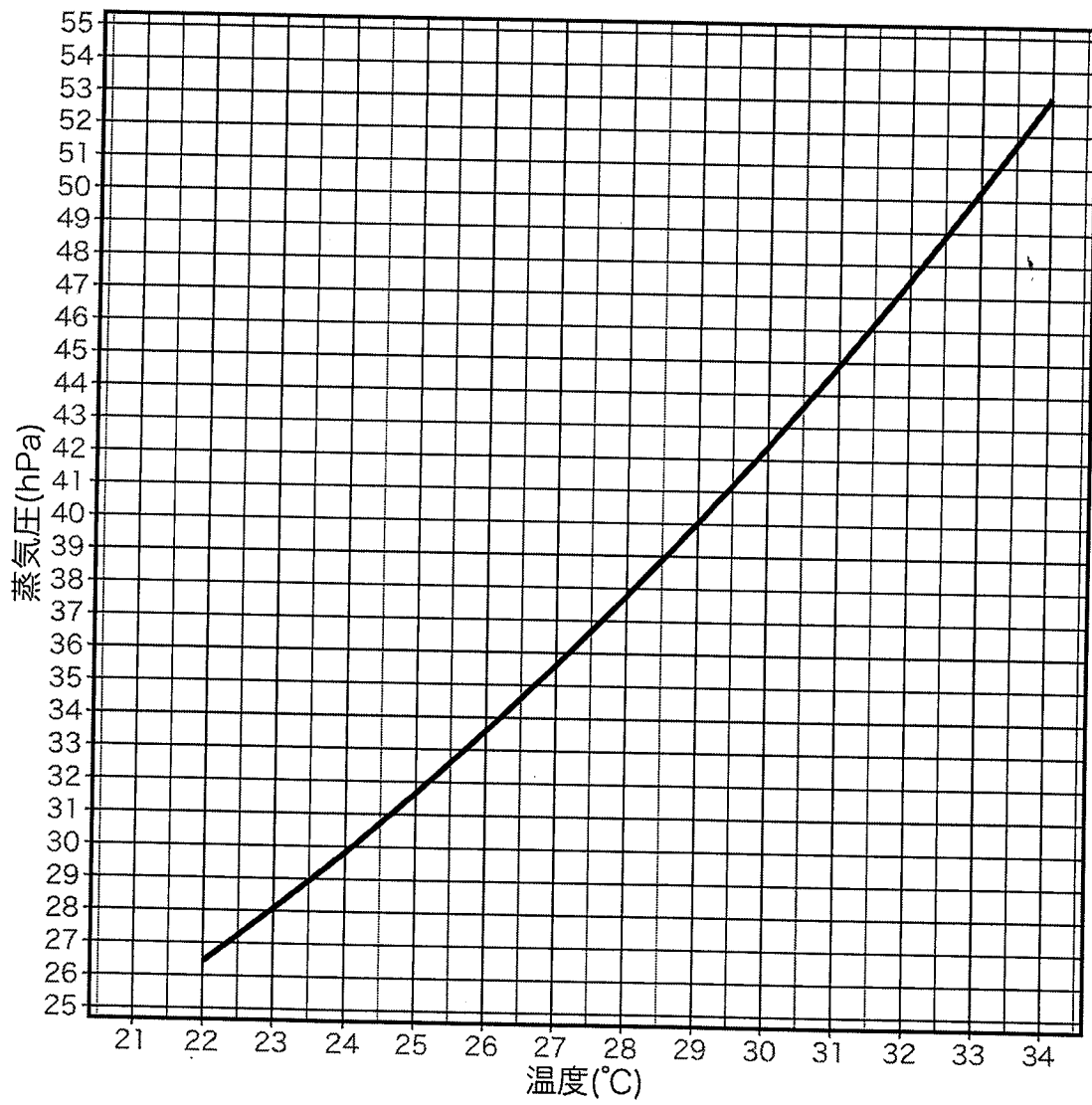


図3 水の飽和蒸気圧の温度変化

受験番号				

1

3 枚中 1 枚目

理数基礎テスト 解答用紙

物質化学科

コード	得点	1	2	3
7 B				

1

問1

問2

(アルミニウム)	(亜鉛)	(銀)
----------	------	-----

問3

(アルミニウム)
(亜鉛)
(銀)

採点欄	
-----	--

受験番号				

理数基礎テスト 解答用紙

物質化学科

2

問1

--

問2

--	--

問3

採点欄	
-----	--

令和4年度入試問題（総合型選抜Ⅰ（へるん入試））
理数基礎テスト（出題意図）

《総合理工学部 物質化学科》

1

問1 共有結合と金属結合の違いを理解しているかをみる。

問2 主要な元素の元素記号の知識を有しているかをみる。

問3 代表的な金属について、身の回りでの利用例を理解しているかをみる。

2

問1 アルカンの置換反応および化学反応での量的な関係について理解しているかをみる。

問2 異性体の考え方について理解しているかをみる。

問3 アルカンの炭素の立体構造について理解しているかをみる。

3

問1 気体を捕集する実験操作に関する基礎知識をみる。

問2

(a) 気体の状態方程式に関する基礎知識をみる。

(b) グラフを正しく読み取る能力をみる。

(c) 文章を正しく読み取る能力をみるとともに、圧力に関する基礎知識をみる。

令和4年度入試問題（総合型選抜Ⅰ（へるん入試））
理数基礎テスト（解答（解答例））

《総合理工学部 物質化学科》

1

問1

省略

問2

（アルミニウム）Al

（亜鉛）Zn

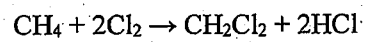
（銀）Ag

問3

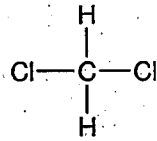
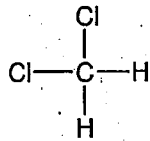
省略

2

問1



問2



問3

省略

3

問1

省略

問2

(a) 30

（計算の過程は省略）

(b) 31.1～31.5

(c) 0.988 あるいは 0.989

（計算の過程は省略）