

香川大学

平成 19 年 度

問題冊子

教 科	科 目	ページ数
理 科	化 学	10

監督者の「始め」という指示があるまで、問題冊子を開かないこと。

解答の書き方

1. 解答は、すべて別紙解答用紙(両面)の所定欄に、はっきりと記入すること。
2. 解答を訂正する場合は、きれいに消してから記入すること。
3. 解答用紙には、解答と志望学部及び受験番号のほかは、いっさい記入しないこと。
4. 問題〔V〕、〔VI〕は選択問題である。どちらか一方のみを解答すること。両方を解答してはいけない。選択問題〔V〕、〔VI〕のうち、選択した問題の番号を解答用紙(その3)の所定の枠内に記入しなさい。

注 意 事 項

1. 監督者の「始め」の指示の後、解答用紙に志望学部及び受験番号を必ず書くこと。
2. 選択科目は、願書に記載したものと違ったものについて答えてはいけない。
3. 下書き用紙は、片面だけ使用すること。
4. 問題の内容についての質問には、いっさい応じないが、その他の用事があるときは、だまって手をあげて、監督者の指示を受けること。
5. 試験終了時には、解答用紙を必ずページ順に重ね、机上の右側に置くこと。
6. 試験終了後、問題冊子及び下書き用紙は持ち帰ること。

第 大 冊

必要があれば、原子量は次の値をつかうこと。

H 1.0 C 12.0 N 14.0 O 16.0

Na 23.0 Cl 35.5 Ca 40.1

〔I〕 次の文章を読み、各問いに答えなさい。

原子は原子核と電子からなる。原子核には陽子と(ア)が存在し、陽子の数と(ア)の数の和を(イ)という。原子中の電子は(ウ)と呼ばれるいくつかの層に分かれて原子核のまわりを回っている。(ウ)は原子核に近い内側からK殻、L殻、M殻、N殻、・・・といい、それぞれの(ウ)に入ることのできる電子の数には限度がある。N殻に入ることのできる電子の数は最大(エ)個である。原子と原子を結びつける化学結合では、原子の最外殻電子が重要な役割をしている。この電子は(オ)とも呼ばれ、その関与のしかたにより、種々の結合様式が存在する。メタンは炭素と水素が互いの不対電子を出しあって電子対を作り結合している。このような結合を(カ)という。その他の結合様式としてはイオン結合、アンモニア分子の(キ)を水素イオンと共有し得る(ク)、(ケ)電子による金属に特有な金属結合などがある。

塩化ナトリウムの(コ)はNaClで表され、(サ)は58.5である。ナトリウム原子が(オ)を1個放出した場合の電子配置は(シ)原子と同じであり、塩素原子が1電子を受け取った場合の電子配置は(ス)原子と同じである。原子から1個の電子を取り去って1価の陽イオンにするのに必要なエネルギーを(セ)といい、1個の電子を受け取って1価の陰イオンになるときに放出するエネルギーを(ソ)という。

問1 文章中の(ア)～(ソ)に、適切な語句を記入しなさい。ただし、(エ)には数字を、(シ)と(ス)には元素記号を記入しなさい。

問2 塩化物イオン、カリウムイオン、カルシウムイオン、硫化物イオンは同じ電子配置をもつが、イオンの大きさは異なる。イオン式を用いて、これらのイオンを大きい順に左から並べ、そのような順になる理由を50字程度で説明しなさい。

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、各問いに答えなさい。ただし、問3については計算過程も示し、有効数字2桁まで求めなさい。

アンモニアは弱塩基であり、水に溶かすとその一部の分子のみが水と反応し、次のような電離平衡が成立している。



この場合の電離平衡の式は

$$K = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$$

であるが、水の濃度 $[\text{H}_2\text{O}]$ は実質上一定とみなせるので、 $K[\text{H}_2\text{O}]$ を K_b と表すと、次の式が得られる。

$$K_b = K[\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

この K_b をアンモニアの電離定数という。

なお、 $[]$ は電離平衡時における各物質のモル濃度を示す。

問1 n mol のアンモニアを水に溶かして v l の水溶液にしたとき、平衡状態におけるアンモニア、アンモニウムイオン、水酸化物イオンの各モル濃度を求めなさい。ただし、この条件下でのアンモニアの電離度を α とする。

一般に電離度は、 $\text{電離度} = \frac{\text{電離した電解質の物質質量}}{\text{溶解した電解質の物質質量}}$ で表される。

問2 問1で求めた各物質のモル濃度を用いてアンモニアの電離定数 K_b が $K_b = \frac{n\alpha^2}{v}$ で表されることを導きなさい。ただし、電離度 α は1に比べて非常に小さいものとする。

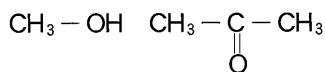
問 3 ある一定温度で 0.10 mol/l のアンモニア水におけるアンモニアの電離度を 0.013 とする。同温で 0.40 mol/l のアンモニア水におけるアンモニアの電離度とそのアンモニア水中の水素イオン濃度を求めなさい。ただし、水のイオン積は $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/l})^2$ とし、これらの濃度のアンモニア水においては、問 2 の $K_b = \frac{n\alpha^2}{v}$ が適用されるものとする。

問 4 電離平衡にあるアンモニア水に①濃塩酸、あるいは②塩化アンモニウム水溶液を加えると式(1)で表される平衡はどちらに移動するか、下記の(a)~(c)から適切なものを1つ選び、記号で答えなさい。ただし、①濃塩酸、②塩化アンモニウム水溶液を加えても元のアンモニア水の体積の増加は無視できるものとする。

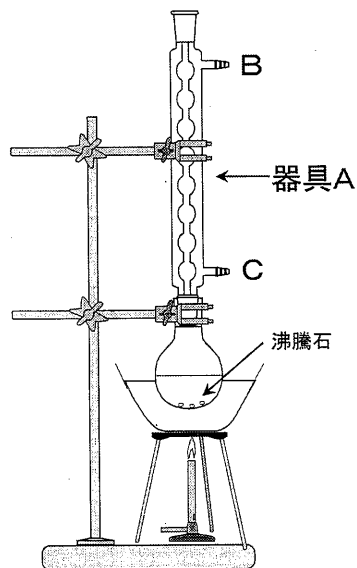
(a) 右向きに移動する。 (b) 左向きに移動する。 (c) 移動しない。

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、各問いに答えなさい。構造式は、下記の例にならって示しなさい。計算問題では計算過程も示し、有効数字 2 桁まで求めなさい。

(例)



丸底フラスコに 20 ml のエタノールと 20 ml の水酢酸を入れ、よく混合し、これに 4 ml の濃硫酸を加えた。右図のような装置を組み立て、温浴中(ア)で 10 分間静かに沸騰させた。反応液を十分に冷却した後、蒸留水を加えると上層と下層に分離した。分液ロートを用いて上層を分離し、上層はさらに炭酸水素ナトリウム水溶液と共(イ)によく振り混ぜた。上層から不純物を取り除き、単一の反応生成物 X を得た。この反応生成物 X は芳香のある無色の液体であった。



問 1 下線部(ア)における反応を化学反応式で表し、その反応の名称を書きなさい。ただし、化学反応式中の化合物は構造式で示しなさい。

問 2 下線部(ア)の反応における濃硫酸の主要なはたらきを 2 つ書きなさい。

問 3 器具 A はどのように使用するのか。下記の(a)~(d)から適切なものを 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (a) B から C に冷水を流す。 (b) C から B に冷水を流す。
 (c) B から C に熱水を流す。 (d) C から B に熱水を流す。

問 4 下線部(イ)において炭酸水素ナトリウムを用いる理由は何か。その理由を 25 字程度で書きなさい。

問 5 下線部(ア)の反応が完全に進行した場合、理論的に最大得られる反応生成物 X の質量を求めなさい。ただし、エタノール、氷酢酸の密度は、それぞれ、 0.79 g/cm^3 、 1.0 g/cm^3 とする。

〔IV〕 以下の各問いに答えなさい。計算問題では計算過程も示し、有効数字3桁まで求めなさい。

問 1 三角フラスコに炭酸カルシウム 5.00 g と水を入れた。次にこのフラスコに希塩酸をゆっくりと加えたところ、炭酸カルシウムは完全に反応し、無色透明な気体 A が発生した。この化学変化を化学反応式で示しなさい。また、このとき発生した気体 A の体積を求めなさい。ただし、温度は 27℃、圧力は 1.013×10^5 Pa (1 気圧) とする。

問 2 気体 A を水に吹き込むと、気体の一部は水に溶けて、水溶液は弱い酸性を示した。この気体が水に溶けて、電離している状態を化学反応式で示しなさい。

問 3 次の①～③の実験を行った。

①気体 A を石灰水に吹き込むと、溶液は白濁した。②この白濁した溶液に気体 A を吹き込み続けると白濁は消失し、溶液は透明になった。③この透明な溶液を煮沸すると再び白濁した。①～③の変化をそれぞれ化学反応式で示しなさい。

〔V〕（選択問題） 次の文章を読み、各問いに答えなさい。計算問題では計算過程も示し、有効数字2桁まで求めなさい。

油脂は1分子の（ア）と3分子の脂肪酸から水が3分子とれてできている。脂肪酸のうち、炭素原子鎖（炭化水素基）の中に二重結合を含むものを（イ）、単結合だけを含むものを（ウ）という。油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、油脂はけん化されて、（ア）と脂肪酸のナトリウム塩（セッケン）になる。セッケンのように、分子中に親油性（疎水性）の部分と親水性の部分の合わせもつものを一般に（エ）という。濃いセッケン水では、セッケン分子は親油性（疎水性）部分を内側に、親水性部分を外側（表面）にして集まり、球形のコロイド粒子をつくる。このコロイド粒子のことを（オ）という。このセッケン水に少量の油を加えて激しくかき混ぜると、油がセッケン分子に取り囲まれ、水の中に分散する。このような作用を（カ）という。

問1 文章中の（ア）～（カ）に、適切な語句を記入しなさい。

問2 脂肪酸部分がすべてステアリン酸（分子量＝284）からなる油脂200gを完全にけん化するために必要な水酸化ナトリウムの質量を求めなさい。

問3 セッケン水の性質に当てはまるものを、下記の(a)～(e)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|----------|----------|--------|
| (a) 強酸性 | (b) 弱酸性 | (c) 中性 |
| (d) 強塩基性 | (e) 弱塩基性 | |

問4 硬水中ではセッケンの洗浄能力が低下する。その理由を説明しなさい。

〔VI〕（選択問題） 次の文章を読み、各問いに答えなさい。計算問題では計算過程も示し、有効数字 2 桁まで求めなさい。

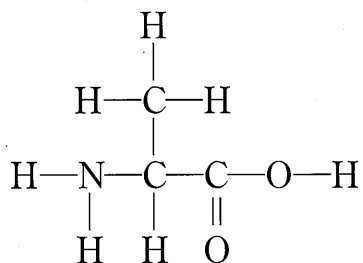
デンプンは単糖類である（ア）が次々と縮合した構造をもつものに対して、セルロースは（イ）が次々と縮合した構造をもつ。動物の肝臓や筋肉中に多く存在する多糖類である（ウ）は、動物デンプンともよばれ、（ア）の縮合重合体の構造をもつ。デンプンには直鎖状の構造を持つアミロースと枝分かかれのある（エ）が含まれる。アミロースの加水分解反応によって生じる二糖類は（オ）、セルロースの加水分解反応によって生じる二糖類は（カ）である。

タンパク質を加水分解すると、多数の α -アミノ酸が得られる。アミノ酸は分子内に塩基性を示す（キ）基と酸性を示す（ク）基を持つため、（ケ）の性質を示す。（キ）基と（ク）基が同一の炭素原子に結合しているものを α -アミノ酸という。 α -アミノ酸の分子間で、（キ）基と（ク）基が脱水縮合して生成したものは、ペプチドと総称される。また、多数のアミノ酸分子が縮合したものをポリペプチドという。ポリペプチド鎖がとらせん構造は（コ）とよばれ、分子内に形成される（サ）結合により安定に保たれる。

問 1 文章中の（ア）～（サ）に、適切な語句を記入しなさい。

問 2 あるタンパク質の水溶液に、濃い水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、それに酢酸鉛(II)水溶液を加えると黒色沈殿が生成した。この結果に基づいて、このタンパク質分子中に含まれていることが明らかとなった元素の元素記号を書きなさい。また、生成した黒色沈殿の化学式も書きなさい。

問 3 アラニンの構造式を下記に示す。アラニン分子中に存在する不斉炭素原子を○で囲みなさい。



問 4 10分子のアラニンが縮合して生成した鎖状構造をとるペプチドの分子量を求めなさい。