

平成 29 年度入学者選抜学力検査問題

〈前期日程〉

理 科

(医学部 医学科)

科 目	頁 数
物 理 基 礎・物 理	2 頁 ~ 5 頁
化 学 基 礎・化 学	7 頁 ~ 12 頁
生 物 基 礎・生 物	14 頁 ~ 23 頁

注 意 事 項 I

この冊子には物理、化学、生物の問題がのっている。そこから2科目を選択し、解答すること。

注 意 事 項 II

- 1 試験開始の合図があるまでこの問題冊子を開いてはいけない。
- 2 試験開始の合図のあとで問題冊子の頁数を確認すること。
- 3 解答にかかる前に必ず受験番号を解答用紙に記入すること。
- 4 解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入すること。
所定の欄以外に記入したものは無効である。
- 5 問題冊子は持ち帰ってよい。

化学基礎・化学

必要があれば、次の原子量を用いて計算せよ。

H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, S = 32.1, Cl = 35.5, Ca = 40.1

I 次の文章を読み、以下の問1～問9に答えよ。

別名ソルベール法と呼ばれる **(あ)** 法は、原料の石灰石と食塩から炭酸ナトリウムを合成する工業的製法である。炭酸ナトリウムは、はじめにステップ1として塩化ナトリウム飽和水溶液にアンモニアを吸収させてから、二酸化炭素を吹き込んで炭酸水素ナトリウムを合成して沈殿させた後、ステップ2としてその沈殿を回収し焼いて製造される。ステップ1で、吹き込む二酸化炭素は、石灰石の **(い)** により得られる。また、ステップ1で炭酸水素ナトリウムを除いた反応液から塩化アンモニウムを分離し、その塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを反応させてアンモニアを再生・回収し再利用する。このとき必要となる水酸化カルシウムは、石灰石の **(い)** により生じた酸化カルシウムと水から合成できる。アンモニアは、**(う)** 法によって合成できる。この場合、四酸化三鉄を主成分とした鉄触媒を用い、 $1 \times 10^7 \sim 3 \times 10^7$ Pa・400～600℃の条件で窒素と水素を直接反応させて合成する。

炭酸ナトリウムは水に溶解すると **(え)** 性を示し、その水溶液を濃縮すると無色透明な十水和物結晶が析出する。この十水和物結晶を空気中に放置すると、水和水の一部が失われ白色粉末になる。ところで、同じナトリウム化合物でも水酸化ナトリウムを空気中に放置すると、逆に水分を吸収し溶解する。炭酸ナトリウムは、ガラスや **(お)** の原料となる他、製紙や染料合成などにも用いられる。一方、炭酸水素ナトリウムは、胃腸薬として医薬品に用いられる他、ベーキングパウダーなどにも用いられる。

問1 文章中の空欄 **(あ)** ～空欄 **(お)** にあてはまる適切な語句を、それぞれ記せ。

問2 下線部(a)～下線部(e)の化学反応式を、それぞれ記せ。

問3 下線部(a)で、アンモニアを吸収させてから二酸化炭素を吹き込む理由を記せ。

問4 下線部(g)の結晶化合物を化学式で記せ。

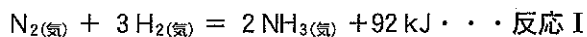
問5 下線部(h)と下線部(i)の現象名を、それぞれ記せ。

問 6 (あ) 法では、原料である石灰石の使用量を最小限にするためにどのような工夫が行われているか記せ。

問 7 下線部(j)で、炭酸水素ナトリウムは、どのような薬効を示すか記せ。

問 8 (あ) 法では、原料の塩化ナトリウムの 70 % が炭酸ナトリウムとして製造されるといふ。5.5 トンの炭酸ナトリウムを合成するのに必要な塩化ナトリウムの量(トン)を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、その他の原料・材料に不足はないものとする。また、計算過程も記すこと。

問 9 下線部(f)のアンモニアの合成反応は、次の反応 I により進む。このとき以下の問①と問②に答えよ。



問① 図 1 には、触媒非存在下、 $3 \times 10^7 \text{ Pa}$ 定圧・ 500°C 定温におけるアンモニア生成率の経時変化のパターンを破線で示した。この反応を、 $3 \times 10^7 \text{ Pa}$ 定圧にて、次の(A)~(C)の各条件に変えて行ったとき、アンモニア生成率の経時変化はどのようなになるか、それぞれ(A)~(C)の記号を添えて図 1 に実線で各々のパターンを示せ。また、そのパターンとなる理由を、それぞれ説明せよ。

- (A) 700°C 定温
- (B) 300°C 定温
- (C) 500°C 定温 + 鉄触媒

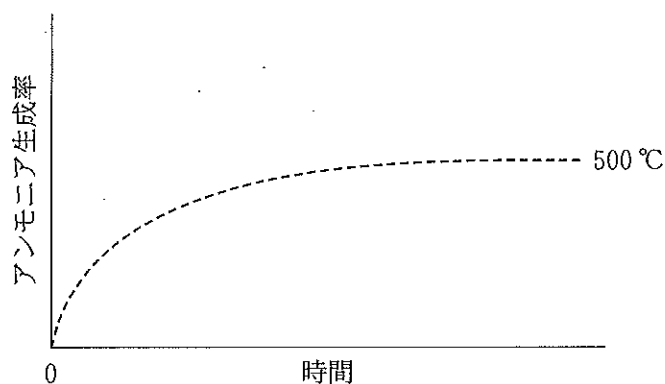


図 1 $3 \times 10^7 \text{ Pa}$ 定圧におけるアンモニア生成率の経時変化のパターン

問② 図2には、触媒非存在下、 3×10^7 Pa 定圧・ 500°C 定温におけるアンモニア生成率の経時変化のパターンを破線で示した。この反応を、 500°C 定温にて、次の(A)と(B)の各条件に変えて行ったとき、アンモニア生成率の経時変化はどのようなになるか、それぞれ(A)と(B)の記号を添えて図2に実線で各々のパターンを示せ。また、そのパターンとなる理由を、それぞれ説明せよ。

(A) 1×10^7 Pa 定圧

(B) 5×10^7 Pa 定圧

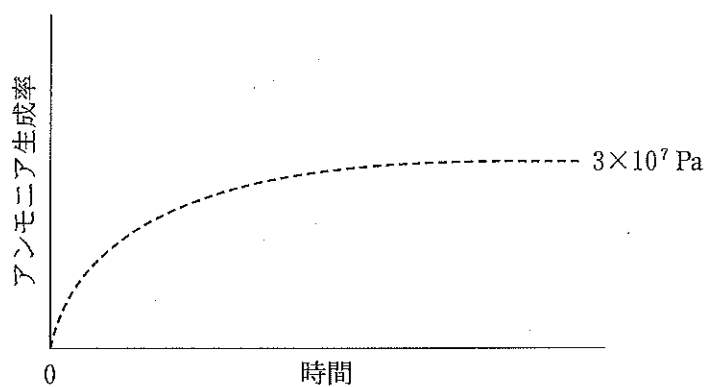


図2 500°C 定温におけるアンモニア生成率の経時変化のパターン

II 次の〈実験1〉～〈実験3〉について、以下の問1～問9にそれぞれ答えよ。

〈実験1〉

ギ酸、フェノール、安息香酸エチル、サリチル酸、ニトロベンゼンからなる混合物がある。この混合物を図3の操作I～操作Vを行って、水層またはエーテル層をそれぞれ回収した。

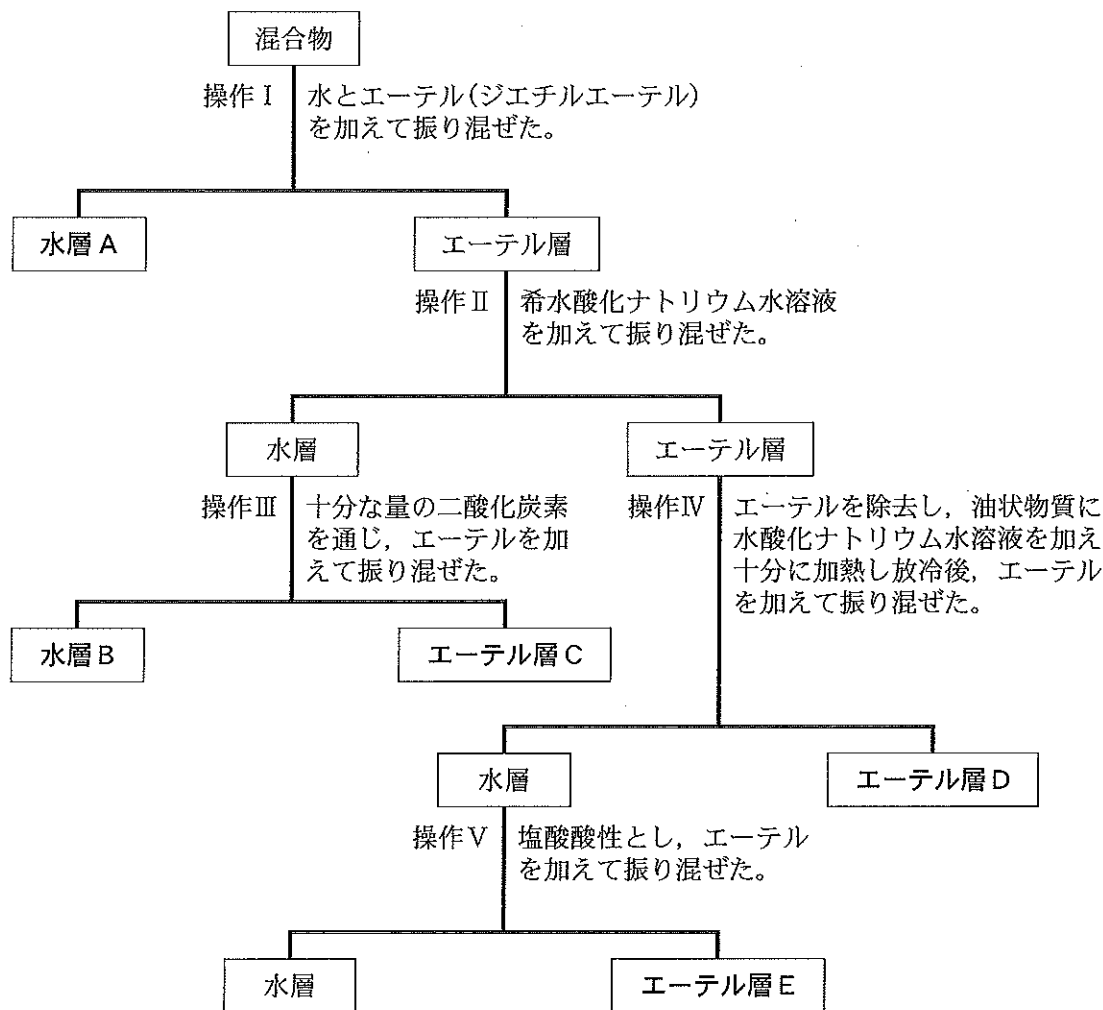
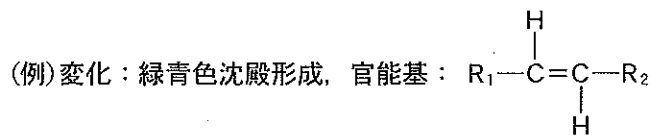


図3 混合物から操作I～操作Vを行って回収される各水層とエーテル層の概要

問1 水層またはエーテル層からなる各層A～層Eに主に回収された混合物由来の化合物の構造式を、それぞれ記せ。

問2 層A、層Bおよび層Cに回収される化合物を調べる方法を下記の(あ)～(お)のうちから1つずつ選択せよ。ただし、各化合物は水溶液として予め用意されているものとする。さらに、必要なら同じ方法を何度用いても良い。また、その方法を行ったときに観察される変化と反応する官能基の構造式を次の例にならってそれぞれ記せ。



- (あ) 水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素水溶液を加える。
- (い) 水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加える。
- (う) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加える。
- (え) デンプン水溶液を加える。
- (お) アンモニア性硝酸銀を加える。

<実験2>

ベンゼンを出発物質としてアセチルサリチル酸を図4に従って合成することにした。

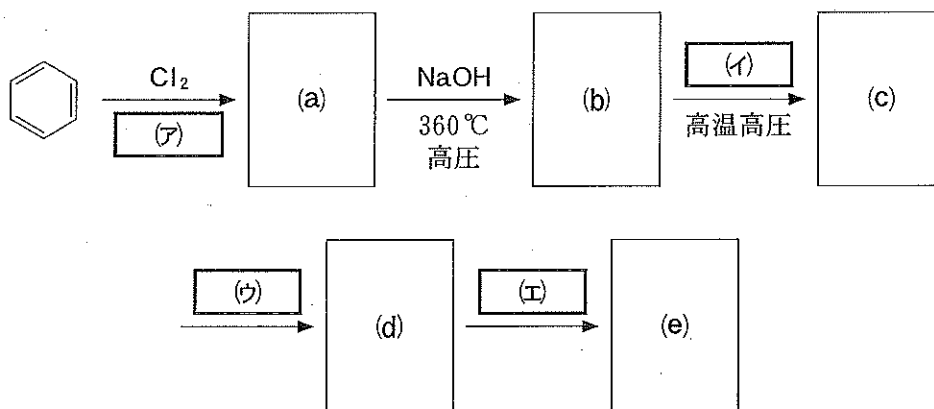


図4 ベンゼンからアセチルサリチル酸の合成経路

問3 空欄 (ア) にあてはまる触媒と, また, 空欄 (イ) ~空欄 (エ) にあてはまる反応物を, それぞれ化学式で記せ。

問4 空欄 (a) ~空欄 (e) にあてはまるベンゼン誘導体の構造式をそれぞれ記せ。

<実験 3 >

市販の鎮痛薬にはアセチルサリチル酸を含む物がある。そこで、ある高等学校の化学部に所属する上田君と眞弓君の2人が、以下の操作①～操作⑥の実験を各自1回ずつ行って、錠剤1錠に含まれるアセチルサリチル酸量を調べることにした。ここでは、上田君が行った場合の各操作と結果について記した。また、用いた錠剤には、本実験でアセチルサリチル酸の定量に支障を来す物質等は含まれていないことが添付の成分表から解っている。

操作①：鎮痛薬1錠0.50 gを乳鉢で細かくすりつぶし粉末とした。

操作②：操作①の粉末0.25 gを量り取り、試験管に入れた。

操作③：0.50 mol/L水酸化ナトリウム水溶液10 mLを、操作②の試験管および空試験として空の試験管に、それぞれ正確に測り取った。また、試験管の粉末は良く振り混ぜて溶かした。

操作④：操作③の試験管2本を、沸騰した水浴中で10分間穏やかに加熱した。

操作⑤：操作④の各試験管内の反応水溶液を、それぞれ別々のコニカルビーカーに移した。各試験管内を少量の蒸留水を用いて洗い、その洗液もそれぞれのコニカルビーカーに移した。また、この操作をあと2回繰り返した。コニカルビーカーの各反応水溶液に指示薬フェノールフタレインを数滴加えて濃赤色水溶液とした。

操作⑥：ピュレットに0.50 mol/L塩酸を入れ、各反応水溶液に滴下したところ、錠剤粉末を使用した試験では5.87 mLで、また空試験では9.50 mLで、それぞれ溶液全体が無色となった。

問 5 操作③で空の試験管を空試験として用いる理由を説明せよ。

問 6 操作④の錠剤粉末入り試験管で起きる化学反応を記せ。

問 7 操作⑤で下線部の操作を行う理由を説明せよ。

問 8 上田君の実験結果から、この錠剤1錠に含まれるアセチルサリチル酸の量(g)を有効数字2桁で求めよ。また、計算過程も記すこと。

問 9 眞弓君も上田君と同じように実験を行った。しかし、帰宅のバスの関係から上田君より早く下校しなければならなかったので、操作④の加熱時間を10分から0分にして実験を行った。即ち、加熱処理を省いた。この場合、操作⑤以降の操作および結果にどのような影響が出てくるか否か、予想される影響について記せ。