

横浜市立大学

5 3 5 4 5 5

理 科 問 題

(平成 28 年度)

【注意事項】

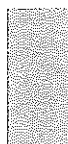
1. この問題冊子は「理科」である。
2. 理科は 2 科目を解答すること。試験時間は 2 科目合計で 180 分である。
3. 試験開始の合図まで、この問題冊子を開いてはいけない。ただし、表紙はあらかじめよく読んでおくこと。
4. 試験開始後すぐに、以下の 5. に記載されていることを確認すること。
5. この問題冊子の印刷は 1 ページから 17 ページまでであり、解答用紙は問題冊子中央に 10 枚はさみこんである。

科 目	問 題	解答用紙
物 理	1 ページから 6 ページ	3 枚 (53-1, 53-2, 53-3)
化 学	7 ページから 10 ページ	3 枚 (54-1, 54-2, 54-3)
生 物	11 ページから 17 ページ	4 枚 (55-1, 55-2, 55-3, 55-4)

6. 問題冊子に落丁、乱丁、印刷不鮮明な箇所等があった場合および解答用紙が不足している場合は、手をあげて監督者に申し出ること。
7. 試験開始後、解答する科目の解答用紙の所定欄に、受験番号と氏名を記入すること（1 枚につき受験番号は 2 箇所、氏名は 1 箇所）。
8. 解答は必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。解答用紙の裏面に記入してはいけない。
9. 解答する科目の問題番号に対応した解答用紙に解答していない場合は、採点されない場合もあるので注意すること。
10. 解答する字数に指定がある場合は、句読点も 1 字として数えること。英数字を記入する場合は、1 字分のマス目に 2 文字まで記入してよい。
11. 問題冊子の中の白紙部分は下書き等に使用してよい。
12. 解答用紙を切り離したり、持ち帰ってはいけない。解答しない科目の解答用紙も提出すること。
13. 試験終了時刻まで退室を認めない。試験中の気分不快やトイレ等、やむを得ない場合には、手をあげて監督者を呼び指示に従うこと。
14. 試験終了後は問題冊子を持ち帰ること。

54 化学

7 ページから 10 ページ



〔 I 〕 次の文章を読み、下記の問いに答えよ。ただし、気体はすべて理想気体とし、気体定数は $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ 、原子量は $N = 14$ 、 $O = 16$ とする。

二酸化窒素は、高温で、一酸化窒素および酸素に解離し、式<1>で表される平衡状態に達する。



ここで二酸化窒素 1 mol から出発し、平衡状態に達した時の一酸化窒素の物質量 x mol を、反応度 x と定義する。またこの反応が平衡状態にあるとき、次の式<2><3>で表される定数 K_p と定数 K_c を、それぞれ圧平衡定数および濃度平衡定数という。

$$K_p = \frac{(p_{\text{NO}})^2 p_{\text{O}_2}}{(p_{\text{NO}_2})^2} \quad <2>$$

$$K_c = \frac{[\text{NO}]^2 [\text{O}_2]}{[\text{NO}_2]^2} \quad <3>$$

ただし、 p_{NO_2} 、 p_{NO} 、 p_{O_2} は平衡時の各気体の分圧を、 $[\text{NO}_2]$ 、 $[\text{NO}]$ 、 $[\text{O}_2]$ は平衡時の各気体のモル濃度を示す。以下の実験を順次行った。

【実験1】 あらかじめ真空にしておいた容器の中に、二酸化窒素を n mol 入れ、温度 T K および容器の体積を 1.0 L に保った。長時間放置したところ平衡状態に達し、圧力は P Pa となった。この時の各気体の物質量の和は $\boxed{\text{①}}$ mol に、圧平衡定数 K_p は $\boxed{\text{②}}$ に、また濃度平衡定数 K_c は $\boxed{\text{③}}$ となる。

【実験2】 二酸化窒素を別の容器の中に入れ、温度を 600 K、圧力を 1.0×10^5 Pa に保ち、平衡状態に達したときの混合気体の密度を測ると 0.80 g/L となった。

【実験3】 【実験1】の混合気体に、さらにアルゴンを m mol 入れた。まず、(A)温度 T K および容器の体積を 1.0 L に保ち、圧力がどのように変化するかを観察した。次に、(B)温度 T K および圧力を P Pa に保ち、体積がどのように変化するかを観察した。

- (1) 平衡状態での各気体の物質量の和①を、反応度 x と n を用いて示せ。計算過程も示せ。
- (2) 圧平衡定数 K_p ②は、反応度 x と圧力 P を用いるとどのように表されるか。計算過程も含め、単位とともに示せ。
- (3) 濃度平衡定数 K_c ③は、気体定数 R 、温度 T 、および圧平衡定数 K_p を用いるとどのように表されるか。計算過程も含め、単位とともに示せ。
- (4) 【実験2】で平衡状態に達した後の、混合気体の平均分子量を求めよ。計算過程も示せ。
- (5) 【実験2】で平衡状態に達した後の、二酸化窒素の反応度 x を求めよ。計算過程も示せ。
- (6) 【実験2】で 600 K に保ったまま混合気体の全圧を大きくすると、平均分子量はどのように変化するか。式<2>を用いて、理由とともに 100 字程度で説明せよ。
- (7) 【実験3】下線部(A)で式<1>の平衡はどのようになり、結果として圧力はどのように変化するか。理由を含めて説明せよ。
- (8) 【実験3】下線部(B)で式<1>の平衡はどのようになり、結果として体積はどのように変化するか。理由を含めて説明せよ。

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、下記の問いに答えよ。ただし、原子量は、 $H = 1$ 、 $C = 12$ 、 $N = 14$ 、 $O = 16$ とする。

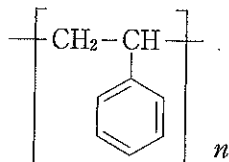
化合物 A (分子式 $C_{18}H_{18}N_2O_3$) は、不斉炭素原子を 1 つもつアミドであり、無水酢酸と反応しない。化合物 A を完全に加水分解したところ、化合物 B、C、D が等しい物質で得られた。化合物 C は分子式 $C_9H_8O_3$ のパラ二置換ベンゼンである。化合物 D は、分子式 $C_3H_7NO_2$ で不斉炭素原子をもっている。

(A) 化合物 B 15 g を無水酢酸と反応させると化合物 E が得られた。また、化合物 B を塩酸に溶かし、この溶液を氷浴につけ亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると化合物 F を生じ、さらにナトリウムフェノキシドの水溶液を加えると赤橙色の化合物 G が生成した。

(B) 化合物 C を水酸化ナトリウム水溶液に溶かし、ヨウ素を加えて加熱すると黄色沈殿の化合物 H が生じた。化合物 H をろ過して除いた溶液を酸性にすると、化合物 I が析出した。化合物 I はエチレングリコール(1,2-エタンジオール)と縮合重合すると、高分子化合物 J が得られる。

(1) 化合物 A ~ J の構造式を書け。化合物 A および化合物 D については、その不斉炭素原子を *印で示せ。化合物 J については、その構造式を例にならって書け。

例)



(2) 化合物 B と C を含むジエチルエーテル溶液があったとき、それぞれをジエチルエーテル溶液として分離するためには、どのような操作が必要か図を用いて簡単に説明せよ。ただしこの操作には以下の薬品から適切なものを選んで用いること。必要なら何度用いてもよい。

ジエチルエーテル、塩酸(1 mol/L)、水酸化ナトリウム水溶液(1 mol/L)

(3) 下線部(A)において、反応が 75% 進行した場合、化合物 E は何 g 生成するか答えよ。計算過程も示せ。

(4) 化合物 E と化合物 G の用途をそれぞれ答えよ。

(5) 下線部(B)について、その反応名を答えよ。

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、下記の問いに答えよ。

鉄は乾燥空気中ではほとんどさびないが、湿った空気中ではかなりの速さでさびることが知られている。また、極めて純度の高い鉄はさびにくいですが、日常使われる鉄は炭素などの不純物を含む鋼であり、(A)電解質を含む水溶液と接触すると、容易にさびる。

さびに関係する次の2つの実験を行った。

【実験1】 3%食塩水に少量のフェノールフタレインと少量の(B)ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウムを溶かした溶液(X)を、よく磨いた鉄板のきれいな表面に静かに滴下し、できた液滴の変化の様子を時間を追って観察した。滴下するとすぐに(C)液滴の中心部の鉄表面が青色に変化し始めた。しばらくすると、(D)液滴の周辺部からピンク色になっていった。これをさらに放置すると、(E)青色とピンク色の境付近から茶色に変化し始めた。

【実験2】 よく磨いた別の鉄板のきれいな表面に、表面がきれいな亜鉛の薄片を充分接触させてのせ、そのうえから溶液(X)を滴下して(F)亜鉛片を覆う液滴をつくりその溶液の変化の様子を観察した。

- (1) 下線部(A)について、理由を説明せよ。
- (2) 下線部(B)について、陰イオン部の構造を図示せよ。
- (3) 下線部(C)について、鉄表面およびその付近でおこる反応を説明せよ。
- (4) 下線部(D)について、このような変化をおこす原因となる物質(またはイオン)がどのようにして生成するかを、化学反応式を書いて説明せよ。
- (5) 下線部(E)について、どのような反応がおきているのかを説明せよ。
- (6) 下線部(F)について、溶液の変化の様子とそのようになる理由を【実験1】と比較して説明せよ。