

平成19年度(前期日程)

入学者選抜学力検査問題

理 科

試験時間

1. 理学部, 医学部(保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は 120 分
2. 医学部(医学科・保健学科放射線技術科学専攻)は 60 分

	問 題	ページ
物理	① ~ ③	1 ~ 4
化学	① ~ ④	5 ~ 11
生物	① ~ ③	12 ~ 18
地学	① ~ ④	19 ~ 24

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙に志望学部, 及び受験番号を必ず記入しなさい。
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
3. 試験開始後, この冊子または解答紙に落丁・乱丁, および印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
5. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。

化 学

必要があれば次の値を用いよ。

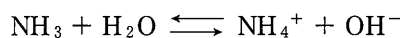
原子量：H = 1, N = 14, Al = 27, Cu = 64, Zn = 65

1 F = 96500 C

1 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

アンモニアは、窒素原子と水素原子が **ア** 結合した化合物で、無色で刺激臭の、水によく溶ける気体である。実験室では塩化アンモニウムと **イ** の混合物を加熱して合成される。一方、工業的には窒素と水素を高温・高圧で直接反応させる方法で大量に製造され、その水溶液はアンモニア水として市販されている。

アンモニアは水に溶けると、一部は水と反応し、その反応は下記の化学式で表される。



アンモニア水溶液中では、上記の反応は平衡状態となり、その平衡定数は水の濃度 $[\text{H}_2\text{O}]$ を一定とみなし、下記のように表される。

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

ここで、 K_b は塩基の **ウ** 定数という。

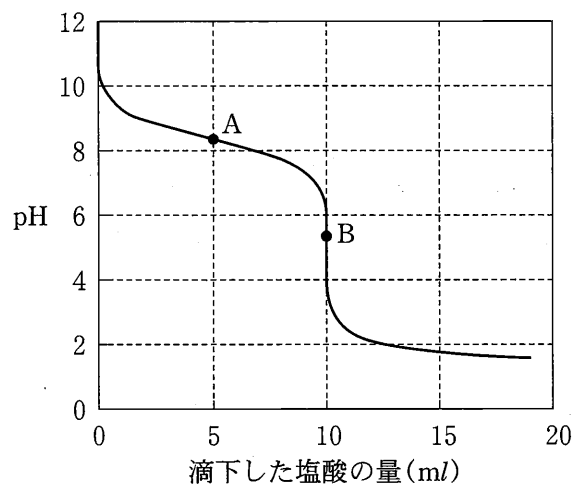
また、アンモニアの **ウ** 度を α 、モル濃度を $c \text{ mol/l}$ とすると、 α が 1 に比べて非常に小さいとき、 α は下記のように表される。

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{c}}$$

したがって、このような場合、アンモニア水溶液中の水酸化物イオンのモル濃度 $[\text{OH}^-]$ も c と K_b で表わすことができる。アンモニアの K_b の値は、25℃で $1.7 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$ であるので、水溶液中ではアンモニアは大部分が **エ** の状態で存在しており、**オ** 塩基である。

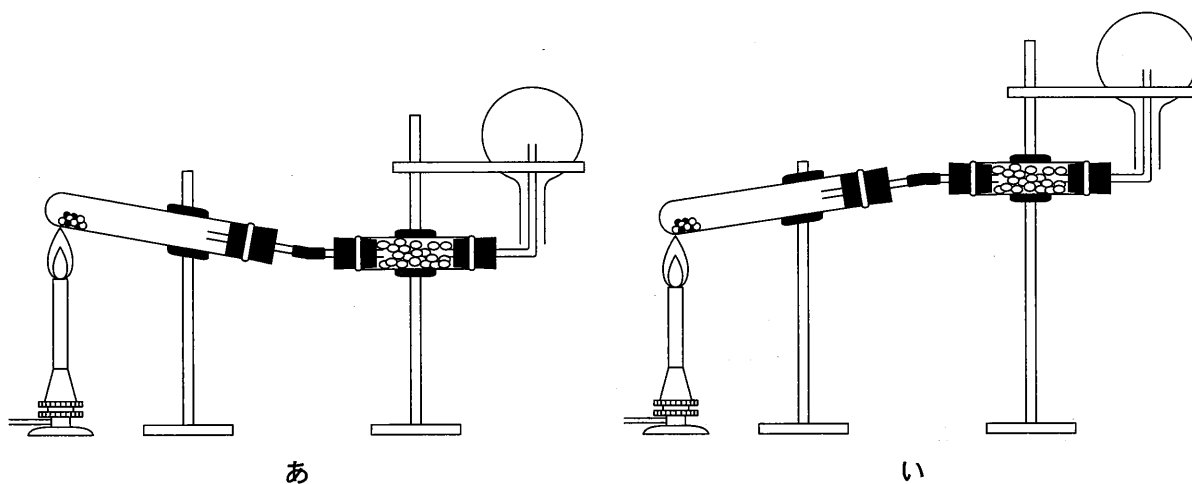
いま、0.1 mol/l のアンモニア水溶液 10 ml に 0.1 mol/l の塩酸を滴下しながら、その混合溶液の pH を pH メーターを用いて測定したところ、右のグラフが得られた。

グラフの A 点付近では、アンモニアと塩化アンモニウムの濃度がほぼ等しい混合水溶液とみなすことができ、**カ** 作用を示すので、塩酸を滴下しても水溶液の pH は大きく変化していない。一方、グラフの B 点は中和点となっており、その後では大きく pH が変化している。



問〔1〕 ア ~ カ に適切な語句または物質名を記せ。

問〔2〕 下線部 a) の反応装置として適切なものを下記の反応装置図から選び、選んだ理由を記せ。



問〔3〕 下線部 b) に関して、製法の名称とそこでの化学反応式を記せ。また、そのときに用いられる触媒の主成分を記せ。

問〔4〕 下線部 c) に関して、質量パーセント濃度が $c_w(\%)$ のアンモニア水のモル濃度 (mol/l) を求めよ。ただし、このアンモニア水の密度を $d(\text{g}/\text{cm}^3)$ とし、解答は c_w, d を使って表せ。

問〔5〕 下線部 d) に関して、水酸化物イオンのモル濃度 $[\text{OH}^-]$ を c と K_b を使って表せ。

問〔6〕 下線部 e) に関して、中和点が酸性側にある理由を説明せよ。

2 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

(1) 現代社会において電池は重要な役割を果たしている。19世紀に発明されたダニエル電池では亜鉛板が **ア** 水溶液に、銅板が **イ** 水溶液に浸されている。また、それぞれの水溶液の混合を防ぐために素焼き板が用いられている。亜鉛板と銅板を導線で接続すると、亜鉛板から亜鉛イオンが溶液中に溶け出し、そのときに生じた **ウ** は導線を通して流れ、銅板上では **エ** イオンが還元される^{a)}。亜鉛板からは **ウ** が流れ出るため、この極は電池の **オ** 極とよばれる。両極の金属のイオン化傾向の差が大きいほど、高い **カ** が得られ、これが両極間の電位差となる。

問〔1〕 空欄 **ア** ~ **カ** に適切な語句を記せ。

問〔2〕 下線部 a) について、銅電極の質量が 1.28 g 増加したとき、亜鉛電極の質量変化を求めよ。計算過程も簡単に記せ。

(2) 一般に、固体の溶解度は、温度が上昇すると増加するが、気体の溶解度は、温度が上昇すると減少する。^{a)}ヘンリーの法則は一定温度における気体の溶解度と圧力(混合気体の場合は分圧)との関係を表しているが、この法則は、塩化水素、アンモニアや二酸化炭素が水に溶解するときには成立しない。^{b)}

塩化水素は、常温で刺激臭のある無色の気体で、水によく溶け、溶液は酸性を示し、実験室では、塩化ナトリウムに濃硫酸を混ぜて加熱すると得られる。塩化ナトリウム A g を濃硫酸と反応させ、発生したすべての塩化水素を、 W g の水に溶解させた。^{c)}この塩化水素水溶液の凝固点降下度を測定すると ΔT °C であった。^{d)}

問〔1〕 下線部 a) について、その理由を説明せよ。

問〔2〕 下線部 b) について、これらの気体がヘンリーの法則に従わない理由を説明せよ。

問〔3〕 下線部 c) について、塩化水素水溶液の質量モル濃度を求めよ。ただし、塩化ナトリウムの式量を X 、塩化水素の分子量を Y とする。

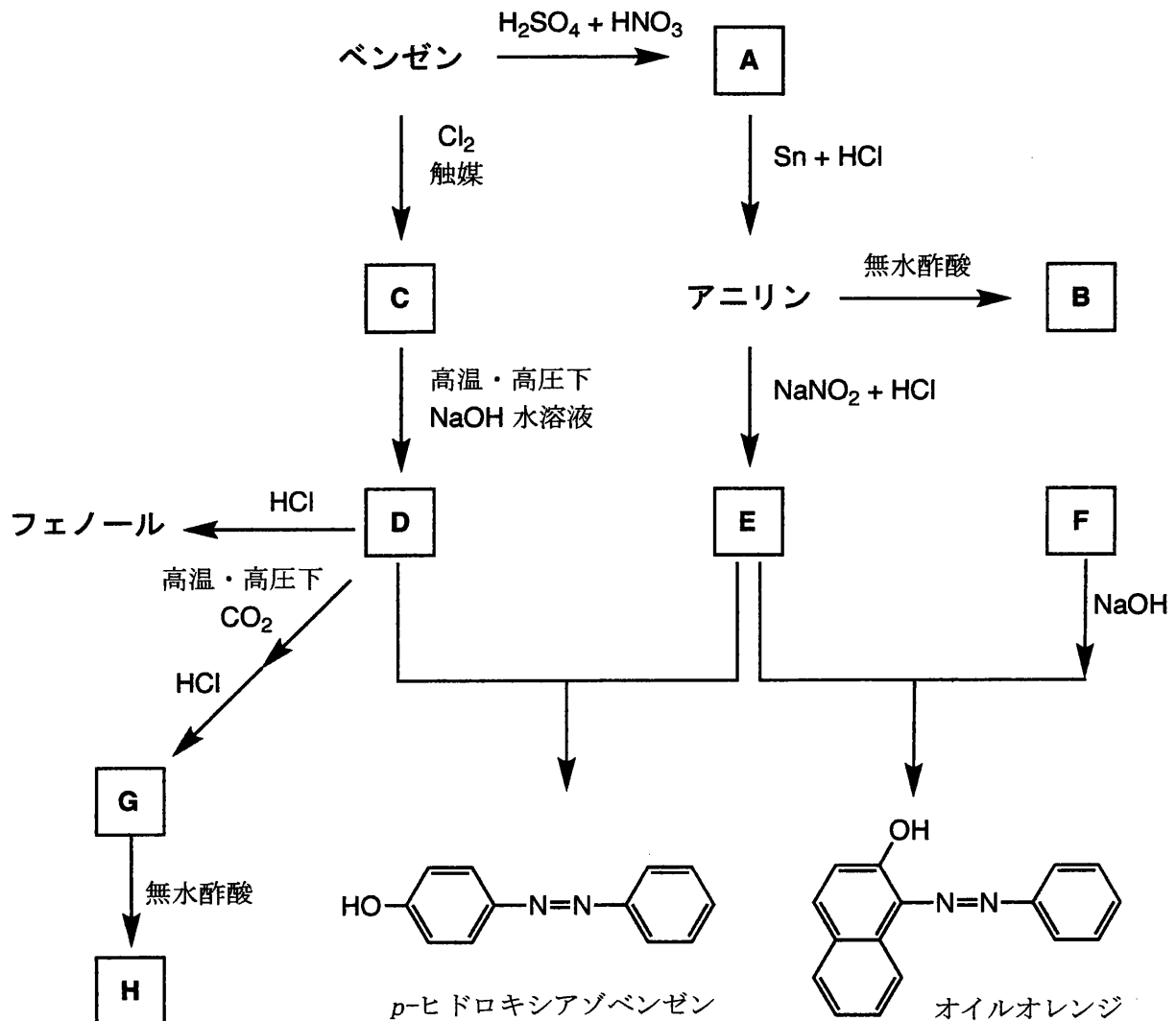
問〔4〕 下線部 d) について、この塩化水素水溶液の凝固点は、同じ質量モル濃度のグルコース水溶液よりも低くなった。この理由を説明せよ。

3 下図はベンゼンから始まる一連の合成経路である。次の文を読み、以下の各問に答えよ。

ベンゼンに濃硫酸と濃硝酸を反応させると、**A**が生じる。さらに、**A**をスズと塩酸を用いて還元すると、アニリンが生じる。アニリンに無水酢酸を反応させて、**ア**化すると、**B**が生じる。ベンゼンに触媒存在下で塩素を反応させると、**C**が生じる。**C**を高温・高圧下、水酸化ナトリウムで加水分解すると、**D**が生じる。また、低温でアニリンに亜硝酸ナトリウムと塩酸を加えると、**E**が生じる。この反応を**イ**化という。**D**と**E**を反応させると、橙赤色の染料が

p

-ヒドロキシアゾベンゼンが生じる。この反応を**ウ**という。この反応を利用すれば、化合物の組合せによって多彩な染料が生まれる。たとえば、**D**の代わりに、**F**を水酸化ナトリウムで処理したあと、**E**と反応させるとオイルオレンジが生じる。**D**に塩酸を加えると、フェノールが生成する。**D**に高温・高圧下で二酸化炭素を作用させたのち、酸性にすることで合成することのできる**G**を**ア**化すると、解熱・鎮痛剤として知られる**H**を合成することができる。



問〔1〕 化合物**A**～**H**の構造式を記せ。

問〔2〕

ア

 ～

ウ

 に適切な用語を記せ。

問〔3〕 化合物**F**と官能基の位置のみが異なる構造異性体の構造式を記せ。

問〔4〕 ベンゼン、アニリン、フェノールの混合物が溶けたエーテル溶液から、分液ロートを使って、ベンゼン、アニリン、フェノールをそれぞれ分離する**方法**と分離できる**理由**を記せ。必要に応じて、希塩酸、水酸化ナトリウム水溶液、炭酸水素ナトリウム水溶液を用いてもよい。

4 (選択問題)

4 A または 4 B のいずれかを選択し、解答せよ。両方解答した場合は無効とする。

4 A 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

私たちの身の回りに存在する合成樹脂(プラスチック)、繊維、ゴムなどはすべて高分子とよばれる物質で構成されている。たとえば、プラスチック製品としては、スーパーマーケットでレジ袋として使用されている **ア**、トレイやカップめんの容器に使用されている **イ**、洗面器に使用されているポリプロピレン、電気器具に使用されているフェノール樹脂など多くの例があげられる。また、最近では特別な機能を持つ機能性樹脂もつくられている。合成樹脂には加熱すると流動化する性質をもつ熱可塑性樹脂と、加熱しても流動化しない熱硬化性樹脂がある。繊維では天然繊維として **ウ** からできている綿や麻などの植物繊維、および **エ** からできている羊毛や絹などの動物繊維がある。また、合成繊維として、ナイロン、アクリル、**オ** などがある。また、**オ** はペットボトル本体にも使用されている。ゴムには天然ゴムと合成ゴムがあり、天然ゴムである生ゴムにイオウを加えて加熱すると強いゴム弾性を示すようになる。合成ゴムであるスチレン-ブタジエンゴム(SBR)は自動車のタイヤなどに使われている。

問〔1〕 **ア** ~ **オ** に適切な物質名を記せ。

問〔2〕 下線部 a) の中で、微生物によって分解されるプラスチックの名称を記せ。

問〔3〕 下線部 b) の熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂にはどのような構造的な違いがあるか。説明せよ。

問〔4〕 下線部 c) のナイロンにはナイロン66とナイロン6があり、それらの重合法は異なる。それぞれの重合法の名称を記せ。

問〔5〕 下線部 d) のような操作を何というか。操作名を記せ。

問〔6〕 下線部 e) のスチレン-ブタジエンゴムは2つの単量体を共重合して得られる。それぞれの単量体の構造式を記せ。

4 B 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

ジペプチドは2個のアミノ酸が縮合して生成したものであり、このとき生成した **ア**
a) 結合をとくにペプチド結合という。また、ポリペプチドは多数のアミノ酸が結合したものである。
タンパク質は、ポリペプチドの構造をもつ高分子化合物であり、生体の主要構成成分の15～18%を占めている。

タンパク質は、細胞の構造を保ち、生体内での物質の輸送をつかさどるほかに、酵素として、
b) 生体内での化学反応において触媒の役割を果たしている。それぞれの酵素は、ある決まった物質にしか作用しない。これを酵素の **イ** という。また、多くの酵素は35～40℃で最もよくはたらき、温度を高くしすぎると触媒作用を失う。これは、タンパク質の立体構造が変化したことにより酵素が失活したもので、これをタンパク質の **ウ** という。このような現象は、タンパク質の分子内で、二次構造である α -ヘリックス(らせん)・ β -シートをはじめとする高次構造の形成に重要な **エ** 結合や、側鎖間の相互作用などが切断されたことに起因する。

アミノ酸は結晶中では、分子内に正電荷と負電荷をもつ双性イオンになっている。水に溶けた
d) アミノ酸は、陽イオン、双性イオン、陰イオンが平衡状態にあり、pHの変化によってその組成が変わる。これらの平衡混合物の正負の電荷の総和が0になっているときのpHを、アミノ酸の **オ** とよぶ。アミノ酸は、それぞれ固有の **オ** をもつ。

問〔1〕 **ア** ～ **オ** に適切な語句を入れよ。

問〔2〕 下線部 a)について、生体を構成する主な α -アミノ酸のうち、不斉炭素原子をもたないアミノ酸2分子からできるジペプチドの構造式を記せ。

問〔3〕 下線部 b)について、次の設問(1)、(2)に答えよ。

- (1) 油脂を加水分解する消化酵素の名称を記せ。
- (2) この加水分解によって生じる2種類の物質の名称を記せ。

問〔4〕 下線部 c)に述べた温度の他に酵素を失活させる要因を1つあげよ。

問〔5〕 下線部 d)について、強酸性、中性付近(pH 6)あるいは強塩基性の水溶液中では、アラニンは主にどのように荷電しているか。それぞれ構造式で示せ。