

問題用紙は、試験監督員からの開始の指示があるまで
一切開かないでください。

令和 7 年度

甲 種 化 学

学識試験問題

AZ

試験時間 13:30 ～ 15:30

注 意 事 項

- (1) 配布された問題用紙の種類（左上に黒地白文字で示しています。）が受験する試験の種類に間違いがないか、また、問題用紙と受験番号札の色が合致しているかどうか、必ず確認してください。万一、異なる場合は、速やかに試験監督員に申し出てください。
- (2) 解答は、問題ごとの「解答用紙」に記入してください。
別問題の「解答用紙」に解答した場合、その解答は無効になりますので、記入を間違えないように注意してください。
- (3) 問題中において、特に記述のない場合、圧力は絶対圧力で表しています。
- (4) 「解答用紙」は、採点の際に問題ごとに切り離しますので、すべての解答用紙に「受験番号」、「氏名」を必ず記入してください。
- (5) 試験問題に関する質問にはお答えできません。
- (6) 「問題用紙」および「解答用紙」は、試験監督員の指示に従い必ず提出してください。

甲化(学)AZ

問 1 理想気体が、内容積一定の密閉容器に、温度 T_1 [K]、圧力 p_1 [MPa] で充填されている。容器内の温度は一定のまま、容器内の気体を 1.28 kg 取り出すと容器内の圧力は最初の圧力 p_1 の $1/3$ となった。以下の問に答えよ。

[15 点]

- (1) 最初に容器内に充填されていた気体の物質量が 60 mol のとき、この気体の分子量を求めよ。
- (2) 容器内の気体を 1.28 kg 取り出した後、この容器内の圧力が、最初の圧力 p_1 の $1/2$ になるまで加熱した。最初の温度 T_1 が 300 K のとき、加熱後 T_2 の温度を求めよ。

問2 ベンゼンとトルエン2成分系の気液平衡について、以下の問に答えよ。

ただし、ベンゼンとトルエンの混合系がある温度 T において気液平衡状態にあるとき、次のラウールの法則が成り立つものとする。

$$p_i = p y_i = x_i p_i^*$$

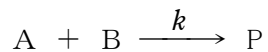
ここで p_i は i 成分の気相中の蒸気分圧、 p は全圧、 y_i は i 成分の気相モル分率、 x_i は i 成分の液相モル分率、 p_i^* は純物質 i の温度 T における飽和蒸気圧である。

また、ベンゼンとトルエンの 101.3 kPa における沸点は、それぞれ 80.1 °C と 110.6 °C とする。

[15 点]

- (1) 全圧101.3 kPa一定で、ベンゼンとトルエンの混合液を沸騰するまで加熱した。さらに全圧一定のまま加熱し続けた。このとき、発生する蒸気の組成および後に残る混合液の組成は時間とともにどのように変化するか。また、混合液の沸点はどのように変化するか説明せよ。
- (2) ベンゼンとトルエンの混合系が90 °C、全圧101.3 kPaで気液平衡状態にあるとき、液相中および気相中のベンゼンのモル分率はそれぞれいくらか。ただし、ベンゼンとトルエンの90 °Cにおける飽和蒸気圧は、それぞれ137.3 kPa、53.32 kPaとする。

問3 次の反応について、以下の問に答えよ。



ただし、この反応は、AおよびBの濃度についてそれぞれ1次で、反応次数が2次の不可逆反応である。また、 k は反応速度定数である。

[15 点]

- (1) A、Bの濃度をそれぞれ $[A]$ 、 $[B]$ として、Aの消費速度 $-d[A]/dt$ 、すなわち反応速度を、 $[A]$ 、 $[B]$ および反応速度定数 k を用いて表せ。
- (2) AとBの初期濃度 $[A]_0$ 、 $[B]_0$ が等しいとき、常に $[A] = [B]$ となることより、(1)で求めた反応速度式を $[A]$ の関数として表せ。また、この反応速度式を積分して、 $[A]$ と時間 t との関係を表せ。
- (3) AとBの初期濃度 $[A]_0$ 、 $[B]_0$ が $[A]_0 \neq [B]_0$ のとき、生成物Pの濃度を x として、(1)で求めた反応速度式を、 $[A]_0$ 、 $[B]_0$ 、 x を用いて表せ。ただし、生成物Pの初期濃度は、 $x = 0$ とする。
- (4) (3)で得られた反応速度式を積分して、濃度比 $[A]/[B]$ と時間 t との関係を表せ。

問 4 次に示す 2 種の物質について、その性質、用途、工業的製造法における原料および製造プロセス（化学反応とその触媒、プロセスの特徴など）を解答欄に簡潔に記せ。

[20 点]

物 質	酸化エチレン	フッ素
性 質		
用 途		
工業的製造法 における 原料および 製造プロセス		

問5 アセチレンの反応のうち、分解爆発反応Aと完全燃焼反応Bについて、以下の間に答えよ。

[15 点]

- (1) 反応Aと反応Bの反応式をそれぞれ書け。
- (2) 25℃における反応Aのエンタルピー変化が -227 kJ/mol であったとき、アセチレンの燃焼熱(真発熱量)を求めよ。ただし、二酸化炭素と水(g)の標準生成エンタルピー(ΔH_f°)は、それぞれ -394 kJ/mol 、 -242 kJ/mol とする。
- (3) 200 kgのアセチレンが反応Aおよび反応Bで爆発したときのTNT換算量をそれぞれ求めよ。ただし、TNTの爆発熱は $4.19 \times 10^3\text{ kJ/kg}$ とする。
- (4) アセチレンの容器には多孔質物が詰められており、それにアセトンなどを浸み込ませたうえでアセチレンを溶解充填する方法がとられている。その科学技術的根拠を説明せよ。

問6 次の問に答えよ。

〔20点〕

- (1) 空気中での水素の燃焼を例にとり、連鎖反応について説明せよ。
- (2) 引火性液体の引火点の物理化学的な意味を、その液体の蒸気の「爆発限界」と「蒸気圧」の観点から説明せよ。