

平成 27 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(物質科学科)	<input type="checkbox"/> 1, <input type="checkbox"/> 2, <input type="checkbox"/> 3, <input type="checkbox"/> 4, <input type="checkbox"/> 5
総合理工学部(物質科学科を除く) 生物資源科学部	<input type="checkbox"/> 1, <input type="checkbox"/> 2, <input type="checkbox"/> 3, <input type="checkbox"/> 6

注 意

- 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。
- 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
- 問題紙は 11 ページ、解答用紙は総合理工学部物質科学科受験生は 5 枚、総合理工学部(物質科学科を除く)受験生、生物資源科学部受験生は 4 枚です。指示があつてから確認し、解答用紙の所定の欄に受験番号を記入してください。
- 総合理工学部物質科学科受験生は  1,  2,  3,  4,  5 の問題を、総合理工学部(物質科学科を除く)受験生、生物資源科学部受験生は  1,  2,  3,  6 の問題を解答してください。
- 答えはすべて解答用紙の所定のところに記入してください。
- 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
- 試験終了後、問題紙は持ち帰ってください。

平成27年度入試個別学力試験（前期日程）

問 項 訂 正  
化 学

4ページ

3 問4 4行目～6行目

(誤) また,  $x$  を  $a$ ,  $V$ ,  $T$ ,  $P$ , および気体定数  $R$  [Pa・L/(K・mol)] を用いて表せ。ただし, 気体は全て理想気体とみなせるものとする。

(正) また,  $x$  を  $a$ ,  $V$ ,  $T$ ,  $P$ , および気体定数  $R$  [Pa・L/(K・mol)] を用いて表せ。それぞれの計算の過程も示せ。ただし, 気体は全て理想気体とみなせるものとする。

10ページ

6 問題文 6行目～7行目

(誤) このうち 8種類は、ヒトの体内で合成されず、外部から摂取する必要があるため、ウといわれる。

(正) このうち, 体内で合成されない, または, 合成されにくいものは、外部から摂取する必要があるため、ウといわれる。

【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 I, II の文を読み、問い合わせに答えよ。

I 塩化ナトリウム水溶液を、炭素電極を用いて電気分解すると、陰極、陽極で  
(a) それぞれ気体が発生する。その結果、陰極付近の溶液では  $\text{OH}^-$  の濃度が大きくなるので、この溶液を濃縮すると水酸化ナトリウムが得られる。このようにして水酸化ナトリウムを製造することができるが、工業的には、より高純度の

(b) 水酸化ナトリウムを得るため、陰極の水と陽極の塩化ナトリウム水溶液を、陽イオンのみが通過できる陽イオン交換膜で仕切る、イオン交換膜法が広く用いられる。

問 1 下線部(a)について、陰極および陽極で進行する反応を、それぞれ電子( $e^-$ )を用いたイオン反応式で書け。

問 2 下線部(b)のように、イオン交換膜法は、陽イオン交換膜を用いない方法と比べ、高純度の水酸化ナトリウムの製造に適している。その理由を説明せよ。

問 3 水酸化ナトリウムの固体は、空気中の水蒸気を吸収してその水に溶ける。この現象は何とよばれるか、その名称を答えよ。

II ガラス工業やセッケン工業などで広く用いられる炭酸ナトリウムは、塩化ナトリウムから工業的に製造される。この製造方法では、まず塩化ナトリウムの  
(c) 飽和水溶液にアンモニアと二酸化炭素を吹き込み、比較的溶解度の低い白色沈殿を生成させる。次に、その沈殿を集めて焼くと、炭酸ナトリウムと二酸化炭素が得られる。 この二酸化炭素は再び反応に利用されるが、不足する分は  
(d) ア を焼いてつくられる。また、生成するアンモニウム塩からもアンモニアを回収し、再び反応に利用することができる。このようにして炭酸ナトリウムを製造する方法は、イ 法あるいはウ 法とよばれる。

問 4 ア に適當な物質名を、イ、ウ に適當な語句を入れよ。

問 5 下線部(c), (d)の反応を、それぞれ化学反応式で書け。

問 6 炭酸ナトリウム十水和物を乾いた空気中に放置すると、結晶の表面が白色粉末状に変化する。この現象は何とよばれるか、その名称を答えよ。また、結晶がこのように変化する理由を説明せよ。

【共通問題】 この問題はすべての受験生が解答すること。

2 次の文を読み、問い合わせよ。

水 100 g に対して、硝酸カリウムは 10 °C で 22.0 g, 40 °C で 64.0 g 溶解して平衡となる。はじめに、硝酸カリウムの 40 °C における飽和水溶液 200 g (水溶液 A) をつくった。

問 1 水溶液 A に溶解している硝酸カリウムの質量(g)を、有効数字 3 衔で求めよ。また、その計算の過程も示せ。

問 2 水溶液 A を 10 °C まで冷却した。このとき、析出した硝酸カリウムの質量(g)を、有効数字 3 衔で求めよ。また、その計算の過程も示せ。

問 3 水溶液 A を加熱して、ある量の水を蒸発させた後、再び 40 °C に保ったまま十分に時間を経過させたところ、14.0 g の硝酸カリウムが析出した。このとき、蒸発した水の質量(g)を、有効数字 3 衔で求めよ。また、その計算の過程も示せ。

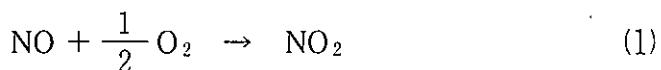
問 4 硝酸カリウムは、温度が高くなるほど、より多くの量が水に溶解する。硝酸カリウムが水に溶解する過程は、発熱反応か吸熱反応か、答えよ。また、そのように考えた理由を説明せよ。

問 5 硝酸カリウムは水によく溶解するが、ベンゼンにはほとんど溶解しない。この溶解性が異なる理由を説明せよ。

**【共通問題】** この問題はすべての受験生が解答すること。

3 次の文を読み、問い合わせに答えよ。

無色の気体である一酸化窒素 NOは、銅と希硝酸を、空気と触れさせずに反応させることで得られる。また、NOは(1)式のように、空气中で常温でも容易に酸素と反応し、二酸化窒素  $\text{NO}_2$ を生成する。



$\text{NO}_2$ は、赤褐色の気体であり、常温では一部が無色の四酸化二窒素  $\text{N}_2\text{O}_4$  に変化し、(2)式の平衡状態に達する。



問 1 下線部の反応を化学反応式で書け。

問 2 下線部の反応で生成する NO を捕集するには、次の(ア)～(ウ)のどの方法が最も適当と考えられるか、記号で答えよ。また、そのように考えた理由を説明せよ。

- (ア) 水上置換 (イ) 上方置換 (ウ) 下方置換

問 3 NO の生成熱は  $-90.3 \text{ kJ/mol}$ ,  $\text{NO}_2$  の生成熱は  $-33.2 \text{ kJ/mol}$  である。

(1)式の反応熱を、有効数字3桁で答えよ。また、その計算の過程も示せ。

問 4  $a$  mol の純粋な  $\text{N}_2\text{O}_4$  を容積  $V[\text{L}]$  の容器に入れ、温度を  $T[\text{K}]$  に保ったところ、(2)式の反応が平衡状態に達し、容器内の全圧は  $P[\text{Pa}]$  となった。このとき、(2)式の反応の濃度平衡定数  $K_c$  を、 $a$ 、 $V$ 、および  $\text{N}_2\text{O}_4$  が  $\text{NO}_2$  に分解した割合  $x$  を用いて、単位とともに表せ。また、 $x$  を  $a$ 、 $V$ 、 $T$ 、 $P$ 、および気体定数  $R[\text{Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})]$  を用いて表せ。ただし、気体は全て理想気体とみなせるものとする。

問 5 容器内で、(2)式の反応が平衡状態にあるとき、温度を一定に保ったまま容積を半分に圧縮した。このとき、容器内の  $\text{NO}_2$  の物質量は、どのように変化すると考えられるか。次の(ア)～(ウ)から選び、記号で答えよ。また、そのように考えた理由を説明せよ。

(ア) 増加する

(イ) 変化しない

(ウ) 減少する

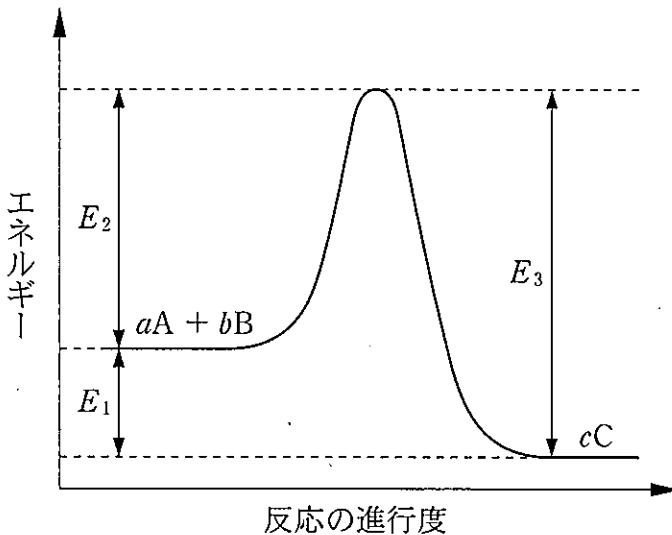
【選択問題】 この問題は総合理工学部物質科学科受験生が解答すること。

4 次の文を読み、問い合わせよ。

気体 A と気体 B から気体 C が生成する下式で表される不可逆反応を、容積が変化しない容器内で行い、(ア)～(エ)の結果を得た。下図はこの反応が進むときのエネルギーの変化を表している。



- (ア) 温度一定で、A のモル濃度を 2 倍にすると、C の生成速度は 2 倍になった。  
(イ) 温度一定で、B のモル濃度を  $\frac{1}{2}$  倍にすると、C の生成速度は  $\frac{1}{4}$  倍になった。  
(ウ) 反応の温度を 10 °C 上昇させることに、C の生成速度は 3 倍になった。  
(エ) 触媒を用いると、C の生成速度は大きくなつた。



問 1 図の  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  で表したエネルギーの中で、C の生成速度に最も大きな影響を与えるものを選び、記号で答えよ。また、その名称を記せ。

問 2 A と B のモル濃度をそれぞれ [A], [B] とし、速度定数を  $k$  として、C の生成速度  $v$  を表す式を示せ。また、一般に反応物質の濃度が大きいほど、反応速度は大きくなる。その理由を説明せよ。

問 3 ある反応時間における C の生成速度 (C が生成するときの反応速度) が  $v_C$  であるとき、その時間における A, B が減少するときの反応速度  $v_A$ ,  $v_B$  を、 $a$ ,  $b$ ,  $c$ , および  $v_C$  を用いて表せ。また、その計算の過程も示せ。

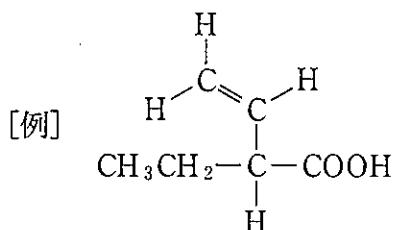
問 4 反応の温度を 40 ℃ 上昇させると、C の生成速度は何倍になるか、答えよ。また、温度が高くなると、C の生成速度が大きくなる理由を、問 1 で選んだエネルギーとの関係を示しながら、説明せよ。

問 5 (エ)について、触媒のはたらきとして正しいものを、次の(1)~(5)から二つ選び、番号で答えよ。

- (1) 反応熱を増加させる。
- (2) 反応物の分子の運動エネルギーを増加させる。
- (3) 反応の経路を変える。
- (4) 触媒が生成物に変化し、見かけ上の生成速度を大きくする。
- (5) 触媒の質量は、反応の前後で変化しない。

【選択問題】 この問題は総合理工学部物質科学科受験生が解答すること。

- 5 次の文を読み、問い合わせよ。ただし、必要であれば、原子量として H = 1.00, C = 12.0, O = 16.0 を用いよ。また、構造式は下の例にならって書け。



炭素原子間に二重結合をもつアルケンは、反応性や構造に特徴をもつ。最も簡単なアルケンであるエテン(エチレン)は、アの付加反応によりエタノールを、酸素を用いたイによりアセトアルデヒドを生じる。また、エテンどうしの連続的な付加反応では高分子化合物が生じるが、このような反応をウという。

エテンの二つの水素原子を二つのカルボキシ基で置換した化合物として、三つ(a)の異性体 A, B, C が考えられる。そのうち、幾何異性体の関係にある A と B は、どちらも水素の付加反応によりジカルボン酸(2価カルボン酸)D になる。また、A は加熱により分子内で容易に水を失い、化合物 E を与えるが、B では(b)そのような反応は起こらない。

B は、硫酸を触媒に用いてあるアルコールと反応させることで、酸性を示さない化合物 F に変化する。しかし、この反応は完全には進行せず、未反応のカルボキシ基をもつ化合物を取り除くためには、この反応混合物に十分な量のエとオを加えてよく振り混ぜた後、二層を分離する。このとき、F はエの溶液から得られる。

問 1 アに適當な物質名を、イ、ウに適當な反応の名稱を入れよ。

問 2 下線部(a)の三つの異性体 A, B, C を、それぞれ構造式で示せ。

問 3 D では下線部(b)の A と同じような反応が起こるか, A, B, D の構造を比較して説明せよ。

問 4 F  $14.4 \text{ mg}$  には, 水素  $1.00 \times 10^{-4} \text{ mol}$  が付加した。また, F  $36.0 \text{ mg}$  を完全に燃焼させたところ, 二酸化炭素  $66.0 \text{ mg}$  と水  $18.0 \text{ mg}$  が生じた。これらの結果から, F の構造式を導け。また, その計算の過程も示せ。ただし, F は水素, 炭素, 酸素以外の元素を含まない。

問 5 工 , 才 に入る適當な物質名を, 次の(1)~(6)から選び, それぞれ番号で答えよ。

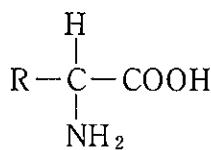
- |                  |                |
|------------------|----------------|
| (1) 炭酸水素ナトリウム水溶液 | (2) 酢酸ナトリウム水溶液 |
| (3) 塩 酸          | (4) 酢 酸        |
| (5) ジエチルエーテル     | (6) エタノール      |

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

6 次の文を読み、問い合わせよ。

タンパク質は、多数のアミノ酸分子が ア という化学結合により長くつながった構造の高分子化合物である。アミノ酸は、分子内にアミノ基-NH<sub>2</sub>とカルボキシ基-COOHをもつ化合物の総称で、アミノ基とカルボキシ基が同じ炭素原子に結合しているアミノ酸を イ といい、図1の一般式で表される。置換基Rの違いによってそれぞれ固有の名称がつけられており、生体のタンパク質を構成する主要な イ は約20種類ある。このうち8種類は、ヒトの体内で合成されず、外部から摂取する必要があるため、ウ といわれる。

タンパク質を加水分解したとき、イ だけを生じるタンパク質を エ、イ 以外に糖・リン酸・核酸・色素などの物質も同時に生成するタンパク質を オ という。イ の構造を図2のように表すと、中心にある炭素原子に結合している COOH、NH<sub>2</sub>、H および R の立体配置がよくわかる。グリシン以外の イ では、4種類の異なる原子や原子団が中心の炭素原子に結合している。このような炭素原子を カ という。



(RはHまたはいろいろな置換基)

図1

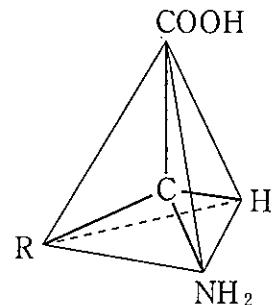


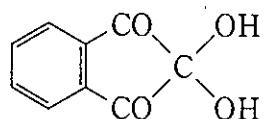
図2

問 1 ア  ~ カ  に適當な語句を入れよ。

問 2 アラニン( $R = CH_3$ )の等電点は 6.0 である。pH 3.0, 6.0, 9.0 の各水溶液中で、アラニンの大部分がどのようなイオンとして存在するか、その構造式を、図 1 にならってそれぞれ書け。

問 3 アラニンの一対の光学異性体の構造式を、図 2 にならって書け。ただし、アミノ基は  $-NH_2$ , カルボキシ基は  $-COOH$  としてよい。

問 4 アラニンの水溶液に次の物質の水溶液を加えて加熱すると、赤紫色を呈する。この呈色反応の名称を答えよ。



問 5 多くのタンパク質は、その水溶液に濃硝酸を加えて加熱すると黄色になり、これを冷却してからアンモニア水を加えて塩基性にすると、橙黄色になる。この反応は何とよばれるか、その名称を答えよ。また、タンパク質を構成するアミノ酸成分として、この反応を示すものを、次の(1)~(5)から一つ選び、番号で答えよ。

- (1) アラニン
- (2) グリシン( $R = H$ )
- (3) グルタミン酸( $R = (CH_2)_2-COOH$ )
- (4) チロシン( $R = CH_2-$ -OH)
- (5) リシン( $R = (CH_2)_4-NH_2$ )