

平成 19 年度入学試験問題(前期)

理 科

物 理	1～7 ページ	化 学	8～18 ページ
生 物	19～29 ページ	地 学	30～37 ページ

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 各科目のページは上記のとおりである。落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配付している。解答は、問題と同じ科目、同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. 各科目の問題は、学部・学科・専攻等によって異なる点があるから下に表示する。

(1) 物理を選択した受験者

教育学部 ②④⑤

医学部医学科 ①③⑥

医学部保健学科 ②④⑥

理工学部 ①④⑤⑥

農学生命科学部 ②③⑤

(2) 化学を選択した受験者

教育学部 ②③④⑤

医学部医学科 ①④⑤

医学部保健学科、看護学専攻及び理学療法学専攻及び作業療法学専攻 ②⑤⑥

医学部保健学科、放射線技術科学専攻及び検査技術科学専攻 ①②⑤

理工学部 ②③④⑤⑥

農学生命科学部 ①②③⑤

(3) 生物を選択した受験者

教育学部 ①②③ ならびに ⑤ または ⑥ の 4 問

医学部医学科 ①③④

医学部保健学科 ①③④

理工学部 ①②③④ ならびに ⑤ または ⑥ の 5 問

農学生命科学部 ①②③ ならびに ⑤ または ⑥ の 4 問

⑤ と ⑥ は選択問題である。教育学部、理工学部、農学生命科学部の受験者は ⑤ または ⑥ のいずれかを選択のこと。

(4) 地学を選択した受験者

教育学部 ①②③④

理工学部 ①②③④⑤

農学生命科学部 ①②③④

6. 解答用紙の指定された欄に、学部名及び受験番号を記入すること。
7. 配付された解答用紙は、持ち帰らないこと。
8. 配布された問題冊子は、持ち帰ること。

# 化 学

必要があれば，原子量および定数は次の値を使うこと。

H = 1.00    C = 12.0    N = 14.0    O = 16.0    Na = 23.0

Cl = 35.5    K = 39.1    Ar = 40.0    Cr = 52.0    Ag = 108

気体定数  $R = 83.1 \text{ hPa}\cdot\text{l}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

ファラデー定数  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

1 [I]，[II]の各問いに答えよ。

[I] 酸とは，水に溶けて電離し〔ア〕イオンを放出するもの，塩基とは水に溶けて電離し，〔イ〕イオンを生じるものである。通常，水中では〔ア〕イオンは水分子と結合して〔ウ〕イオンとして存在する。この定義に基づいて，化学物質の酸や塩基の強さを比較することが可能となった。例えば，〔エ〕は，〔ア〕イオンや〔イ〕イオンを持たないが水分子と反応することで炭酸水素イオンと〔ウ〕イオンを生じるので酸であるといえる。〔エ〕の様な酸性酸化物には他に〔オ〕などが挙げられる。一方，アンモニアは〔イ〕イオンを含んでいないが，水分子と反応することで〔カ〕イオンと〔イ〕イオンを生じるため塩基性を示す。

問 1 [       ]内のアからカに適切な語句を入れよ。

問 2 0.20 mol/l の酢酸水溶液の pH を求めよ。ただし，25℃ の水溶液における酢酸の電離定数  $K_a$  を  $3.0 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$ ， $\log 2 = 0.30$ ， $\log 3 = 0.48$ ，酢酸の電離度は十分小さいものとする。有効数字を 2 桁とし，計算の過程も示せ。

問 3 問 2 の酢酸水溶液を 100 倍に希釈した場合の水溶液の pH を求めよ。

有効数字を 2 桁とし、計算の過程も示せ。

〔Ⅱ〕 塩化ナトリウム水溶液 20.0 ml をコニカルビーカーにとり、クロム酸カリウム水溶液を数滴加え、0.100 mol/l 硝酸銀水溶液で滴定した。硝酸銀水溶液を滴下していくと〔ア〕色の沈殿が生じた。これは、〔イ〕が生成したためである。さらに滴下したところ、〔ウ〕色の沈殿が現れて溶液の色が消失した。これは〔エ〕が生成したためである。この点を終点とした。この反応は、〔オ〕と〔カ〕が共存している溶液に銀イオンを滴下していくと、〔イ〕の溶解度より〔エ〕の溶解度の方が〔キ〕ので、〔イ〕が先に沈殿し、〔オ〕がほとんどなくなってから〔エ〕の沈殿が生じることにより説明される。このようにクロム酸カリウムは、〔オ〕を滴定する時の〔ク〕として用いることができる。

問 1 [ ]内のアからクに適切な語句を入れよ。

問 2 下線①ではどのような反応が起こったか。化学反応式で示せ。

問 3 塩化ナトリウム水溶液 20.0 ml の滴定に 0.100 mol/l 硝酸銀水溶液 29.0 ml を要した。塩化ナトリウム水溶液の濃度(mol/l)を求めよ。有効数字を 3 桁とし、計算の過程も示せ。

2

表1は元素の周期表の一部である。〔I〕, 〔II〕の各問いに答えよ。

表1 元素の周期表(一部)

族 \ 周期	1	2	13	14	15	16	17	18
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr

〔I〕 問1 1族, 2族および17族の元素の価電子数をそれぞれ示せ。

問2 1族および17族の元素群の名称をそれぞれ記せ。

問3 第3周期の元素のうち, イオン化エネルギー(第1イオン化エネルギー)がもっとも小さい元素ともっとも大きい元素を元素名で記せ。

問4 表1の中で, イオン化エネルギー(第1イオン化エネルギー)がもっとも大きい元素を元素名で記せ。

問5 単体が常温常圧下で気体である元素を表1からすべて選び, その元素記号を記せ。

〔Ⅱ〕 同じ元素からできているが性質の異なる単体を、互いに〔ア〕という。

炭素の代表的な〔ア〕は3種類存在する。あらゆる物質の中で最も硬い〔イ〕は、多数の炭素原子がすべて〔ウ〕結合で結合した結晶構造をしており、〔エ〕は金属光沢のある灰黒色結晶で薄くはがれやすく、鉛筆の芯などに使用される。さらに、中空球状構造をもつ〔オ〕がある。〔オ〕の代表的なものは炭素原子〔カ〕個からなり、サッカーボールの形をしている。

炭素のように〔ア〕をもつ元素には、ほかに元素X、元素Yなどがある。

問1 〔 〕内のアからカに適切な語句あるいは数字を入れよ。

問2 元素Xは常温常圧下では固体であるが、空气中で燃焼させると無色、刺激臭をもつ有毒ガスになる。また、<sup>①</sup>元素Xの化合物には、火山ガスや温泉水などに含まれる有毒ガスもある。

- (1) 下線①の反応を反応式で示せ。
- (2) 下線②を硫酸銅(Ⅱ)水溶液に通すとどのような現象が起こるか説明せよ。

問3 元素Yの〔ア〕のひとつは、強い毒性をもち、空气中で自然発火して酸化物Zを生じる。酸化物Zは白色結晶で、吸湿性が強く乾燥剤として用いられている。

- (1) 酸化物Zを分子式で示せ。
- (2) 酸化物Zに水を加えて加熱すると、反応して3価の酸となる。この反応を反応式で示せ。

3 [I], [II]の各問いに答えよ。

[I] 問 1 以下の物質の中で最も理想気体に近いと考えられるものはどれか。  
その理由も答えよ。

アルゴン, 塩素, 酸素, 窒素, ネオン, ヘキサン,  
ヘリウム, マグネシウム, 水, メタン

問 2 実在する気体は, 高温および低圧力(低密度)の条件で理想気体の状態方程式によく従う。この理由を高温時および低圧時についてそれぞれ述べよ。

[II] 図1のように, 容器Aと注射器が連結管と活栓を介して接続された装置がある。この装置を300 Kの恒温槽中に沈めた。この装置には0.768 gの純粋な気体Xが入っている。活栓を開いて十分な時間を置いた時, 圧力は $1.00 \times 10^3$  hPaであった。<sup>①</sup>活栓を閉じて, 注射器の容積が $10.0 \text{ cm}^3$ 分だけ減少するようにゆっくりとピストンを押し下げたとき, 圧力計は,  $2.00 \times 10^3$  hPaを示した。この状態で, 活栓をゆっくり開くと圧力計は $1.20 \times 10^3$  hPaを示した。ただし, 気体Xは理想気体とみなし, 連結管および活栓の容積は無視できるものとする。

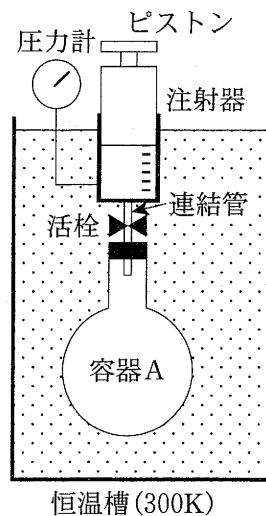


図 1

問 1 下線①の状態における注射器内の気体 X の体積( $\text{cm}^3$ )を求めよ。有効数字は 3 桁とし、計算の過程も示せ。

問 2 容器 A の容積( $\text{cm}^3$ )を求めよ。有効数字は 3 桁とし、計算の過程も示せ。

問 3 気体 X の物質量(mol)と分子量を求めよ。有効数字は 3 桁とし、計算の過程も示せ。

問 4 気体 X は次の(ア)から(オ)の操作のいずれかで発生する。気体 X の発生法としてふさわしいものを記号で答え、その化学反応式も示せ。

(ア) 亜鉛に希硫酸を加える。

(イ) 石灰石に塩酸を加える。

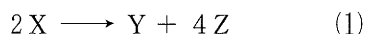
(ウ) 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを混合して加熱する。

(エ) 過酸化水素の水溶液に酸化マンガン(IV)を加える。

(オ) 亜硝酸アンモニウムを強く加熱する。

4 [I], [II]の各問いに答えよ。

[I] ある物質 X を反応容器に入れて加熱すると、式(1)にしたがって物質 Y と Z が生じた。



この反応を一定温度の条件で行ったところ、表1のような結果を得た。この反応に関する各問いに答えよ。

表1

Xの初濃度 [X] [mol/l]	Xの反応速度 $v$ [mol/(l·min)]
0.120	0.0150
0.192	0.0240
0.336	0.0420

問1 反応速度定数を  $k$  として、X の反応速度式を示せ。

問2 反応速度定数  $k$  を有効数字3桁で求めよ。単位も示せ。

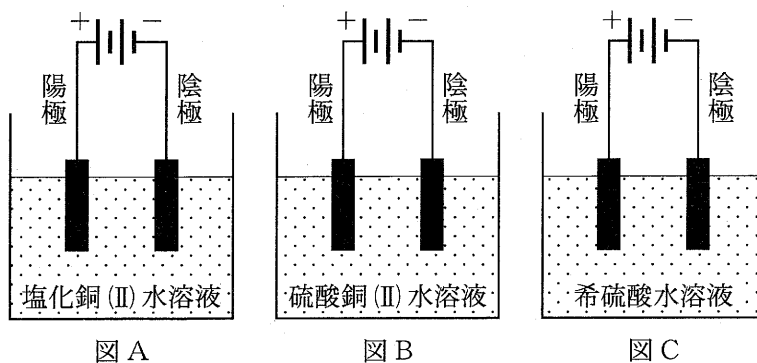
問3 X の初濃度が 0.640 mol/l の時、X の反応速度 [mol/(l·min)] はいくら  
らか。有効数字2桁で答えよ。

問4 次の文章中の〔 〕内のアからオに、適切な数値もしくは数字を入  
れよ。エとオについては有効数字2桁で答えよ。

式(1)より、1 mol の X から〔 ア 〕mol の Y と〔 イ 〕mol の Z が  
生じる。X の反応速度が〔 ウ 〕倍大きくなれば、Y の生成速度は3倍  
大きくなる。また、問3における条件では、Y の生成速度と Z の生成  
速度はそれぞれ〔 エ 〕mol/(l·min)、〔 オ 〕mol/(l·min)となる。

問5 X の反応速度は温度を上げると増大する。その主な理由を述べよ。

〔Ⅱ〕 白金板を陽・陰両極に用いて、図Aから図Cに示す水溶液の電気分解を行った。



- 問 1 塩化銅(Ⅱ)水溶液中で電気分解を行った場合(図A)、陽極と陰極ではそれぞれどのような反応が起こるか、反応式で示せ。
- 問 2 同様に硫酸銅(Ⅱ)水溶液の電気分解を行った(図B)。電気分解が進行するにつれて、水溶液のpHが変化した。pHは大きくなるか、それとも小さくなるか、その根拠となる反応式とともに答えよ。
- 問 3 図Bにおいて電気分解を100 mAの電流で4825秒間行った場合、陽極で生じた気体の体積( $l$ )は標準状態でいくらか。ただし、発生した気体は水に溶けないものとする。有効数字を2桁とし、計算の過程も示せ。
- 問 4 希硫酸水溶液中で電気分解を行った場合(図C)、その水溶液のpHはどうか。また、その理由を60字以内で説明せよ。ただし、この電気分解は希硫酸水溶液を十分に蓄えた大きな装置で行われたものとする。

5 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

アルコール A, B, C, および D は構造異性体である。これらの構造を決定するため、以下の実験を行った。

3.70 mg のアルコール A を完全燃焼させたところ、二酸化炭素が 8.80 mg, 水が 4.50 mg 生じた。次に 1.00 mol の酢酸と過剰量のアルコール A を少量の濃硫酸とともに反応させたところ、116 g のエステルが生じた。さらに、アルコール A を硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液と反応させると直鎖状カルボン酸が生じた。

アルコール B は過マンガン酸カリウム水溶液の赤紫色を脱色しなかったが、濃硫酸とともに穏やかに加熱したところ、アルケンが生じた。アルコール C を①塩基性水溶液中でヨウ素とともに温めると黄色の沈殿が生じた。アルコール D をニクロム酸カリウム水溶液と穏やかに②反応させるとアルデヒド E が生じた。アルデヒド E にフェーリング液を加えて加熱すると③沈殿が生じた。

問 1 アルコール A の組成式を求めよ。計算の過程も示せ。

問 2 アルコール A の分子量と分子式をそれぞれ記せ。計算の過程も示せ。ただし、用いた酢酸はすべてエステル化に使われたものとする。

問 3 アルコール A の構造式を記せ。

問 4 アルコール B の構造式と下線部①の反応名を記せ。

問 5 アルコール C の構造式と下線部②の物質名を記せ。

問 6 アルコール D, アルデヒド E の構造式をそれぞれ記せ。

問 7 下線部③の沈殿の色と化学式を記せ。

問 8 アルコール A から D のうち、不斉炭素を持つ化合物はどれか。その構造式を書き、不斉炭素に \* 印をつけよ。

6

〔I〕, 〔II〕の各問いに答えよ。

〔I〕 ①から④の手順によりセッケンを作り、⑤の操作によってセッケンの成分を確認した。

- ① 油脂をビーカーにとり、10%水酸化ナトリウム水溶液を加えた。
- ② そのビーカーにエタノールを加え、かき混ぜながら加熱沸騰させた。  
ビーカーの中身は、加熱により、乳白色から粘りのあるアメ色、そして半透明のコロイド溶液へと変化した。
- ③ 半透明になったコロイド溶液を熱した食塩水に加え、2~3分間かき混ぜた後、冷却した。冷却すると白色固形物が水溶液の上に浮かび出た。
- ④ 白色固形物を取り出し、冷水で洗浄した後、乾燥させ、セッケンを得た。
- ⑤ このようにして得られたセッケンを温水に溶解させた後、塩酸を加えて酸性にし、冷却して脂肪酸を得た。この脂肪酸0.500gをエタノールに溶解させ、0.100 mol/lの水酸化カリウム水溶液で滴定したところ、18.0 mlを要した。

問 1 ②で起こっている反応を構造式を用いた反応式で示せ。

問 2 ③のように親水コロイドを析出させるための操作を何というか。

問 3 コロイド溶液を顕微鏡で観察すると、コロイド粒子の不規則な運動が観察される。この現象名を答えよ。また、この現象が起こる理由を答えよ。

問 4 脂肪酸の分子量を求めよ。有効数字3桁とし、計算の過程も示せ。ただし、脂肪酸の組成は、単一かつ高純度なものとする。

問 5 ヘキサンは水に溶けにくい、セッケン水中では水に溶けているかのように見える。この様子を下の記号を用いて図示せよ。

△：ヘキサン分子   ●：水分子   ○——：セッケン分子  
(ただし、○：セッケンの親水性部、——：セッケンの疎水性部とする)

[II] 塩化ナトリウム水溶液 20.0 ml をコニカルビーカーにとり、クロム酸カリウム水溶液を数滴加え、0.100 mol/l 硝酸銀水溶液で滴定した。硝酸銀水溶液を滴下していくと〔ア〕色の沈殿が生じた。これは、〔イ〕が生成したためである。さらに滴下したところ、〔ウ〕色の沈殿が現れて溶液の色が消失した。<sup>①</sup>これは〔エ〕が生成したためである。この点を終点とした。この反応は、〔オ〕と〔カ〕が共存している溶液に銀イオンを滴下していくと、〔イ〕の溶解度より〔エ〕の溶解度の方が〔キ〕ので、〔イ〕が先に沈殿し、〔オ〕がほとんどなくなってから〔エ〕の沈殿が生じることにより説明される。このようにクロム酸カリウムは、〔オ〕を滴定する時の〔ク〕として用いることができる。

問 1 [ ]内のアからクに適切な語句を入れよ。

問 2 下線①ではどのような反応が起こったか。化学反応式で示せ。

問 3 塩化ナトリウム水溶液 20.0 ml の滴定に 0.100 mol/l 硝酸銀水溶液 29.0 ml を要した。塩化ナトリウム水溶液の濃度 (mol/l) を求めよ。有効数字を 3 桁とし、計算の過程も示せ。