

(平 28 前)

理 科

	ページ
物 理	1～ 3
化 学	4～11
生 物	12～21
地 学	22～26

・ ページ番号のついていない白紙は下書き用紙である。

注意 解答はすべて答案用紙の指定のところに記入しなさい。

物 理	75 点
化 学	75 点
生 物	75 点
地 学	75 点

化 学

計算のために必要であれば、以下の値を用いなさい。

原子量：H 1.00 C 12.0 N 14.0 O 16.0 Cu 63.5

I 下図は、物質 A～F の水 100 g に対する溶解度と温度の関係を表したものである。問 1～6 に答えなさい。(配点 19 点)

問 1 高温の飽和水溶液を作り、冷却することで結晶を得る操作を何と言うか、適切な語句を答えなさい。また物質 A～F の中で、この操作に最も適さない物質を記号で選び、その理由を 30 字以内で説明しなさい。

問 2 20℃ の水 200 g に、ある固体物質 80 g を加えたところ、その一部が溶け残った。その後、全体を 40℃ に加熱すると、すべて溶解した。このような結果が得られる物質を A～F の中からすべて選びなさい。

問 3 物質 C の飽和水溶液 450 g を 60℃ で調製し、これを 20℃ に冷却したところ、物質 C の結晶が析出した。何 g の結晶が析出したか、有効数字 2 桁で答えなさい。ただし、結晶は水和水を含まないものとする。

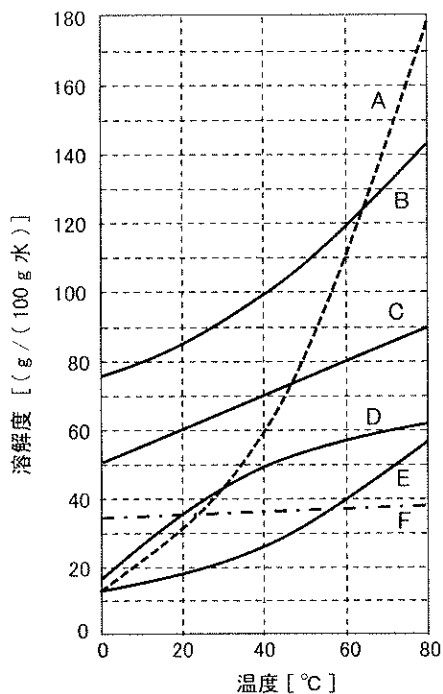


図 物質 A～F の溶解度曲線

表 80℃での物質Cのモル濃度の時間変化

時間[s]	0	10	20	30	50
モル濃度[mol/L]	(x)	1.2	0.70	0.45	0.15

問 4 問 3 で析出した結晶をすべて取りだした。その結晶と純粋な水を混合して水溶液 100 mL を調製した。この水溶液の温度を 80℃ にすると、表に示すように物質 C のモル濃度は時間と共に減少し、分解反応を起こした。水溶液の温度を 80℃ にした直後(時間 0 s)の物質 C のモル濃度(x)を、有効数字 2 桁で答えなさい。なお物質 C の分子量を 250 とする。

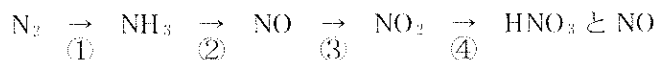
問 5 表において隣りあう時間(たとえば 10 s と 20 s)の 2 つのモル濃度を用いて平均の反応速度 v と平均のモル濃度 c を求め、両者の関係をグラフ化しなさい。解答欄の縦軸には平均の反応速度、横軸には平均のモル濃度がとってある。適切な目盛りの取り方を考えて 2 つの空欄 に数字を記入し、求めた結果を黒丸(●)でグラフ中に書き込みなさい。

問 6 物質 C の平均の反応速度を $v = k \times c^{\alpha} + \beta$ と表した場合、3 つの定数 k 、 α 、 β の値に最も近い数値の組み合わせを次の(ア)～(カ)の中から選びなさい。

- (ア) $k = 8.0 \times 10^{-2}$, $\alpha = 1$, $\beta = 0$ (イ) $k = 8.0 \times 10^{-2}$, $\alpha = 1$, $\beta = 2.0$
 (ウ) $k = 5.0 \times 10^{-2}$, $\alpha = 0$, $\beta = 0$ (エ) $k = 5.0 \times 10^{-2}$, $\alpha = 1$, $\beta = 0$
 (オ) $k = 12.5$, $\alpha = 1$, $\beta = 1.5$ (カ) $k = 12.5$, $\alpha = 0$, $\beta = 0$

Ⅱ 次の文章を読んで、問 1 ～ 6 に答えなさい。(配点 19 点)

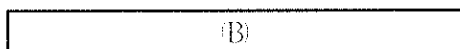
硝酸は、次に示す四つの過程(①～④)を経て、窒素から合成される。



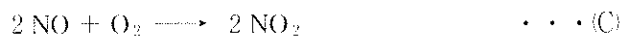
まず過程①では、四酸化三鉄を主体とした触媒を用いて、水素と窒素からアンモニアが直接合成される。



次に、白金を触媒とし、アンモニアを酸化することにより一酸化窒素が合成される(過程②)。



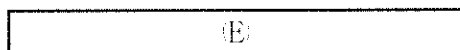
一酸化窒素は空気中で酸化され、二酸化窒素となる(過程③)。



二酸化窒素を水と反応させることにより、硝酸が得られる(過程④)。



副生成物の一酸化窒素は反応(C)と反応(D)を繰り返し、最終的に硝酸となる。アンモニアから始まり硝酸ができるまでの反応(B)、(C)、(D)を 1 つの化学反応式で表すと、



となる。

問 1 下線部のようにアンモニアを合成する方法を何と呼ぶか、答えなさい。

問 2 (A)の反応は可逆反応である。アンモニアの生成率をよくするためには、高圧、低圧のどちらの条件下が望ましいか、答えなさい。また、その理由を 30 字以内で答えなさい。

問 3 反応(B)と(E)を化学反応式で示しなさい。

問 4 反応(A)～(E)で生成される一連の窒素化合物のうち、窒素原子の酸化数が最も小さいものについて、化学式と酸化数を示しなさい。

問 5 硝酸について、下記の(ア)～(オ)の中から間違っている記述が含まれるものをすべて選びなさい。

(ア) 硝酸は褐色の液体であり、熱や光で分解することを防ぐため、褐色瓶に入れて冷暗所に保存する。

(イ) 濃硝酸は強い酸性、希硝酸は弱い酸性を示す。

(ウ) 濃硝酸は強い酸化力があり、銅、銀、ニッケルを溶かす。

(エ) 硝酸イオンは、植物の根から吸収され窒素源として利用される。

(オ) 濃硝酸と濃硫酸の混合物を混酸と呼び、芳香族化合物のニトロ化反応に用いられる。

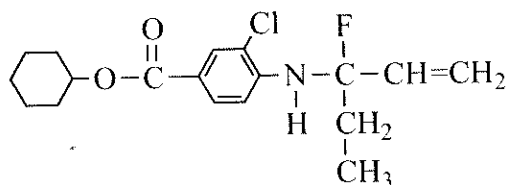
問 6 銅と希硝酸を反応させると、銅は溶け、気体が発生した。

(1) 発生する気体は水上置換で捕集され、上方置換や下方置換では捕集することができない。この理由について、発生する気体の性質を二つ挙げて 30 字以内で説明しなさい。

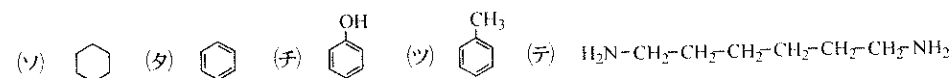
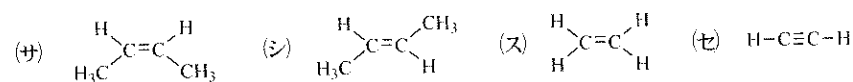
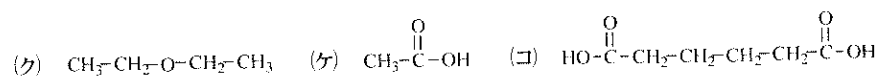
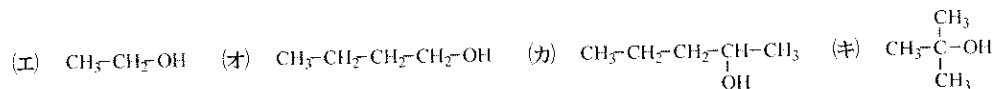
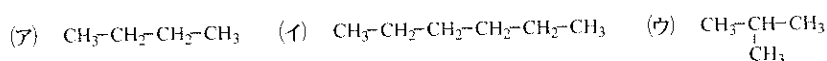
(2) 63.5 g の銅をすべて希硝酸と反応させたとき、何 g の水が生成するか、有効数字 3 桁で答えなさい。

Ⅲ 次の文章 1～7 は、(ア)～(テ)のいずれかの化合物の性質を述べたものである。問 1～3 に答えなさい。なお構造式は下記の例にならって書きなさい。(配点 19 点)

[構造式の記入例]



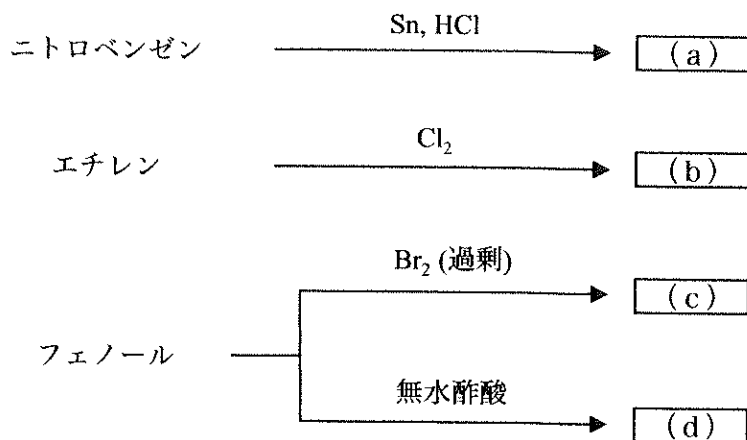
- 化合物 **A** は沸点 78℃ の第一級アルコールであり、濃硫酸と混合して 170℃ 以上に加熱すると化合物 **B** を与える。
- 化合物 **C** は KMnO_4 により酸化されないアルコールであり、その異性体である化合物 **D** よりも沸点が高い。
- 化合物 **E** は下図の中で沸点の最も低いアルカンである。
- 化合物 **F** はシス形のアルケンであり、白金を触媒として水素と反応させると化合物 **G** になる。
- カルボキシ基を持つ化合物 **H** と化合物 **I** の混合物を加熱すると、ナイロン 66 を与える。
- 化合物 **J**, **K**, **L** は芳香族化合物であり、 $\text{J} < \text{K} < \text{L}$ の順に融点が高くなる。
- 化合物 **M** を赤熱した鉄に接触させると 3 分子が重合してベンゼンを与える。



問 1 化合物 A～M を(ア)～(テ)の中から選び、記号で記しなさい。

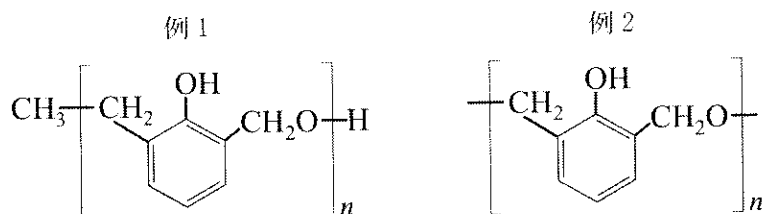
問 2 光学異性体が存在する化合物を、(ア)～(テ)の中から選び、その記号と化合物の名称を記しなさい。

問 3 下図はニトロベンゼン、エチレン、およびフェノールを出発原料として(a)～(d)の化合物を合成する経路を示したものである。空欄(a)～(d)に該当する化合物の構造式を記入しなさい。なお、それぞれの反応において生成する副生成物は無視するものとする。



Ⅳ 次の文章を読んで、問 1 ～ 5 に答えなさい。なお構造式は下記の例にならって書きなさい。(配点 18 点)

[構造式の記入例]



ポリエステルは、分子間反応でカルボン酸とアルコールから水分子がとれて次々と結合することにより得られる高分子である。このように簡単な分子がとれて高分子ができる反応を (ア) という。同様の反応で二価のカルボン酸と二価のアミンが (ア) すると多数の (イ) 結合が生じ、鎖状の高分子が生成する。一方、スチレンやアセチレンのように炭素間に二重結合や三重結合を持つ単量体は (ウ) 重合により高分子を合成することができる。またイソブレンを (ウ) 重合させて得られるポリイソブレンは天然ゴムの主成分として知られている。この天然ゴムに (エ) を混合して加熱すると弾性、機械的安定性にすぐれたゴムとなる。

問 1 文章中の(ア)～(エ)に適切な語句を記入しなさい。

問 2 下線部①について、エチレングリコールとテレフタル酸を反応させた。得られたポリエステル分子は、すべて鎖状であり、両末端にカルボキシ基とヒドロキシ基を一つずつ有しているとする。得られたポリエステルの構造式を例 1 にらって書きなさい。また、得られたポリエステルの分子量が 12690 であるとき、ポリエステル 1 分子に何個のエステル結合が含まれるか求めなさい。

問 3 下線部②について、スチレンを重合させて得られた高分子の平均分子量は 3.12×10^5 であった。この高分子の平均の重合度を有効数字 3 桁で求めなさい。

問 4 問 3 で得られた高分子は室温において固体であるが、加熱しても明確な融点は示さず、徐々にやわらかくなった。(a)このやわらかくなり始める温度を何と言うか、また(b)このような性質をもつ樹脂を何と言うか、答えなさい。

問 5 下線部③について、天然ゴムの主成分の構造を立体構造が明確にわかるように例 2 にならって書きなさい。