

令和 6 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 ～ 7 頁
化 学 基 礎 ・ 化 学	8 頁 ～ 15 頁
生 物 基 礎 ・ 生 物	16 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。

(このページは空白)

化学基礎・化学

I 持続可能な社会の実現のため、植物由来のエタノールの有効な利用方法が研究されている。エタノールに関する次の文章を読み、以下の問1～問4に答えなさい。

エタノールと酢酸に触媒として濃硫酸を加えると、酢酸エチルと水が生じる。この化学反応は可逆的である。エタノール 3.00 mol と酢酸 3.00 mol と少量の濃硫酸を混合し、ある一定の温度の条件で反応させると、しばらくして平衡状態に達した。このとき、生成した酢酸エチルは 2.00 mol であった。さらに、この反応溶液に水 1.00 mol を加えて、同じ一定の温度に保ち、新たな平衡状態に達したときのエタノールの物質量は x mol であった。

ある触媒を用いて、エタノールと水を原料とし酢酸と水素を合成する化学反応が検討されている。水素は、重要なエネルギー源として期待されるため、触媒の研究が精力的に進められている。

問1 下線部(A)で、この化学反応の平衡定数 K を、有効数字 2 けたで求めなさい。また、答えを導く過程も記しなさい。ただし、平衡状態における反応溶液の体積を $V(\text{L})$ とし、用いた濃硫酸に含まれる水の物質量は無視する。また、反応中の反応物および生成物の分離や蒸発等による損失はないものとする。

問2 下線部(B)で、この新たな平衡状態での平衡定数を K' とし、 x を用いて表しなさい。また、その式を導く過程も記しなさい。ただし、反応中の反応物および生成物の分離や蒸発等による損失はないものとする。

問3 エタノール(液)、酢酸(液)および水素(気)の 25℃、1 気圧での燃焼熱はそれぞれ下記の通りである。これら物質の燃焼反応の 25℃、1 気圧での熱化学方程式を、それぞれ記しなさい。

① エタノール(液)	1368 kJ/mol
② 酢酸(液)	872 kJ/mol
③ 水素(気)	286 kJ/mol

問4 下線部(C)で、この反応の 25℃、1 気圧での熱化学方程式を、問3で得られた熱化学方程式を活用して、求めなさい。

(この頁は計算用)

Ⅱ

次の芳香族化合物に関する文章を読み、以下の問 1 ～ 問 6 に答えなさい。

4 種類の芳香族化合物、ニトロベンゼン、アニリン、フェノールおよび安息香酸をジエチルエーテルに溶かした混合溶液(混合エーテル溶液)がある。この混合エーテル溶液から分液ろうと(図Ⅱ-1)を用いて、以下の操作①～操作⑦(図Ⅱ-2)に従い各芳香族化合物を分離した。

操作① 混合エーテル溶液を分液ろうとにとり、塩酸を加えてよく振り混ぜてから静置すると、水層①とエーテル層①に分離した。

操作② (ア) は塩となって水層①にすべて移動したので、水層①を分液ろうとから取り出して水酸化ナトリウム水溶液(NaOH aq)を加えると、(ア) が遊離してきた。

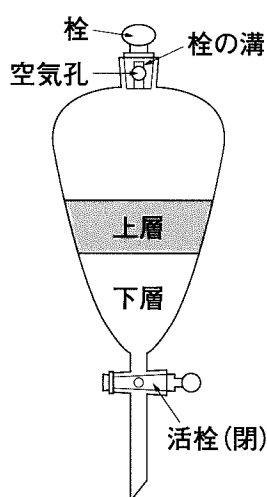
操作③ エーテル層①を新しい分液ろうとにとり、炭酸水素ナトリウム水溶液(NaHCO₃ aq)を加えてよく振り混ぜてから静置すると、水層②とエーテル層②に分離した。

操作④ (イ) は塩となって水層②にすべて移動したので、水層②を分液ろうとから取り出して塩酸を加えると、(イ) が析出してきた。

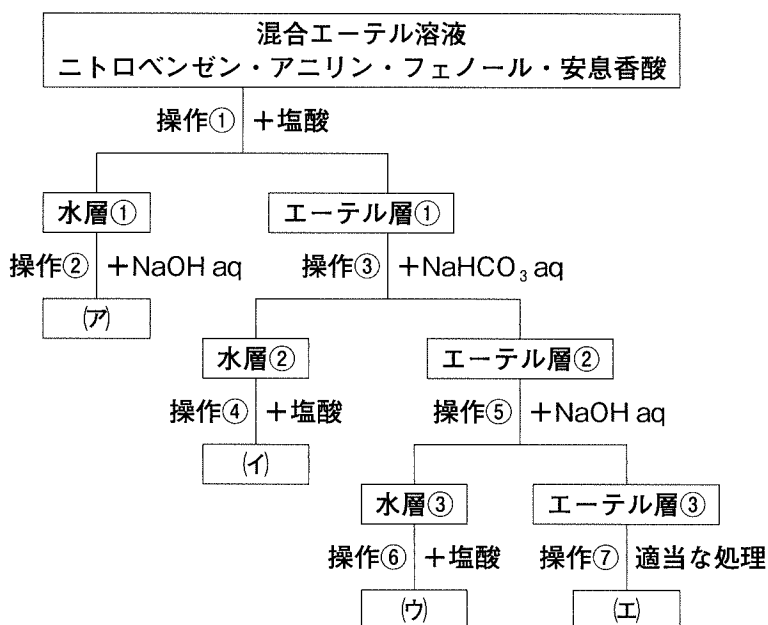
操作⑤ エーテル層②を新しい分液ろうとにとり、水酸化ナトリウム水溶液(NaOH aq)を加えてよく振り混ぜてから静置すると、水層③とエーテル層③に分離した。

操作⑥ (ウ) は塩となって水層③にすべて移動したので、水層③を分液ろうとから取り出して塩酸を加えると、(ウ) が遊離してきた。

操作⑦ (エ) はエーテル層③にすべて残っているので、エーテル層③を分液ろうとから取り出して適当な処理を施すと、(エ) が分離できた。



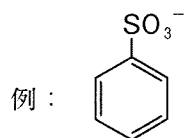
図Ⅱ-1 静置後の分液ろうと



図Ⅱ-2 4種類の芳香族化合物の分離操作

問1 文章中の空欄 (ア) ～ (エ) にあてはまる芳香族化合物の名称を、それぞれ答えなさい。

問2 下線部(A)、(C)および(D)で、各水層①～水層③に存在する芳香族化合物のイオンの構造を下の例にならい、それぞれ記しなさい。



問3 静置後の分液ろうと内で下層となるのは、水層とエーテル層のどちらかを答えなさい。また、静置後の分液ろうとから上層を取り出す操作手順を説明しなさい。

問4 下線部(B)で、分液ろうとの操作を行う上で、特に注意することは何か、その理由と対処方法を記して説明しなさい。

問5 下線部(E)で、「適当な処理を施す」には、どのような方法があるか答えなさい。

問6 アニリン、フェノールおよび安息香酸に関する次の文章を読み、以下の問a～問fに答えなさい。

アニリンの希塩酸溶液に亜硝酸ナトリウムを加えると、塩化ベンゼンジアゾニウムが生成する^(F)。この反応をジアゾ化とよび、0～5℃の低温で行う必要がある。温度が高いと塩化ベンゼンジアゾニウムは、気体の〔オ〕を発生してフェノールに分解する。5℃以下に冷却した塩化ベンゼンジアゾニウム水溶液に、フェノールの水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させると、橙赤色の色素である〔カ〕が生成する。この反応を〔キ〕という。また、〔キ〕と同様の反応で合成される色素のメチルオレンジは、中性～塩基性では黄色を呈するが、酸性では赤色に変色する。そのため、中和滴定における指示薬として使われる^(H)。

フェノールは、常温では無色の結晶で潮解性があり、石炭酸とも呼ばれ、有毒で皮膚を侵す性質があるが、医薬品や染料、熱硬化樹脂などの合成原料として広く用いられている。サリチル酸は、フェノールおよび安息香酸の誘導体で、医薬品として用いられる。サリチル酸^(I)は、安息香酸よりもかなり強い酸であり、胃の粘膜を刺激して食欲不振や腹痛などの副作用が見られる。そこで、副作用の少ない誘導体の開発が行われた。サリチル酸を無水酢酸と反応させると、〔ク〕基が〔ケ〕化されて、解熱鎮痛作用を有する〔コ〕を生じる。また、サリチル酸にメタノールと濃硫酸を加えて加熱すると、〔サ〕基がメタノールと反応して〔シ〕化して、消炎鎮痛作用を有する〔ス〕を生じる。〔ス〕は、塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えて反応させると〔セ〕色の呈色反応を示す。また、フェノールとホルムアルデヒドを、酸触媒を用いて加熱すると、〔ソ〕と呼ばれる重合反応を起こして〔タ〕を生成する。さらに、硬化剤を加えて加熱すると三次元網目構造を持った熱硬化樹脂となる^(J) ^(K)。

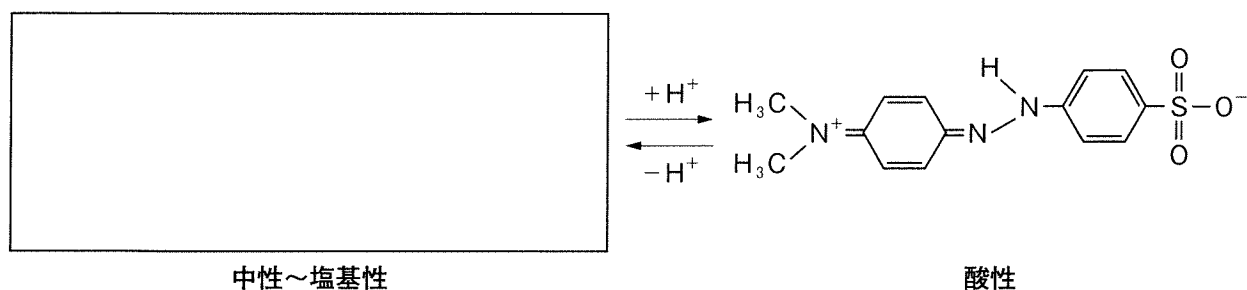
問a 文章中の空欄〔オ〕～〔タ〕にあてはまる語を記しなさい。

問b 下線部(F)で、このジアゾ化の反応式を記しなさい。

問c 下線部(G)で、この〔キ〕の反応式を記しなさい。

問 d 下線部(H)で、水素イオン (H^+) を受け取ったメチルオレンジの構造を図Ⅱ-3に示した。

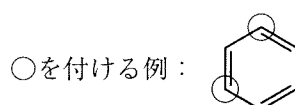
図中の空欄にあてはまる中性～塩基性でのメチルオレンジの構造を記しなさい。



図Ⅱ-3 メチルオレンジの液性による構造の変化

問 e 下線部(I)で、水中におけるサリチル酸の電離した構造を、図Ⅱ-3を参照して記しなさい。また、なぜサリチル酸が安息香酸よりも強い酸なのか、電離したサリチル酸のイオンの構造の特徴から説明しなさい。

問 f 下線部(J)で、フェノール 3 分子とホルムアルデヒド 2 分子からできる (タ) の構造を記しなさい。また、下線部(K)の三次元網目構造へと発達する過程で、重合反応が起きる部位に、下記の例にならって○を付けなさい。



(この頁は計算用)

(この頁は計算用)

