

平成 30 年度 入 試  
個別学力試験問題(前期日程)

化 学

学部・学科	問 題
総合理工学部(物質化学科)	1, 2, 3, 4
総合理工学部(物質化学科を除く) 生物資源科学部	1, 2問 1～5, 3問 1～4, 5

注 意

1. 志望学部・学科により、問題、解答用紙が異なるので、解答前に確認してください。
2. 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
3. 問題紙は 10 ページです。
4. 解答用紙は 4 枚です。指示があってから確認し、解答用紙の所定の欄に受験番号を記入してください。
5. 総合理工学部物質化学科受験生は 1, 2, 3, 4 の問題を、総合理工学部(物質化学科を除く)受験生、生物資源科学部受験生は 1, 2問 1～5, 3問 1～4, 5 の問題を解答してください。
6. 答えはすべて解答用紙の所定の欄に記入してください。
7. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
8. 試験終了後、問題紙は持ち帰ってください。

【共通問題】 この問題は、すべての受験生が解答すること。

- 1 次の文を読み、問いに答えよ。ただし、必要であれば、原子量として  $H = 1.00$ ,  $O = 16.0$ ,  $Na = 23.0$ ,  $P = 31.0$  を用いよ。

リンは、周期表の  族に属し、同族の窒素と比べると、電子殻に収容している電子の数は、 個多い。リンの単体には、黄リン(白リン)や  などの同素体が存在する。リンを空气中で燃焼させると、十酸化四リンが生じる。<sup>(a)</sup>十酸化四リンを水に加えて加熱すると、3価の酸であるリン酸が得られる。<sup>(b)</sup> 純粋なリン酸は、室温(25℃)では、無色の結晶で、潮解性があり、水によく溶ける。<sup>(c)</sup>

問 1  ~  に適当な数値または物質名を入れよ。

問 2 窒素の単体  $N_2$  を電子式で書け。

問 3 黄リンを分子式で書け。

問 4 下線部(a)で進行する反応を、化学反応式で書け。

問 5 下線部(a)の反応で、十酸化四リンを 14.2 g 得るには、リンは何 g 必要か、有効数字 3 桁で求めよ。また、計算の過程も示せ。

問 6 下線部(b)で進行する反応を、化学反応式で書け。

問 7 十酸化四リン 14.2 g から下線部(b)の反応で得られたリン酸を水に溶かして、1.00 L の水溶液とした。この水溶液 20.0 mL を完全に中和するには、1.00 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液は何 mL 必要か、有効数字 3 桁で求めよ。また、計算の過程も示せ。

問 8 下線部(c)で、潮解性とはどのような性質のことか、説明せよ。また、リン酸と同様に、室温で潮解性を示す物質を、以下の(1)~(4)からすべて選び、番号で答えよ。

- |                 |             |
|-----------------|-------------|
| (1) 炭酸ナトリウム十水和物 | (2) 塩化カルシウム |
| (3) 硫酸          | (4) 水酸化カリウム |

2 次の文を読み、問いに答えよ。

【共通問題】 問 1～5 は、すべての受験生が解答すること。

濃度不明の過酸化水素水 A 10.0 mL がある。この過酸化水素水を希硫酸で酸性にし、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、20.0 mL で終点に達した。

問 1 この実験では、希硫酸を用いて過酸化水素水を酸性にしているが、塩酸あるいは硝酸を用いると、正確に滴定することはできない。その理由をそれぞれ説明せよ。

問 2 この滴定において、水溶液中の過酸化水素および過マンガン酸イオンは、どのように反応したか、電子( $e^-$ )を用いたイオン反応式で、それぞれ書け。また、過酸化水素は、酸化剤、還元剤のどちらとしてはたらいたか、答えよ。

問 3 この滴定における、反応前後のマンガンの酸化数を、それぞれ書け。

問 4 この滴定の終点を、目視によって決定する方法を、マンガンの酸化数の変化を考慮して説明せよ。

問 5 過酸化水素水 A のモル濃度 (mol/L) を、有効数字 3 桁で求めよ。また、その計算の過程も示せ。

【選択問題】 問 6, 7 は, 総合理工学部物質化学科受験生が解答すること。

硫酸を用いて酸性にした過酸化水素水に, ヨウ化カリウム水溶液を加えたところ, 反応が起こり, 色は無色から  色に変化した。

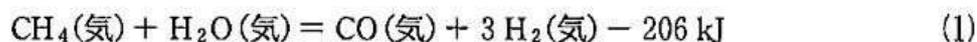
問 6  に入る適当な色を答えよ。

問 7 この反応において, 過酸化水素およびヨウ化物イオンは, どのように反応したか, 電子( $e^-$ )を用いたイオン反応式で, それぞれ書け。また, 過酸化水素は, 酸化剤, 還元剤のどちらとしてはたらいたか, 答えよ。

3 次の文を読み、問いに答えよ。

【共通問題】 問1～4は、すべての受験生が解答すること。

水素の工業的製造法として、天然ガスや石油などの水蒸気改質反応がある。これは炭化水素と水蒸気を高温・高圧下で反応させて水素を得るもので、例えば、メタン  $\text{CH}_4$  を原料とする場合、その熱化学方程式は、(1)式で示される。



この反応で生成した一酸化炭素  $\text{CO}$  は、さらに水蒸気と反応し、二酸化炭素  $\text{CO}_2$  と水素を生成する。この反応の熱化学方程式は、(2)式で示される。



これら二つの反応は、いずれも可逆反応である。

容積  $V$  の容器に  $\text{CH}_4$  と  $\text{H}_2\text{O}$  を入れて密閉し、温度を  $T$  に保ったところ、(1)式および(2)式の反応が進行し、平衡状態に達した。この時、 $\text{H}_2\text{O}$  はすべて気体として存在していた。

問1 物質が変化する際の反応熱は、変化前の状態と変化後の状態によって決まり、変化の過程によらない。この法則は何と呼ばれるか、その名称を答えよ。

問2  $\text{CH}_4$  の燃焼熱 ( $\text{kJ/mol}$ ) を有効数字3桁で求めよ。また、その計算の過程も示せ。ただし、燃焼によって生じた  $\text{H}_2\text{O}$  は液体として存在するものとし、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{液})$ 、 $\text{CO}_2$  の生成熱は、それぞれ  $74.9 \text{ kJ/mol}$ 、 $286 \text{ kJ/mol}$ 、 $394 \text{ kJ/mol}$  とする。

問 3 (2)式の反応熱  $Q$  [kJ] を有効数字 2 桁で求めよ。また、その計算の過程も示せ。ただし  $\text{CO}$  の燃焼熱は  $283 \text{ kJ/mol}$  とし、 $\text{H}_2\text{O}$  (液) の蒸発熱は  $44.0 \text{ kJ/mol}$  とする。

問 4 (1)式の平衡を正反応の向きに移動させるには、容器の容積  $V$  と温度  $T$  をどのように変化させればよいか、それぞれ記号で答えよ。また、そのように考えた理由をそれぞれ述べよ。ただし、ここでは(2)式の反応の影響はないものとする。

容積  $V$  を                    (ア) 大きくする    (イ) 小さくする  
温度  $T$  を                    (ウ) 上げる        (エ) 下げる

【選択問題】 問 5, 6 は、総合理工学部物質化学科受験生が解答すること。

問 5 気体が反応する可逆反応では、体積モル濃度のかわりに平衡状態における分圧を用いて平衡定数を表すことがある。これを圧平衡定数という。平衡状態における  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  の分圧を、それぞれ  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$  とするとき、(2)式の反応の圧平衡定数  $K_p$  を、 $P_1 \sim P_4$  を用いて表せ。

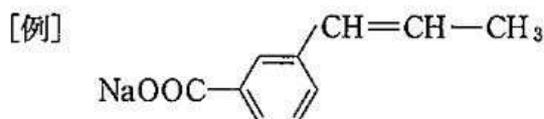
問 6 温度  $T$  が  $1200 \text{ K}$  の場合、平衡状態における  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2$  の分圧は、それぞれ以下ようになった。

	$\text{CH}_4$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_2$
分圧 (Pa)	$1.0 \times 10^5$	$1.0 \times 10^5$	$5.0 \times 10^3$

この温度における(1)式および(2)式の圧平衡定数を、それぞれ  $2.5 \times 10^3 \text{ Pa}^2$ ,  $7.0 \times 10^{-1}$  とし、平衡状態における  $\text{CO}_2$  の分圧を有効数字 2 桁で求めよ。また、その計算の過程も示せ。

【選択問題】 この問題は、総合理工学部物質化学科受験生が解答すること。

- 4 次の文を読み、問いに答えよ。ただし、必要であれば、原子量として  $H = 1.00$ ,  $C = 12.0$ ,  $O = 16.0$ ,  $Na = 23.0$  を用いよ。また、以下の化合物 A~I は有機化合物であり、構造式は下の例にならって書け。



触媒存在下で、ベンゼンに化合物 A を反応させたのち、酸素で酸化した生成物<sup>(a)</sup>を希硫酸で分解すると、化合物 B と、炭素原子を 3 個含む化合物 C が得られる。また、ベンゼンに濃硫酸を加えて加熱し、反応させたのち、水酸化ナトリウム水溶液で中和し、さらにこの生成物を固体の水酸化ナトリウムを用いてアルカリ融解することで、化合物 D が得られる。化合物 D の水溶液に二酸化炭素を通じることも、化合物 B は得られる。化合物 A に水を付加させると化合物 E が生成し、化合物 E を酸化すると化合物 C が得られる。ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を作用させると、化合物 F が得られる。化合物 F をスズと塩酸で還元したのち、水酸化ナトリウム水溶液を加えると化合物 G が得られる。化合物 G を希塩酸中で亜硝酸ナトリウムと反応させると、化合物 H<sup>(b)</sup> が得られる。化合物 H を化合物 D と反応させると、赤橙色染料として用いられる化合物 I<sup>(c)</sup> が得られる。

問 1 化合物 A~I をそれぞれ構造式で書け。

問 2 次の(ア)~(ク)のうち、正しい記述を三つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 化合物 A はシス-トランス異性体(幾何異性体)をもつ。
- (イ) 化合物 B をホルムアルデヒドと付加重合させると、メラミン樹脂が得られる。
- (ウ) 化合物 C は酢酸カルシウムを乾留することでも得られる。
- (エ) 化合物 C と化合物 E は、ともにヨードホルム反応を示さない。
- (オ) 化合物 D の式量は 116 である。
- (カ) 化合物 F は水によく溶ける。
- (キ) 化合物 G を無水酢酸と反応させると、アミド結合をもつ化合物が得られる。
- (ク) 化合物 H のもつ官能基はニトロ基である。

問 3 下線部(a)の方法で、化合物 B を合成する工業的製法の名称を答えよ。

問 4 化合物 I の名称を答えよ。

問 5 下線部(b)および(c)の反応は、冷却しながら行う必要がある。化合物 H の水溶液を加熱すると、化合物 A~D のうちどれが生成するか、記号で答えよ。

問 6 下線部(c)の反応の名称を、以下の(1)~(4)から選び、番号で答えよ。

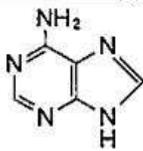
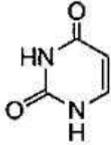
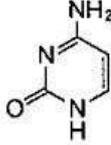
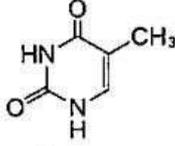
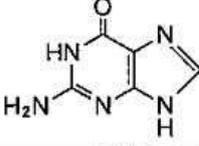
- (1) ピウレット反応
- (2) ジアゾカップリング
- (3) ニンヒドリン反応
- (4) アンモニアソーダ法

【選択問題】 この問題は、総合理工学部(物質化学科を除く)と生物資源科学部の受験生が解答すること。

5 次のⅠ、Ⅱの文を読み、問いに答えよ。ただし、必要であれば、原子量として  $H = 1.00$ ,  $C = 12.0$ ,  $N = 14.0$ ,  $O = 16.0$  を用いよ。

Ⅰ 天然高分子化合物の一つである核酸は、すべての生物の細胞内に存在し、遺伝情報の保存・伝達に関わる DNA と、その情報からタンパク質の合成に関わる RNA の総称である。それらの分子はリン酸、糖、塩基のそれぞれ一つが結合したヌクレオチドの構成単位からなり、各構成単位間の結合は、リン酸と糖の間の  結合である。DNA は、2本のポリヌクレオチド鎖が、一方の鎖の塩基と他方の鎖の塩基の間で  結合を形成し、二重らせん構造を取っている。一方、RNA は1本のポリヌクレオチド鎖からなる。核酸の塩基には、、、、、グアニンの五つがあり、 は DNA のみ、 は RNA のみに存在する。DNA の塩基間の  結合は、 - 、 - グアニンと、組み合わせが決まっている。

表 核酸に含まれる塩基の名称、構造式および分子式

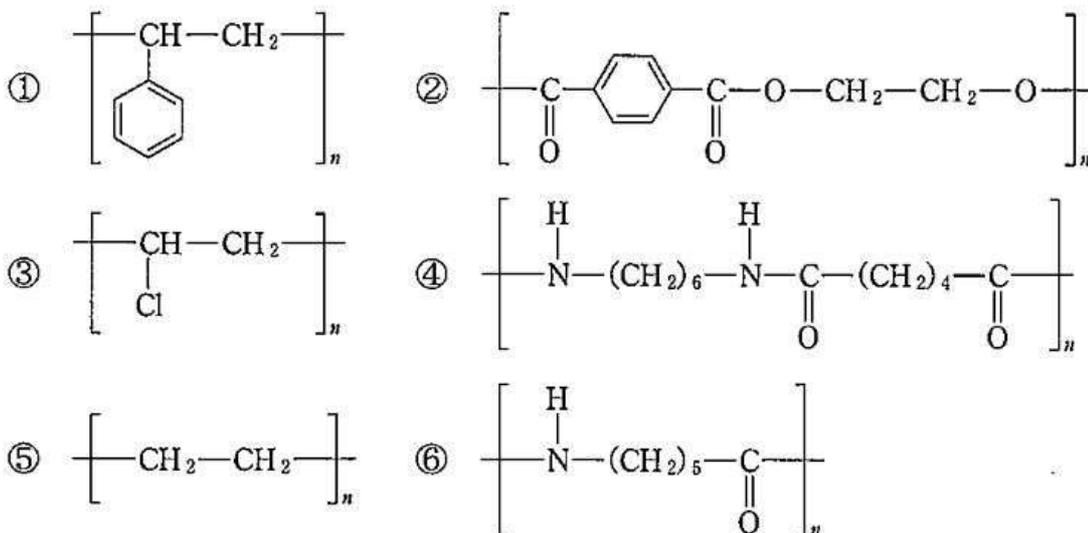
名称	構造式	分子式
(1) アデニン		$C_5H_5N_5$
(2) ウラシル		$C_4H_4N_2O_2$
(3) シトシン		$C_4H_5N_3O$
(4) チミン		$C_5H_6N_2O_2$
(5) グアニン		$C_5H_5N_5O$

問 1  および  に適当な語句を入れよ。

問 2  ~  に入る適当な塩基を表から選び、(1)~(5)の番号で答えよ。

問 3 核酸に含まれる塩基 X と Y の元素分析を行ったところ、X は炭素 39.7%、水素 3.3%、窒素 46.4%、Y は炭素 42.9%、水素 3.6%、窒素 25.0% であった。この X と Y は、表の(1)~(5)のどの塩基か、それぞれ番号で答えよ。

II 合成高分子化合物は、合成樹脂や合成繊維など現代の生活の中で重要なもので、次の①～⑥など様々な種類がある。



問 4 ①～⑥の名称を答えよ。

問 5 ①～⑥について、それらを合成する際の一般的な重合反応の種類を、次のA～Cから選び、記号で答えよ。

A 付加重合                      B 開環重合                      C 縮合重合

問 6 次の(a)～(e)のうち、誤りがある記述をすべて選び、記号で答えよ。

- (a) 合成ゴムには、付加重合によるクロロプレンゴム、共重合によるスチレンーブタジエンゴムなどがある。
- (b) アミノ樹脂には、メラミン樹脂やフェノール樹脂がある。
- (c) 重合度  $1.0 \times 10^3$  のポリプロピレン  $[\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)]_n$  の分子量は、 $4.2 \times 10^4$  である。
- (d) 天然ゴムの主成分はポリイソプレンで、トランス形の二重結合をもつ。
- (e) 尿素樹脂は、尿素とアセトアルデヒドを付加縮合させると得られる。