

受験番号	
------	--

(2019年8月21日実施)

(4枚中の1枚)

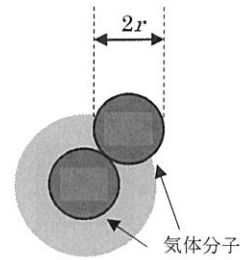
科目名	化学
-----	----

解答は全て別紙の答案用紙に記入すること。

I 次の問いに答えなさい。

問1 下記の空欄①～④に適切な式を答えよ。

理想気体 (1 mol) の状態方程式は \square ① と表されるが実在気体はこの式からずれた挙動を示す。そこで実在気体にこの方程式を近づけるために、van der Waalsの状態方程式が提案された。具体的には、まず気体分子による排除体積を考える。気体一分子の半径を r とすると分子の体積は \square ② である。一対の分子が互いの分子体積によって動くことのできない領域は、右図の灰色の部分であり、この灰色の部分の体積は \square ③ で表される。一対の分子で考えていたので、一分子にとっての排除体積はこの半分になる。1 mol の気体分子が有する排除体積 b は、アボガドロ数 N_A を用いて \square ④ と表すことができる。また気体分子に分子間引力が働くことを考慮すると、比例係数 a を用いて、実測される圧力 P は、理想気体の圧力 P より a/V^2 の補正が必要となる。つまり 1 mol あたりの van der Waals の状態方程式は



〈1〉式で表される。なお P は実在気体の圧力、 V は 1 mol の気体体積、 R は気体定数 ($8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$)、 T は絶対温度とする。

$$\square$$
 ⑤ $= RT \dots \dots \langle 1 \rangle$

問2 van der Waals状態方程式 〈1〉に従う気体 1 mol の体積が V_1 から V_2 に等温可逆的に膨張した。このとき、この気体が外部に対してなす仕事 W が次式で表されることを導け。

$$W = RT \ln \frac{V_2 - b}{V_1 - b} + a \left(\frac{1}{V_2} - \frac{1}{V_1} \right)$$

問3 今、ある気体 1 mol を 298.0 K から 373.0 K に、定圧下で温度変化させた。この気体の定圧モル熱容量 C_p [$\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$] が次式で表される場合、エンタルピー変化を計算しなさい。なお有効数字は3桁とする。

$$C_p = 28.6 + 3.8T - \frac{0.5}{T^2}$$

受験番号	
------	--

(2019年8月21日実施)

(4枚中の2枚)

科目名	化 学
-----	-----

解答は全て別紙の答案用紙に記入すること。

II 次の問いに答えなさい。

問1 炭酸水溶液中の CO_3^{2-} は次の反応から生じる。表1の値を用いて炭酸中の CO_3^{2-} 濃度 ($\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$) を有効数字2桁で求めなさい。

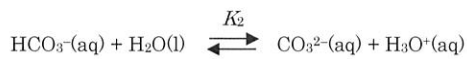
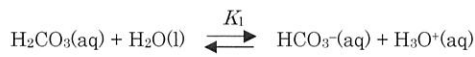


表1 298 Kにおける酸解離定数

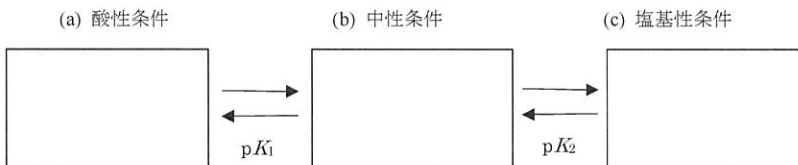
	$\text{p}K_1$	$\text{p}K_2$
炭酸、 H_2CO_3	6.370	10.25

なお CO_3^{2-} 濃度は HCO_3^- 濃度に比して十分に低いため $[\text{HCO}_3^-] \approx [\text{H}_3\text{O}^+]$ と見なせるものとする。また K_1, K_2 は平衡定数である。

問2 0.01 M 炭酸水溶液の pH はおよそいくらになるか。下記から適切なものを選んで記号で答えなさい。なお炭酸は弱酸である。

(ア) pH 2.2、(イ) pH 3.2、(ウ) pH 4.2、(エ) pH 5.2、(オ) pH 7.2

問3 アミノ酸の一種であるグリシンは下記水溶液中で三つのイオン化状態を取りうる。下記空欄に入るグリシンのイオン化状態を分子構造で書きなさい。



問4 このグリシンの酸解離定数がそれぞれ $\text{p}K_1 = 2.35$ 、 $\text{p}K_2 = 9.78$ である場合、グリシンの等電点を有効数字2桁で求めなさい。

問5 牛乳に食酢を入れると凝集物が生じる。この理由を説明しなさい。

受験番号	
------	--

(2019年8月21日実施)

(4枚中の3枚)

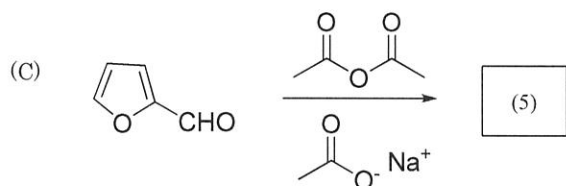
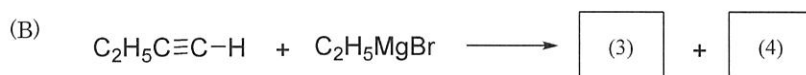
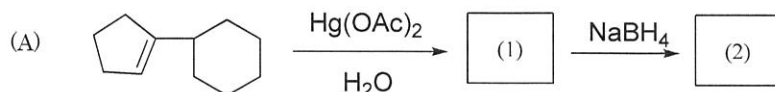
科目名	化 学
-----	-----

採点	
----	--

解答は全て別紙の答案用紙に記入すること。

III 次の問いに答えなさい。

問1 次の反応式(A)~(D)について(1)~(7)に当てはまる構造式を書きなさい



問2 ハロアルカンは脱離反応または置換反応することが知られており、その反応機構は、E1, E2, S_N1 および S_N2 反応機構に従う。今、メタノール (80 vol%) と水 (20 vol%) の混合溶媒中でのヨウ化アルキルとナトリウムメトキシド (CH₃O⁻Na⁺) の反応を考える。以下の a)~c) の問いに答えなさい。

- CH₃O⁻ の濃度を 2 倍にしたとき、E1 および S_N2 反応速度へ及ぼす影響についてそれぞれ理由を含めて説明しなさい。
- ヨウ化アルキルのアルキル基をプロピル基からイソプロピル基に変換したとき、E1 および S_N2 反応速度へ及ぼす影響についてそれぞれ理由を含めて説明しなさい。
- 溶媒をメタノール (20 vol%) と水 (80 vol%) に換えた場合、S_N1 および S_N2 反応速度に与える影響について理由を含めて説明しなさい。

受験番号	
------	--

(2019年8月21日実施)

(4枚中の4枚)

科目名	化 学
-----	-----

採点	
----	--

解答は全て別紙の答案用紙に記入すること。

IV 次の問いに答えなさい。

問1

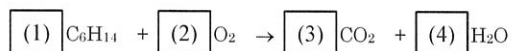
- (a) H₂O 100g 中の水素原子の個数を計算せよ。導出過程も記載しなさい。最終結果は有効桁数2桁で解答せよ。

ただし、原子量は H = 1.00、C = 12.0、O = 16.0、アボガドロ定数は、 $6.02 \times 10^{23} (\text{mol}^{-1})$ とする。

- (b) K₂CrO₄ 分子中のカリウム、クロム、酸素の質量%をそれぞれ計算。導出過程も記載しなさい。最終結果は有効桁数2桁で解答せよ。

ただし、原子量は O = 16.0、K = 39.1、Cr = 52.0 とする。

- (c) 次の化学反応式は釣合がとれていない。釣合のとれた化学反応式にするため、空欄 (1)~(4)を埋めなさい。



問2

- (a) 硝酸鉛(II)溶液と塩化ナトリウム溶液を混合すると、塩化鉛(II)の沈殿が生じる。このときの分子反応式は、

$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 2\text{NaCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{PbCl}_2(\text{s}) + 2\text{NaNO}_3(\text{aq})$ である。この分子反応式をイオン反応式とすると、傍観イオンはどれになるか? 当てはまるイオンをすべて、イオン式で答えなさい (イオン式の例: SO_4^{2-})。

- (b) (a) の分子反応式を正味のイオン反応式で示しなさい。

問3

50.0 mL の 0.250 M 水酸化バリウム水溶液を完全に中和するのに、0.300 M の硫酸を何 mL 加えれば良いか、導出過程も含めて答えなさい。

この分子反応式は以下のとおりである。ただし、水酸化バリウムは水溶液中で完全に解離しているものとし、

最終結果は有効桁数2桁で解答せよ。

