

平成 30 年度入学者選抜学力検査問題

理 科

物 理 1 ページ～ 9 ページ

化 学 10 ページ～ 19 ページ

生 物 20 ページ～ 35 ページ

注 意 事 項

1. この冊子は、監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から指示があったら、解答用紙の上部の所定欄に受験番号、座席番号を、また、下部の所定欄には座席番号をそれぞれ記入しなさい。その他の欄に記入してはいけません。
3. 選択科目は、届け出た科目について解答しなさい。それ以外の科目について解答すると失格となります。
4. 解答すべき問題の番号は、学部・学科等で異なるので、各科目の最初に書いてある注意事項の表で確認しなさい。
5. この冊子の余白の部分を計算、下書きに使用してもかまいません。
6. 解答用紙は、記入の有無にかかわらず持ち帰ってははいけません。
7. この冊子は、持ち帰りなさい。
8. 落丁、乱丁または印刷不備があったら申し出なさい。

化 学

注意 1. 志望学部・学科等により，以下に示す番号の問題を解答すること。

志 望 す る 学 部 ・ 学 科 等	解 答 す る 問 題 番 号
理 学 部 化学科	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4
工 学 部 総合工学科(都市環境システムコース， 医工学コース，物質科学コース， 共生応用化学コース)	☐ 2 ☐ 3
園芸学部 志望者のうち化学を選択する者	☐ 2 ☐ 4
医 学 部 志望者のうち化学を選択する者	☐ 1 ☐ 3 ☐ 4

2. 解答は，すべて解答用紙の所定の欄に，指定された方法で記入しなさい。

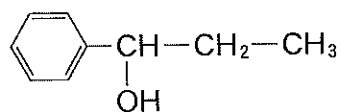
3. 必要があれば次の数値を用いなさい。

原子量：H = 1.0 C = 12.0 N = 14.0 O = 16.0 S = 32.1

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

4. 構造式は下の例にならって解答しなさい。



1 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えなさい。

物質の三態の中で、気体は分子間の平均距離が長く単位体積あたりの分子数が少ないため、分子の性質や温度・圧力などによっては理想気体としての扱いが可能な場合がある。分子間に作用する力や分子の体積の影響が無視できなくなると、実在気体は理想気体とは異なるふるまいをする。実在気体の状態方程式では、この影響が考慮される。

問1 図1は物質の状態図を表している。 a ～ c の状態、およびAとBの点の名称をそれぞれ答えなさい。

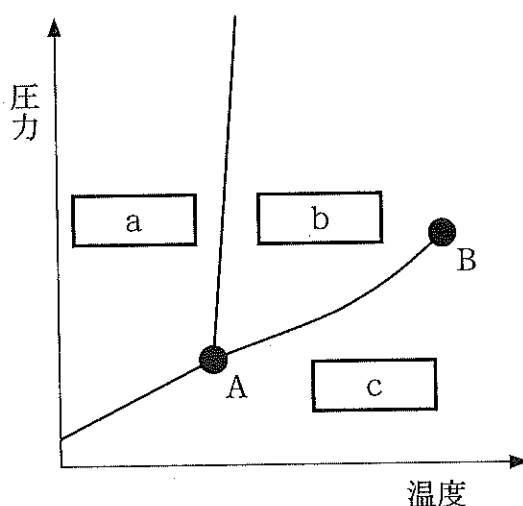


図1

問2 図2のように同じ体積をもつ二つの容器が連結されており、連結部分には弁がもうけられている。はじめに弁は開放され、二つの容器には、300 Kで 1.00×10^5 Pa の窒素が満たされている。容器内の窒素の気体は理想気体としてふるまい、連結部分の体積は容器に比べ十分に小さく無視でき、容器の体積は温度により変化しないものとする。

(1) 弁を閉じ、一方の容器を 280 K に冷却し、もう一方を 350 K に加熱した。それぞれの容器内の圧力は何 Pa か。計算過程も示し、有効数字3けたで答えなさい。

- (2) 次に、弁を開放し、(1)での温度をそのまま保った状態で十分に時間をおいたところ、両容器内の圧力が等しくなった。このときの容器内の圧力は何 Pa か。計算過程も示し、有効数字 3 けたで答えなさい。

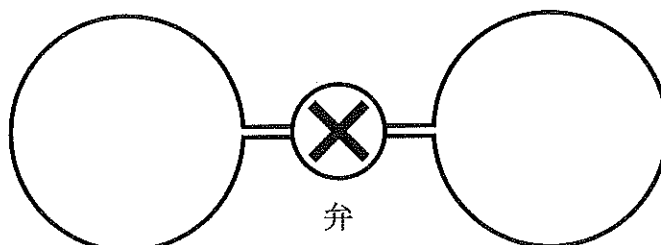


図 2

問 3 理想気体の状態方程式に厳密に従う気体が、液体や固体への状態変化を起こすか否か、理由を付して 50 字以内で答えなさい。

問 4 実在気体に適用できるファンデルワールスの状態方程式について考える。圧力を P 、体積を V 、気体定数を R 、温度を T とすると、1 mol あたりのファンデルワールスの状態方程式は以下のように表される。

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$

あるいは、圧力 P として表すと
$$P = \frac{RT}{V - b} - \frac{a}{V^2}$$

ここで、 a と b はそれぞれ、分子間に作用する力と分子体積に関する正の定数である。

- (1) 定数 a は、圧力に対して分子間に作用する引き合う力の影響を考慮している。五つの物質(ネオン、水、二酸化炭素、窒素、ヘリウム)について定数 a の小さい順に並べ答えなさい。

(2) b をアボガドロ数 N_A で割った値を b' とすると、 b' は分子自身の体積の数倍程度となることが多い。これを以下のとおり考える。

二つの分子が衝突するとき、一方の分子の存在のため、他方の分子が排除される空間部分が生じる。 b' は1分子あたりの量であるため、この排除される空間部分の体積の $\frac{1}{2}$ と考えられる。 b' が分子自身の体積とどのような関係にあるか、計算過程を示しつつ説明しなさい。なお、分子は単原子分子で形状は球とし、分子の衝突は2分子間のみで起こり、衝突の際に分子の形状や大きさは変化しないものとする。

3 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えなさい。

同一分子内に **ア** 基と **イ** 基をもつ化合物は **イ** 酸と呼ばれており、例えば、 RCH(OH)COOH (R は任意の原子もしくは原子団とする) で表される **イ** 酸は利用価値の高い有機化合物として知られている。R が CH_3 である乳酸は、糖類の **ウ** により生じ、乳製品中に含まれているが、**エ** 重合することで、機能性高分子であるポリ乳酸へと変換することができる。① また、R が CH_2COOH であるリンゴ酸はリンゴやブドウなどの果実に含まれ、食品の酸味料などとして利用されている。乳酸やリンゴ酸には、結合している原子や原子団が四つとも異なる **オ** 炭素原子がある。また、R が CH(OH)COOH である **カ** は、食品の酸味料として利用されるほか、フェーリング液の原料としても利用される。

②

問1 **ア** ～ **カ** にあてはまる適切な語句または化合物名を答えなさい。

問2 下線部①に関して、以下の問いに答えなさい。

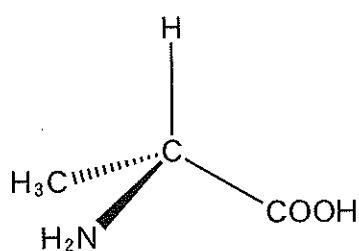
- (1) 乳酸からポリ乳酸を合成する反応を化学反応式でかきなさい。また、ポリ乳酸の **オ** 炭素原子を丸で囲みなさい。
- (2) 乳酸を原料として平均分子量2万以上のポリ乳酸を得た。450 g の乳酸から、何 g のポリ乳酸が得られるか。計算過程も示し、有効数字2けたで答えなさい。ただし、反応は完全に進行したものとする。
- (3) ポリエチレンなどの石油由来の高分子と比較すると、ポリ乳酸やポリグリコール酸は環境負荷の少ない機能性高分子とされ、特に **キ** 高分子と呼ばれている。
キ にあてはまる適切な語句を答え、またこれらが環境負荷の少ない高分子とされる理由について30字以内で答えなさい。
- (4) 平均分子量 2.60×10^4 の乳酸とグリコール酸(HOCH_2COOH)の1対1共重合体1分子中には何個の **オ** 炭素原子が含まれているか。計算過程も示し、有効数字2けたで答えなさい。

問 3 乳酸に無水酢酸を作用させた後、水で処理すると、乳酸の イ 基だけがアセチル化された化合物が得られた。乳酸の ア 基がアセチル化された化合物が得られなかった理由について 45 字以内で答えなさい。

問 4 リンゴ酸からコハク酸 ($\text{HOOC} - (\text{CH}_2)_2 - \text{COOH}$) を得る合成法を考え、化学反応式でかきなさい。

問 5 カ には 3 種類の立体異性体が存在する。解答用紙には化学構造の一部を示してあるので、次の例にならってかき足すことですべての構造を完成させなさい。ただし、立体異性体 1 と立体異性体 2 は鏡像異性体の関係にある。

例



▲ : 紙面の手前側にあることを示す。
----- : 紙面の奥側にあることを示す。
— : 紙面上にあることを示す。

問 6 下線部②のフェーリング液は、有機化合物の特定の官能基を検出する際に利用される。特定の官能基が何か答えなさい。

4 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えなさい。

油脂は、グリセリンと脂肪酸が ア 結合した化合物であり、動物の体内や植物の種子などに広く存在している。牛脂や豚脂のように、常温で固体の油脂を イ ① といい、ごま油やオリーブ油のように常温で液体の油脂を ウ ② という。

油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて熱すると、油脂は エ ③ されて、グリセリンと脂肪酸ナトリウム塩、すなわちセッケンを生じる。一方、食事により取り込まれた油脂は消化管の中の オ というタンパク質(酵素)によって加水分解され、細胞の重要なエネルギー源として利用されている。 オ は、アミノ酸が カ 結合によって連なった高分子化合物であり、 キ とよばれるらせん構造と ク とよばれるひだ状構造とが交互に現れる特徴的な三次構造を形成している。油脂の加水分解には、油脂と結合する ケ に位置するセリン、アスパラギン酸、ヒスチジンの三つの構成アミノ酸の側鎖が重要であることが知られている。 オ による反応は エ と違い、構成脂肪酸が異なる特定の油脂のみを選択的に加水分解することができる。この性質を、酵素の コ という。

問1 ア ～ コ にあてはまる適切な語句を答えなさい。

問2 下線部①において、常温で液体の油脂は固体の油脂に比べ、構成する脂肪酸がどのように違っているのか、答えなさい。

問3 下線部②で生じたセッケン(R-COONa)を水に溶解したとき、弱塩基性を示す。この理由について化学反応式を用いて説明しなさい。Rは任意の原子もしくは原子団とする。

問 4 下線部②の反応で，脂肪酸がすべて同一である油脂 50.0 g から 5.24 g のグリセリンが得られた。油脂の分子量はいくらか。計算過程も示し，小数点以下を四捨五入して答えなさい。また，この油脂を構成する脂肪酸の分子量，示性式および名称をかきなさい。

問 5 オ を加水分解して得られたアミノ酸のうち，セリン(分子量 105)とアスパラギン酸(分子量 133)の構造式をかきなさい。

問 6 酵素を効率的に働かせるためには，反応条件の最適化が必要である。最適化すべき条件を三つかきなさい。