

'18

推薦入試

# 小論文

(理工学部 化学・生物化学科)

## 注意事項

問題 (1~4) の全てに解答してください。

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開いてはいけません。
2. この冊子のページ数は 6 ページです。問題に落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所等があった場合には申し出てください。
3. 解答は指定の解答用紙に記入してください。
4. 下書きには下書用紙と問題冊子の余白を利用してください。
5. 解答用紙を持ち帰ってはいけません。
6. 問題冊子と下書用紙は持ち帰ってください。
7. 氏名と受験番号は、すべての解答用紙の所定の欄に必ず記入してください。

1

次の文章を読み、日本の将来の電力問題を解決する上での化学をはじめとする科学技術の役割について、自分の考えを150字以内で解答欄に記入せよ。

2017年4月30日のドイツでの電力需要のうち、再生可能エネルギー（風力、太陽電池、バイオマス\*、水力）が日中13～15時の2時間、電力需要量の85%をまかなったことが、産経ニュースで報じられた\*\*。同ニュースによれば、同日全体でも需要量の64%が再生可能エネルギーでまかなわれたという。ドイツでは、5月前後は例年、晴天率が高いうえ、風力発電の発電量も比較的多かったこと、一方でこの日は日曜日で全体の電力需要がやや少なかったことなどのタイミングが揃ったことが要因とみられる。

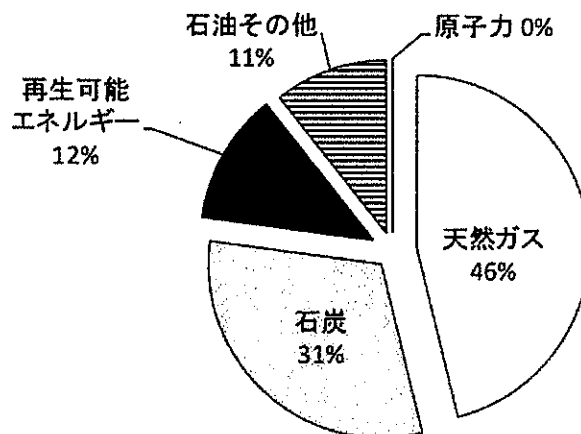
なお、2014年度の日本における発電電力量の中の再生可能エネルギーの占める割合は、約12%である\*\*\*。

\*バイオマスとは、石油や石炭などの化石燃料を除く生物由来の資源のこと。

\*\*<http://www.sankei.com/region/news/170525/rgn1705250060-n1.html>

\*\*\*経済産業省資源エネルギー庁、日本のエネルギー2016年度版より。

なお、同資料によると、日本の2014年度の発電電力量の内訳は下のグラフのようになる。



次の文章を読み、問 1～問 5 の答を解答欄に記入せよ。

窒素は周期表 15 族に属する典型元素で、窒素原子は 5 個の価電子をもち、他の原子と共有結合をつくる。窒素化合物の代表例として、一酸化窒素 NO、二酸化窒素 NO<sub>2</sub>、硝酸 HNO<sub>3</sub>、アンモニア NH<sub>3</sub> が挙げられるが、それらの窒素の酸化状態は異なる。

NO は空気中ではすぐに酸化されて NO<sub>2</sub> となる。NO が水に溶けにくいのにに対して、NO<sub>2</sub> は水に溶けやすい。NO<sub>2</sub> は水と反応して HNO<sub>3</sub> を生じる。窒素酸化物 NO<sub>x</sub> は、酸性雨の原因物質の 1 つである。なお、①酸性雨とは、大気中の二酸化炭素 CO<sub>2</sub> が水に溶解して平衡状態になったときの pH より小さい pH となった雨水をさす。

NH<sub>3</sub> は、刺激臭をもつ  色の気体で、硝酸塩など窒素化合物の合成原料に使用される。実験室において NH<sub>3</sub> を発生させるには、②塩化アンモニウム NH<sub>4</sub>Cl と水酸化カルシウム Ca(OH)<sub>2</sub> の混合物を加熱する方法が挙げられる。NH<sub>3</sub> の生成は、 をつけたガラス棒を捕集容器の口に近づけると、NH<sub>3</sub> と  から発生した気体が反応し塩化アンモニウムの白煙が生じることで確認できる。③工業的には、触媒を用いて窒素 N<sub>2</sub> と水素 H<sub>2</sub> を反応させるハーバー・ボッシュ法により NH<sub>3</sub> を製造している。未反応の反応物 (N<sub>2</sub> と H<sub>2</sub>) については、NH<sub>3</sub> を液化させることで分離する。

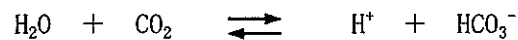
問 1 空欄 ,  に当てはまる適切な語句、または物質名を記せ。

問 2 以下の化合物の窒素の酸化数を記せ。

- (1) HNO<sub>3</sub>                      (2) NH<sub>3</sub>

問 3 下線部①について、大気中の CO<sub>2</sub> が水に溶解して平衡状態になったときの pH を求めることにする。以下の設問に答えよ。

- (1) 水と反応した CO<sub>2</sub> はわずかに電離し、H<sup>+</sup> と HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> を生じる。

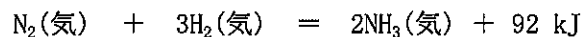


溶解した  $\text{CO}_2$  の濃度を  $C_{\text{CO}_2}$  [mol/L], 電離定数を  $K_a$  [mol/L] として  $\text{CO}_2$  の電離度  $\alpha$  を求める式を記せ。なお, 電離度  $\alpha$  は 1 に比べてきわめて小さく,  $1-\alpha \approx 1$  とみなす。水の電離は考えないものとする。

(2) 大気中の  $\text{CO}_2$  が水に溶解して平衡状態になったときの pH を  $C_{\text{CO}_2}$ ,  $K_a$  から求める式を記せ。

問 4 下線部②の  $\text{NH}_4\text{Cl}$  と  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  の反応を化学反応式で記せ。

問 5 下線部③の反応は次のように表される。



この反応が平衡状態にあるとき, 下記の (a)~(c) の操作をすると  $\text{NH}_3$  の生成量はどのように変化するかを (i)~(iii) より選び, それぞれ記号で答えよ。また, そのようになる理由をそれぞれ 25 字以内で記せ。

操作 (a) 反応温度を上げる

(b) 全圧を大きくする

(c) 触媒の量を増やす

変化 (i) 増加する

(ii) 減少する

(iii) 変化しない

3

次の文章[A]および[B]を読み、問1～問7の答を解答欄に記入せよ。

[A]

エステルは、カルボン酸とアルコールから [ア] 反応の1つであるエステル化反応によって生成する化合物である。エステルは水に溶けにくく、一般に①低分子量のエステルは対応する構造異性体であるカルボン酸よりも融点や沸点が低い。エステルに希硫酸を加えて加熱すると、[イ] が起こり、カルボン酸とアルコールが生じる。また、エステルの [イ] は塩基の水溶液を加えても進行する。この場合、反応はとくに [ウ] と呼ばれる。例えば、②酢酸エチルに水酸化ナトリウム水溶液を加えて十分に反応させたあと、蒸留すると [エ] と水が得られ、蒸留後の残留物に希塩酸を加えて酸性にすると有機物として [オ] が生成する。

問1 空欄 [ア] ～ [ウ] に当てはまる最も適切な反応名を記せ。

問2 空欄 [エ] , [オ] に当てはまる有機化合物の名称を記せ。

問3 下線部①に記したカルボン酸とエステルの性質の違いが生じる理由を40字以内で記せ。

問4 下線部②で起こる化学変化の反応式を記せ。

[B]

コロイドは、水との親和性の程度に応じて、疎水コロイドと親水コロイドに分類でき、金のコロイドは疎水コロイドである。金のコロイド溶液を限外顕微鏡で観察するとコロイド粒子が不規則に動いているのがわかる。このような粒子の動きを  という。親水コロイドであるゼラチンなどは分子量が大きく、分子1個でコロイド粒子の大きさをもつ。このようなコロイドは  コロイドとよばれる。一方、せっけん水のように、多数の分子が会合して形成するコロイドはミセルコロイドとよばれる。

比較的濃度の高いゼラチン水溶液（3～5%程度）は、高温では流動性をもつ  であるが、冷却すると流動性を失い  となる。硫黄のコロイド溶液に直流電圧をかけると、③ 硫黄のコロイド粒子が陽極へ移動する。この現象を  という。

問5 空欄  ～  に当てはまる適切な語句を記せ。

問6 下線部③に関して、直流電圧をかけたときに硫黄のコロイド粒子が陽極へ移動する理由を25字以内で記せ。

問7 硫黄のコロイド粒子を最も凝析させやすいイオンを以下から1つ選んで記せ。



4

次の問題 (1) と (2) の答を解答欄に記入せよ。

(1)  $xy$ 座標上の3点  $A(1, 4)$ ,  $B(-1, 0)$ ,  $C(-2, 7)$  を通る2次関数  $y = f(x)$  上に点  $P(p, f(p))$  がある。ただし,  $-2 < p \leq -1$  とする。

(a)  $f(x)$  を求めよ。

(b) 三角形  $ACP$  の面積  $S$  を  $p$  の式で表せ。

(c) 三角形  $ACP$  の面積  $S$  が最大となる点  $P$  の座標を求めよ。

(2) 不等式  $\sqrt{3} \sin x + \cos x > \sqrt{2}$  を満たす  $x$  の範囲を求めよ。ただし,  $0 \leq x < 360^\circ$  とする。