

後期日程

平成 29 年度入学試験問題（後期日程）

化 学

（理 工 学 部）

—— 解答上の注意事項 ——

1. 「解答始め」の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この問題冊子は全部で8ページあります。落丁、乱丁又は印刷不鮮明の箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせなさい。
3. 解答紙4枚と計算紙1枚は、糊付けされています。「解答始め」の合図があったら、初めにすべての用紙を丁寧に切り離しなさい。上手に切り離せない場合や誤って破いてしまった場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. 問題は□1から□4まで4問あります。解答は、必ず解答紙の指定された箇所に記入しなさい。
5. 計算問題においては、計算式も記述しなさい。
6. 解答しない問題がある場合でも、解答紙4枚すべてを提出しなさい。
7. 試験終了後、問題冊子と計算紙は持ち帰りなさい。

化 学

必要があれば，原子量および定数は以下の値を使いなさい。

H 1.0

C 12

N 14

O 16

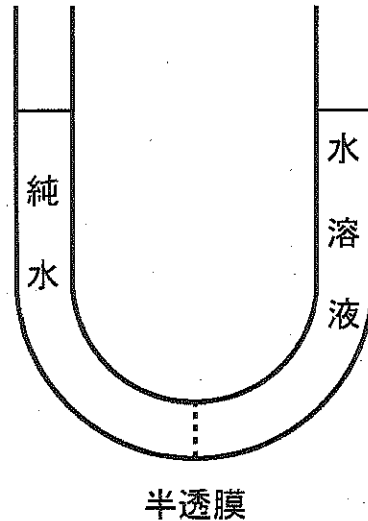
S 32

Cu 64

気体定数 $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

ファラデー定数 $9.6 \times 10^4 \text{ C/mol}$

- 1 図に示すような、断面積が 1.0 cm^2 の U 字管の中央に半透膜を固定し、片方に純水を入れた。もう一方に、あるタンパク質 0.061 g を溶かした水溶液 8.0 mL を入れて液面の高さが同じになるようにし、 27°C で長時間放置すると液面の高さの差が 4.0 cm になった。以下の問いに答えなさい。ただし、純水とタンパク質水溶液の密度を 1.0 g/cm^3 と仮定し、計算においては、計算式も示しなさい。



- (1) 純水とタンパク質水溶液のどちらの液面が高くなったか答えなさい。
- (2) 下線部①におけるタンパク質水溶液の浸透圧を答えなさい。ただし、これらの液体の高さが 1.0 cm のときの液柱の圧力を $1.0 \times 10^2 \text{ Pa}$ としなさい。
- (3) このタンパク質の分子量を答えなさい。
- (4) 下線部①におけるタンパク質水溶液の凝固点降下度を答えなさい。ただし、水のモル凝固点降下 K_f は $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ としなさい。
- (5) このようなタンパク質水溶液を用いて分子量を決定するためには、浸透圧を測定する方法と凝固点降下度を測定する方法のどちらが適しているか答えなさい。また、その判断の理由を 50 字程度で答えなさい。

2 水素とその化合物に関する次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

水素は、宇宙で最も存在割合の高い元素であり、宇宙の質量の約 3/4 を占める。地球上では主として **ア** の成分元素として多量に存在する。水素には **イ** の個数が異なるものが存在し、このように同じ元素で、**イ** の個数が異なる原子どうしを **ウ** という。

実験室内では、①亜鉛や鉄などの金属に希塩酸や希硫酸を加えて発生させ、**エ** 置換で捕集してとりだすことができる。水素は常温では比較的不活性だが、高温や光などの作用で多くの金属元素、非金属元素と直接反応して水素化合物を生成する。14 族元素の水素化合物 (CH_4 , SiH_4 , GeH_4 , SnH_4) は **オ** 型の分子構造であり、その沸点は周期の増加と共に **カ** する。これは、類似構造の分子であれば **キ** の増加と共に **ク** が増大するためである。また、水素は元素との直接反応だけではなく、②高温では酸化物中の酸素を奪う性質があり、酸化物に対する **ケ** として作用する。

工業的には、石油成分と高温水蒸気との反応や、水の **コ** などの方法で大量につくられ、アンモニアや塩化水素などの合成原料として用いられる。また近年では、③水素を負極活物質とした燃料電池が、自動車用や家庭用の実用電池として用いられている。

- (1) **ア** ~ **コ** にあてはまる適切な語句を答えなさい。
- (2) 下線部①に関連して、下記金属元素の中から希塩酸との反応で水素ガスを発生しないものを2つ選びなさい。
Ag, Al, Ca, K, Mg, Na, Pt, Sn
- (3) 17 族元素の水素化合物の沸点は 14 族元素のそれとは異なり、HF だけが他に比べて著しく高い ($\text{HF } 19.5^\circ\text{C}$, $\text{HCl } -85.1^\circ\text{C}$, $\text{HBr } -66.4^\circ\text{C}$, $\text{HI } -35.4^\circ\text{C}$)。この理由を 40 字以内で説明しなさい。

(4) 下線部②に関連して、酸化銅(II)と水素の高温での反応式を答えなさい。

(5) 下線部③に関連して、水素を負極活物質、酸素を正極活物質に用いた燃料電池の負極 (a) および正極 (b) で起きる反応の反応式をそれぞれ答えなさい。

- 3 酸化還元反応に関する次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。ただし、計算においては、計算式も書きなさい。

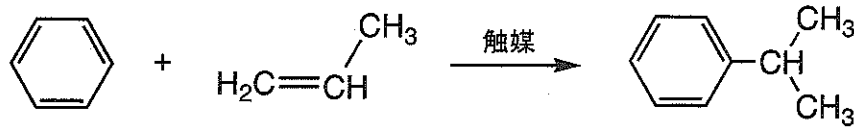
酸化剤や還元剤のはたらきの強さには序列がある。そのため、一般に酸化剤としてはたらく物質も、強い酸化剤との反応では、還元剤としてはたらくことがある。例えば、①硫酸で酸性とした過酸化水素水にヨウ化カリウムを加えると、過酸化水素は酸化剤として反応するが、②過マンガン酸カリウムが溶解した希硫酸に過酸化水素水を添加した場合、過酸化水素は還元剤として反応する。このような酸化還元反応を利用し、③濃度が正確にわかっている酸化剤（または還元剤）の水溶液を用いて、濃度がわからない還元剤（または酸化剤）の濃度を求める操作を酸化還元滴定という。

- (1) 酸化還元反応に関する以下の記述について、正しいものには○を、間違っているものには×をつけなさい。
- (a) 酸化還元反応において、酸化された物質と還元された物質の物質量は常に等しくなる。
 - (b) 各原子がとることのできる酸化数の範囲は、原子ごとに決まっている。
 - (c) 酸化還元反応では、酸素または水素の授受が必ず行われる。
 - (d) シュウ酸は一般に酸化剤としてはたらく。
 - (e) ハロゲンの酸化作用（酸化剤としてのはたらき）は原子番号が小さいほど強い。
- (2) 下線部①の酸化還元反応における (ア) 酸化剤のイオン反応式、(イ) 還元剤のイオン反応式、および (ウ) 全体の化学反応式を答えなさい。
- (3) 下線部②の酸化還元反応における (ア) 酸化剤のイオン反応式、(イ) 還元剤のイオン反応式、および (ウ) 全体の化学反応式を答えなさい。
- (4) 下線部①の反応の前後で、溶液の色はどのように変化するか答えなさい。

- (5) 酸化還元滴定において下線部③を何と呼ぶか答えなさい。
- (6) 濃度がわからない過酸化水素水 20.0 mL に硫酸を加えて酸性とし、濃度が 0.0100 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、24.0 mL 滴下したところで終点に達した。
- (a) この滴定において、終点に達したことをどのように判断したか答えなさい。
- (b) 硫酸を加える前の過酸化水素水の濃度 [mol/L] を答えなさい。

- 4 有機化合物の構造と反応に関する問いに答えなさい。なお、構造式と化学反応式は例にならって示しなさい。

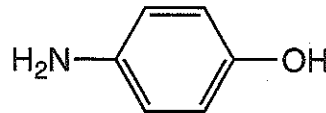
(構造式と化学反応式の例)



- (1) 有機化合物に関する次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

小児用解熱鎮痛剤の成分であるアセトアミノフェンを実験室で試験合成することにした。①アセトアミノフェンは

p-アミノフェノールと無水酢酸とのアセチル化反応で、アミノ基がアセチル化された化合物である。



p-アミノフェノール

p-アミノフェノール 10.9 g と無水酢酸の反応を実験書に従って行い目的の結晶を得たつもりだったが、実験後に途中の試薬の秤量の間違いに気づいた。生成物の②呈色試験を行うと

p-アミノフェノールが未反応のまま残っていることが分かった。

精製するために有機溶媒であるジエチルエーテルに溶かして、③抽出操作を行った。分離操作で得られた物質は純粋なアセトアミノフェンであることを確認した。上記のミスがあったため、④理論上得られる収量の 40.0% しか得られなかった。

- (a) p-アミノフェノールに関して、フェノール類としての構造異性体を2つ書きなさい。
- (b) 下線部①のアセトアミノフェンが得られる反応式を書きなさい。
- (c) 下線部②の判断に至った呈色試験として何を行ったのか、適切な試験と結果をア～エの選択肢から選びなさい。
- ア. さらし粉溶液と反応して赤紫色になった。
 - イ. さらし粉溶液と反応して淡黄色になった。
 - ウ. 塩化鉄(III)水溶液と反応して青紫色になった。
 - エ. 塩化鉄(III)水溶液と反応して淡黄色になった。

- (d) 下線部③の抽出操作につかう一般的なガラス器具の名称を答えなさい。
- (e) 下線部③の抽出操作で適切な方法をア～エの選択肢から選びなさい。
- ア. 水酸化ナトリウム水溶液を加えて、アセトアミノフェンを下層から得た。
- イ. 希塩酸水溶液を加えて、アセトアミノフェンを下層から得た。
- ウ. 水酸化ナトリウム水溶液を加えて、アセトアミノフェンを上層から得た。
- エ. 希塩酸水溶液を加えて、アセトアミノフェンを上層から得た。
- (f) 下線部④について、実験で得られたアセトアミノフェンの質量を計算しなさい。なお計算式も示しなさい。

(2) 次の条件を満たす化合物の構造式を書きなさい。

- (a) 分子式 $C_4H_{10}O$ である。
ナトリウムと反応して水素を生じる。
ヨードホルム反応を示す。
- (b) 分子式 $C_8H_6O_4$ である。
p-キシレンの酸化反応で得られる。
ポリエチレンテレフタレートやアラミド繊維の原料である。
- (c) 分子式 $C_3H_7NO_2$ である。
ニンヒドリン反応を示す。
不斉炭素をもつ。