

化 学

(注意) 解答はすべて解答用紙にマークすること。

なお、気体は全て標準状態として存在するものとする。

必要があれば、次の数値を用いて計算せよ。

原子量：H = 1.0, C = 12, O = 16, Ba = 137

気体定数： $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$, 気体の標準状態： 0°C , $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$

アボガドロ定数： $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

1 以下の各問いに答えよ。〔解答は 1 - ア ~ オ〕

問1. 以下の記述の中で、誤りを含むものはどれか。解答群から選べ。

〔解答は 1 - ア〕

- 〔解答群〕 ① 固体の塩化アンモニウムにおいて、窒素原子と水素原子の間の結合は、共有結合あるいは配位結合である。
- ② 固体の塩化アンモニウムはイオン結合からなる固体である。
- ③ 固体の二酸化炭素（ドライアイス）は分子間力で構成された固体である。
- ④ ダイヤモンドは共有結合からなる固体である。
- ⑤ 黒鉛（グラファイト）は共有結合のみで構成された固体である。
- ⑥ 塩化ナトリウムはイオン結合からなる固体である。

問2. 6.4 g のメタンガスの占める体積は、標準状態で何 L か。解答群から最も適切なものを選べ。

〔解答は 1 - イ〕

- 〔解答群〕 ① 4.5 ② 9.0 ③ 12 ④ 15 ⑤ 18

問3. プラスチックの優れた性質に関する解答群の記述のうち、誤りを含むものはどれか。解答群から適切なものを選べ。

〔解答は 1 - ウ〕

- 〔解答群〕 ① 密閉性に優れ、軽くて丈夫なので、製品の包装に適している。
- ② 透明性の高いものがあり、内容物を見せることができる。
- ③ 金属と比べて熱を通しにくいので、断熱材として利用可能である。
- ④ 海洋に流れた着いたプラスチックごみは、紫外線や波によって細くなり、数年のうちに完全に分解される。

問 4. 単体のバリウムは鉛程度にやわらかい金属であり、一辺の長さ 500 pm ($= 5.00 \times 10^{-10} \text{ m}$) の体心立方格子構造をとっている。バリウムの密度 (g/cm^3) として適切なものを選べ。

〔解答は - 〕

〔解答群〕 ① 1.83 ② 3.65 ③ 5.48 ④ 7.31 ⑤ 11.0 ⑥ 21.9

問 5. 解答群に記載の元素記号のうち、貴ガス（希ガス）ではないものはどれか。解答群から適切なものを選べ。

〔解答は - 〕

〔解答群〕 ① Xe ② Kr ③ He ④ Ar ⑤ H

2 以下の各問いに答えよ。〔解答は 2 - ア ~ ス 〕

問 1. 物質の三態に関する以下の文章を読み、あとの各問いに答えよ。

物質には固体、液体、気体の 3 つの状態があり、これらのうち、一定の圧力を加えた時の体積変化が最も大きい状態は ア である。また、温度が変化した時の体積変化が最も大きい状態は イ である。 ウ と エ ではそれらを構成する分子やイオンが並進運動しており、 ウ の温度を上げていくと エ になる。一方、 オ では分子やイオンの運動は一般に回転と振動に限られる。原子や分子の間に働く力は、 カ において最も強く、 キ において最も弱い。

- (1) 文中の空欄 ア ~ キ に当てはまる語句として適切なものを解答群よりそれぞれ選べ。
なお、同じ語句を何度選んでもよい。

〔解答は 2 - ア ~ キ 〕

〔解答群〕 ① 固体 ② 液体 ③ 気体

- (2) 以下の記述(a)~(e)のうち、正しいものは ク つある。 ク に当てはまる適切な数値をマークせよ。

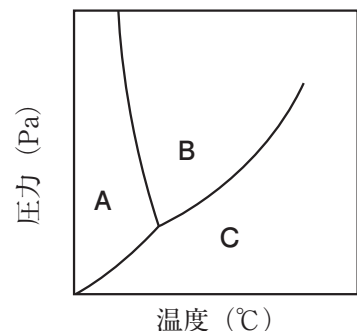
- (a) 室内より温度が高く湿度の低い戸外で濡れた洗濯物を干すと、水の蒸発が促進される。
(b) 気体が空間に拡散する速さは、温度に関係なく一定である。
(c) 温度が一定の時、物質の蒸気圧は容器の大きさに比例して高くなる。
(d) 液体の沸点は外圧が変化しても一定に保持される。
(e) 一般に、共有結合の結晶の融点は分子結晶の融点よりも高温である。

〔解答は 2 - ク 〕

- (3) 右図は水の状態図であり、図中の A, B, C はそれぞれの状態を表している。次の(a)~(f)の記述のうち、誤っているものは ケ つある。 ケ に当てはまる適切な数値をマークせよ。

- (a) フリーズドライ製法は、A → C の状態変化を利用する。
(b) 水の三重点の温度は、0℃よりも低い。
(c) 水の三重点の圧力は、大気圧よりも低い。
(d) 水蒸気から雪が生成するのは、上空で C → A の状態変化が起こる。
(e) 大気圧下で氷を加熱し、水を経由して水蒸気になる状態変化は A → B → C の順に起こる。
(f) - 5℃の氷に圧力をかけると A → B の状態変化が起こる。

〔解答は 2 - ケ 〕



- (4) 一定量の理想気体について、次の コ ～ ス の関係を表すグラフとして適切なものを解答群よりそれぞれ選べ。

コ 温度一定下での、圧力 x [Pa] と体積 y [m³] の関係

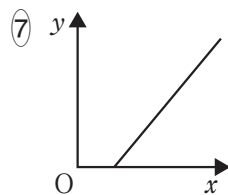
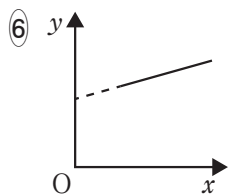
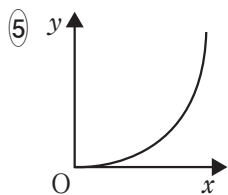
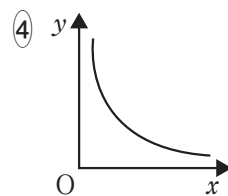
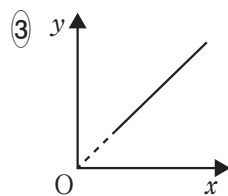
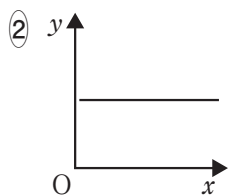
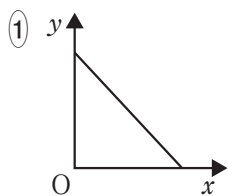
サ 圧力一定下での、温度 x [K] と体積 y [m³] の関係

シ 体積一定下での、温度 x [K] と圧力 y [Pa] の関係

ス 圧力 x [Pa] と $\frac{\text{圧力} \times \text{体積}}{\text{気体定数} \times \text{絶対温度}}$ の値 y [mol] の関係

〔解答は 2 - コ ～ ス 〕

〔解答群〕



3 以下の各問いに答えよ。〔解答は 3 - ア ～ キ 〕

問1. 化学平衡に関する以下の文章を読み、あとの各問いに答えよ。

水素とヨウ素を密閉された容器に入れて加熱し、一定の温度に保ったところ、次の式に示す平衡状態に達した。



なお、水素、ヨウ素およびヨウ化水素はいずれも気体であるとして、それぞれのモル濃度を $[\text{H}_2]$ 、 $[\text{I}_2]$ 、 $[\text{HI}]$ と示す。

この可逆反応において、HI が生成する反応速度 v_1 は、反応速度定数を k_1 として、ア と表される。また、HI が分解する反応速度 v_2 は、反応速度定数を k_2 として、イ と表される。この平衡状態における平衡定数 K は、モル濃度を用いた式で、 $K =$ ウ と表される。また、平衡定数 K について速度定数を用いた式で示すと、 $K =$ エ と表される。

いま、反応前の容器に H_2 を 4.00 mol、 I_2 を 3.00 mol 入れて体積一定として密閉した。これを加熱してある温度で一定とし平衡状態に達したとき、HI が 4.00 mol となった。この反応について、平衡定数は $K =$ オ と表される。

(1) ア に当てはまる式を、解答群よりそれぞれ選べ。

〔解答は 3 - ア 〕

- 〔解答群〕 ① $k_1 [\text{H}_2] [\text{I}_2]$ ② $k_1 \frac{[\text{H}_2]}{[\text{I}_2]}$ ③ $k_1 \frac{[\text{I}_2]}{[\text{H}_2]}$ ④ $k_1 [\text{HI}]$
⑤ $2k_1 [\text{HI}]$ ⑥ $k_1 [\text{HI}]^2$

(2) イ に当てはまる式を、解答群よりそれぞれ選べ。

〔解答は 3 - イ 〕

- 〔解答群〕 ① $k_2 [\text{H}_2] [\text{I}_2]$ ② $k_2 \frac{[\text{H}_2]}{[\text{I}_2]}$ ③ $k_2 \frac{[\text{I}_2]}{[\text{H}_2]}$ ④ $k_2 [\text{HI}]$
⑤ $2k_2 [\text{HI}]$ ⑥ $k_2 [\text{HI}]^2$

(3) ウ および エ に当てはまる式を、解答群よりそれぞれ選べ。

〔解答は 3 - ウ , エ 〕

- 〔解答群〕 ① $\frac{[\text{HI}]}{[\text{H}_2] [\text{I}_2]}$ ② $\frac{2 [\text{HI}]}{[\text{H}_2] [\text{I}_2]}$ ③ $\frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2] [\text{I}_2]}$
④ $k_1 k_2$ ⑤ $\frac{k_1}{k_2}$ ⑥ $\frac{k_2}{k_1}$

(4) に当てはまる適切な 1 桁の数値をマークせよ。

〔解答は - 〕

問 2. ある水溶液には酢酸が 0.030 mol/L 、酢酸ナトリウムが 0.060 mol/L の各濃度で溶解している。

この水溶液の pH はいくつか。解答群から最も適切なものを選べ。必要があれば以下の数値を用いよ。

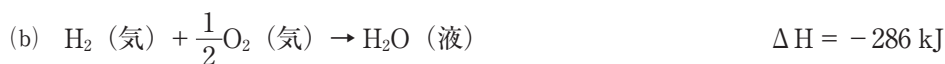
酢酸の酸解離定数 $K_a = 1.8 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$, $\log_{10} 2 = 0.30$, $\log_{10} 3 = 0.48$

〔解答は - 〕

〔解答群〕

① 7.0	② 6.6	③ 6.5	④ 6.3	⑤ 5.7
⑥ 5.5	⑦ 5.4	⑧ 5.0	⑨ 4.7	

問 3. 次の(a)~(c)の熱化学方程式を用いてエタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (液) の燃焼エンタルピー (燃焼熱) を求めたところ, kJ と求められた。 に当てはまる適切な数値を解答群より選べ。



〔解答は - 〕

〔解答群〕

① -1923	② -1477	③ -1369	④ -169
⑤ 169	⑥ 1369	⑦ 1477	⑧ 1923

4 以下の各問いに答えよ。〔解答は 4 - ア ~ ケ〕

問1. 有機化合物に関する以下の文章を読み、あとの各問いに答えよ。

炭素原子間に二重結合を1個含む鎖式の不飽和炭化水素は ア と呼ばれ、A 反応を起こしやすい。一般式は a ($n \geq 2$) で表され、エチレンは最も簡単な ア である。エチレンの特徴は イ 色で甘い臭いのある気体であり、食品産業においては果実の熟成などにも用いられている。工業的には ウ の熱分解で製造され、_(A)実験室では濃硫酸を 160°C ~ 170°C に加熱しながら b を加えてエチレンを発生させることができる。

(1) ア, イ, ウ に当てはまる語句として適切なものを解答群よりそれぞれ選べ。

〔解答は 4 - ア ~ ウ〕

〔解答群〕 ① アルカン ② アルケン ③ アルキン ④ 黄 ⑤ 褐 ⑥ 無
⑦ 天然ガス ⑧ ナフサ ⑨ 石炭

(2) A に当てはまる反応の名称として適切なものを解答群より選べ。

〔解答は 4 - エ〕

〔解答群〕 ① 縮合 ② 置換 ③ 付加 ④ 脱水
⑤ 中和 ⑥ エステル化 ⑦ けん化

(3) a に当てはまる一般式として適切なものを解答群より選べ。

〔解答は 4 - オ〕

〔解答群〕 ① C_nH_{n+2} ② C_nH_n ③ C_nH_{n-2} ④ $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ⑤ C_nH_{2n} ⑥ $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$

(4) 下線(A)の反応において、加える化合物 b として適切なものを解答群より選べ。

〔解答は 4 - カ〕

〔解答群〕 ① メタノール ② エタノール ③ 2-プロパノール
④ アセトン ⑤ エチレングリコール ⑥ ジメチルエーテル
⑦ ホルムアルデヒド ⑧ 酢酸 ⑨ ギ酸

(5) 下線(A)の反応において、標準状態でエチレン 11.2 L を発生させるには、キ ク g の b が必要である。キ, ク に当てはまる適切な数値をそれぞれマークせよ。

〔解答は 4 - キ, ク〕

(6) 塩化パラジウム(II)と塩化銅(II)を触媒としてエチレンを酸素で酸化すると、ある化合物が生成した。ある化合物とは何か。適切なものを解答群より選べ。

〔解答は 4 - ケ〕

〔解答群〕 ① メタノール ② エタノール ③ 2-プロパノール
④ アセトン ⑤ エチレングリコール ⑥ アセトアルデヒド
⑦ ホルムアルデヒド ⑧ 酢酸 ⑨ ギ酸