

2020年度 理 科

医療・保健系統(医学部医学科受験者用)

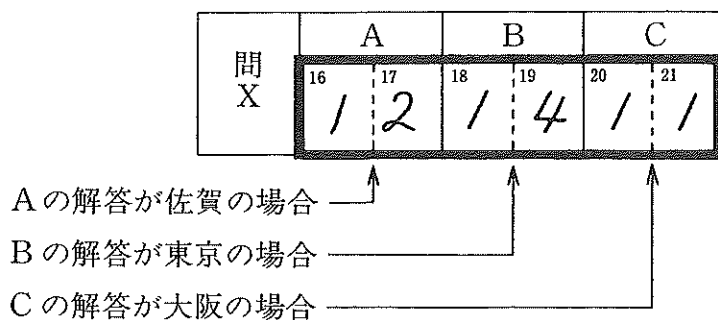
- ④6 物理(1～6ページ)
- ④7 化学(7～18ページ) 問題冊子
- ④8 生物(19～32ページ)

注 意 事 項

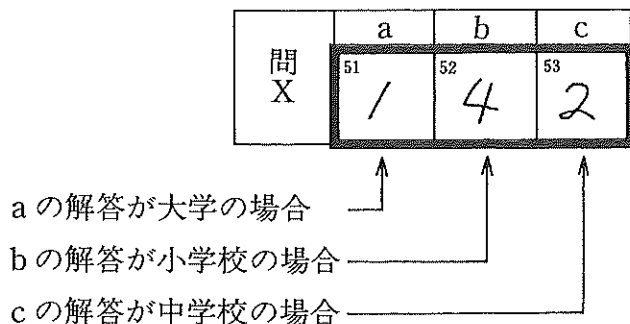
- (1) 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見ないこと。
- (2) 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。
- (3) 解答は別に配付する解答用紙の該当欄に正しく記入すること。ただし、解答に関係のない語句・記号・落書き等は解答用紙に書かないこと。
- (4) 解答用紙上部に印刷してある受験系統コード、受験番号、氏名(カタカナ)を確認し、氏名欄に氏名(漢字)を記入すること。もし、印刷に間違いがあった場合は、手を挙げて監督者に申し出ること。

〔解答用紙記入例(選択式の場合)〕

例 1. 〔語群〕が二桁で〔11〕大阪〔12〕佐賀〔13〕長崎〔14〕東京 とある場合



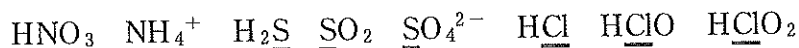
例 2. 〔語群〕が一桁で(1) 大学 (2) 中学校 (3) 高校 (4) 小学校 とある場合



④7 化 学

1 次の問1～問3に答えよ。解答はそれぞれの解答群より適するものを1つずつ選び、番号で答えよ。

問1 次のイオンや化合物の下線を引いた原子の酸化数のうち、いずれの酸化数にもあてはまらないものはどれか。下の(1)～(9)から選び、番号で答えよ。



- | | | |
|--------|--------|--------|
| (1) -3 | (2) -2 | (3) -1 |
| (4) +1 | (5) +2 | (6) +3 |
| (7) +4 | (8) +5 | (9) +6 |

問2 化学反応に関する次の記述(1)～(5)のうち、正しいものを1つ選び、番号で答えよ。

- (1) 触媒を用いると、正反応の反応速度が大きくなるため、化学平衡は生成物が増加する方向に移動する。
- (2) 触媒を用いると、反応速度が大きくなるため、反応熱が大きくなる。
- (3) 均一触媒とは、固体の白金触媒のように、固体のまま液体の反応物と均一によく混合されて作用しているものである。
- (4) 気体分子間の化学反応では、反応物の濃度が高いほど分子が互いに衝突する単位時間当たりの回数が多くなるため、反応速度が大きくなる。
- (5) 化学反応の反応速度式は、反応式から単純に導くことができる。

問3 分子式 C_6H_{12} で表されるシクロアルカンの構造異性体のうち、環を構成する炭素原子の数が4以上のものはいくつか。次の(1)～(9)から選び、番号で答えよ。ただし、立体異性体は考慮しなくてよい。

- | | | |
|-------|-------|-------|
| (1) 1 | (2) 2 | (3) 3 |
| (4) 4 | (5) 5 | (6) 6 |
| (7) 7 | (8) 8 | (9) 9 |

2 次の文を読み、下の問1～問4に答えよ。ただし、原子量はH = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, Al = 27.0, Ar = 40.0, K = 39.0, Ca = 40.0, V = 51.0, Fe = 56.0, Cu = 64.0, Zn = 65.0, Ba = 137, Pb = 207 とする。

金属イオンとして、亜鉛、アルミニウム、カリウム、鉄、銅、バリウムのいずれかが、6つの水溶液それぞれに1種類ずつ含まれている(溶液1～6とする)。溶液1～6中の金属イオンの種類を調べるため、次の実験A～Eをそれぞれ個別に行った。また、溶液1に含まれる金属イオンの濃度を求めるため、実験Fを行った。ただし、溶液1～6に含まれる陰イオンは、実験A～Fに影響を与えないものとする。

実験A 溶液1～6にそれぞれ少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にすると、溶液1, 2, 3, 4で沈殿が生成し、溶液5および6では生成しなかった。その後、沈殿を含んだ状態の溶液1, 2, 3, 4にそれぞれ水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると、溶液1および3では沈殿は溶解しなかったが、溶液2および4では沈殿が溶解した。

実験B 実験Aと同様に少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、溶液1, 2, 3, 4で沈殿が生成した。これらにそれぞれアンモニア水を過剰に加えると、溶液3および4では沈殿は溶解しなかったが、溶液1および2では沈殿が溶解した。

実験C 溶液3にチオシアン酸カリウム水溶液を加えると、水溶液が血赤色となった。

実験D 溶液5および6にそれぞれ ア を加えると、溶液5は透明溶液のままであったが、溶液6では白色沈殿が生成した。この白色沈殿をろ過して集め、その沈殿に希塩酸を加えても、溶解しなかった。

実験E 溶液1に濃塩酸を加えると、水溶液が黄緑色となった。

実験F 溶液1 (200 mL)に過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、水酸化物の沈殿が生成した。この沈殿をろ過して集め、1100℃で強く熱したところ、黒色を経て 赤色固体 4.32 g が得られた。

(b)

問 1 溶液 2 ~ 6 に含まれる金属イオンのイオン式として最も適するものを次の
(11) ~ (22) から選び、番号で答えよ。

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| (11) Pb^{2+} | (12) Zn^{2+} | (13) Al^{3+} | (14) Ar^{3+} |
| (15) Ca^{2+} | (16) K^+ | (17) Fe^{2+} | (18) Fe^{3+} |
| (19) Cu^+ | (20) Cu^{2+} | (21) Ba^{2+} | (22) V^{5+} |

問 2 実験 A における下線部 (a) について、溶液 1 ~ 4 から生成した沈殿の色として最も適するものを次の (1) ~ (6) から選び、番号で答えよ。ただし、同じ番号を何度用いてもよい。

- | | | |
|---------|---------|---------|
| (1) 白 色 | (2) 緑白色 | (3) 青白色 |
| (4) 黄 色 | (5) 淡桃色 | (6) 赤褐色 |

問 3 実験 D における空欄

ア

 に最も適する試薬を次の (1) ~ (5) から選び、番号で答えよ。

- | | | |
|----------------|-----------------|-----------|
| (1) アンモニア水 | (2) 希硫酸 | (3) 硫化水素水 |
| (4) 炭酸ナトリウム水溶液 | (5) クロム酸カリウム水溶液 | |

問 4 実験 F に関する次の問 (i) および (ii) に答えよ。ただし、実験操作 (沈殿生成、ろ過、洗浄および加熱) において、実験前の溶液 1 (200 mL) に含まれていた金属イオンの全量が下線部 (b) になったものとする。

(i) 下線部 (b) の赤色固体として得られた化合物の組成式を記せ。

(ii) 実験前の溶液 1 に含まれていた金属イオンの濃度 (mol/L) はいくらか。有効数字 2 桁で求めよ。

3 次の文を読み、下の問1～問6に答えよ。ただし、気体はすべて理想気体としてふるまうものとする。

四酸化二窒素 N_2O_4 と二酸化窒素 NO_2 の間には次の可逆反応が成立する。



いま、体積 $V(L)$ の密閉容器に $n(\text{mol})$ の N_2O_4 を入れ、一定温度 $T(K)$ に保つと $an(\text{mol})$ の N_2O_4 が解離し、圧力 $P(\text{Pa})$ を示して 平衡状態に達した。ここで、 a を反応した N_2O_4 の割合(解離度、 $0 < a < 1$)とすると、平衡状態での N_2O_4 の物質量は mol、 NO_2 の物質量は mol となり、濃度平衡定数 $K_c(\text{mol/L})$ は $K_c =$ と表される。

気体物質が平衡状態にあるとき、各成分気体の濃度の代わりに各気体の分圧を用いて平衡定数を表すこともでき、圧平衡定数 $K_p(\text{Pa})$ は

$$K_p = \text{ } \quad (2)$$

と表される。

式(2)から、反応した N_2O_4 の解離度 a は $a =$ と表される。

可逆反応が平衡状態にあるとき、濃度、圧力、温度などの条件を変化させると、一時的に平衡状態が崩れるが、その後、正反応または逆反応が進み、新しい条件に対応した平衡状態となる。式(1)で表される可逆反応が平衡状態にあるとき、温度を一定に保って容器中の混合気体の圧力を増加させると、赤褐色で ^(B) あった容器中の気体の色が一時的に濃くなった後に、やがて薄くなった。これは気体分子の総数が する方向に平衡が移動し、混合気体に含まれる の分子の数が減少するためである。新たな平衡状態では元の状態に比べて の濃度が大きくなる。

また、加熱して混合気体の温度を上げると、赤褐色が濃くなった。したがって ^(C) N_2O_4 が解離して NO_2 が生成する反応は 反応であり、温度の上昇によって平衡定数が なる方向に平衡が移動することがわかる。

問 1 下線部(A)について、この反応の平衡状態に関する次の記述(a)～(e)のうち、正しいものの組み合わせを下の(1)～(8)から選び、番号で答えよ。

- (a) 正反応と逆反応の速度比が 1 : 2 となった状態
- (b) 正反応と逆反応の速度が等しい状態
- (c) N_2O_4 と NO_2 の濃度比が 1 : 2 となった状態
- (d) N_2O_4 と NO_2 の濃度がそれぞれ一定である状態
- (e) N_2O_4 の濃度と NO_2 の濃度の 2 乗が等しくなった状態

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| (1) a と c | (2) a と d | (3) a と e |
| (4) b と c | (5) b と d | (6) b と e |
| (7) c と d | (8) d と e | |

問 2 文中の空欄 あ ～ お にあてはまるものを次の(11)～(34)から選び、番号で答えよ。

- | | | |
|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| (11) an | (12) $2an$ | (13) $(1-a)n$ |
| (14) $(1+a)n$ | (15) $\frac{1}{2}an$ | (16) $\frac{1-a}{2a}$ |
| (17) $\frac{2a}{1-a}$ | (18) $\frac{4an}{V}$ | (19) $\frac{V}{4an}$ |
| (20) $\frac{a^2n}{(1-a)V}$ | (21) $\frac{4a^2n}{(1-a)V}$ | (22) $\frac{a^2n}{4(1-a)V}$ |
| (23) $\frac{(1-a)V}{a^2n}$ | (24) $\frac{(1-a)V}{4a^2n}$ | (25) $\frac{4(1-a)V}{a^2n}$ |
| (26) $\frac{4a^2P}{1-a^2}$ | (27) $\frac{1-a^2}{4a^2P}$ | (28) $\frac{4a^2nP}{1-a}$ |
| (29) $\frac{1-a}{4a^2nP}$ | (30) $\sqrt{K_p}$ | (31) $\sqrt{\frac{K_p}{4P+K_p}}$ |
| (32) $\sqrt{\frac{1}{4PK_p+1}}$ | (33) $\frac{K_p}{K_p+2}$ | (34) $\frac{1}{2K_p+1}$ |

問 3 この反応の圧平衡定数は濃度平衡定数 K_c を用いてどのように表されるか。正しいものを次の(1)~(8)から選び、番号で答えよ。ただし、 $T(K)$ は温度、 $R(\text{Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol}))$ は気体定数を表す。

- (1) K_c (2) $K_c RT$ (3) $K_c (RT)^2$
(4) $\frac{1}{K_c}$ (5) $\frac{K_c}{RT}$ (6) $\frac{K_c}{(RT)^2}$
(7) $\frac{1}{K_c RT}$ (8) $\frac{1}{K_c (RT)^2}$

問 4 容積一定の容器に 1.0 mol の N_2O_4 を入れ、一定温度に保ったところ、圧力が $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ を示して平衡に達した。このとき、容器中の NO_2 の分圧は $7.5 \times 10^4 \text{ Pa}$ であった。次の問(i)および(ii)に答えよ。

(i) N_2O_4 の解離度はいくらか。有効数字 2 桁で答えよ。

(ii) この温度における圧平衡定数 $K_p(\text{Pa})$ はいくらか。有効数字 2 桁で答えよ。

問 5 下線部(B)について、次の問(i)および(ii)に答えよ。

(i) 問 4 での平衡状態から、容器内の温度を一定に保ちながら圧力を $1.69 \times 10^5 \text{ Pa}$ に増加させると新たな平衡状態に達した。このときの N_2O_4 の解離度はいくらか。最も近い値を次の(1)~(8)から選び、番号で答えよ。

- (1) 0.2 (2) 0.3 (3) 0.4 (4) 0.5
(5) 0.6 (6) 0.7 (7) 0.8 (8) 0.9

(ii) 文中の空欄 ~ にあてはまるものの組み合わせを次の(1)~(4)から選び, 番号で答えよ。

- (1) か 増加 き NO_2 < N_2O_4
- (2) か 減少 き NO_2 < N_2O_4
- (3) か 増加 き N_2O_4 < NO_2
- (4) か 減少 き N_2O_4 < NO_2

問 6 下線部(C)について, 文中の空欄 および にあてはまる語句の組み合わせを次の(1)~(4)から選び, 番号で答えよ。

- (1) け 発熱 こ 大きく
- (2) け 発熱 こ 小さく
- (3) け 吸熱 こ 大きく
- (4) け 吸熱 こ 小さく

4 糖類について述べた次の文を読み、下の問1～問4に答えよ。ただし、原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, $Cu = 64.0$ とする。

糖類のうちグルコースのように、加水分解によってそれ以上簡単な糖を生じないものを単糖類という。結晶中のグルコース分子は、6個の原子が環状になった六員環構造をとっており、図1の1位の炭素に結合しているヒドロキシ基の方向によって、 α -グルコースと β -グルコースの立体異性体が存在する。また、水溶液中では、一部のグルコース分子は六員環構造が開いて鎖状構造となっており、これら3種類の異性体が平衡状態にあつて、混合物として存在する。鎖状構造には、ア基があるので、その水溶液は還元性を示す。

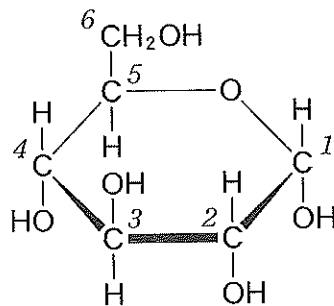


図1 α -グルコースの六員環構造(1～6の番号は炭素原子の位置を示す)

マルトースやスクロースのように、1分子の糖から加水分解により2分子の単糖類を生じるものを二糖類という。マルトースは、グルコース2分子が脱水縮合し、両者がイ結合によって結合した構造をもつ。マルトースは、鎖状構造になる部分があるので、水溶液中で還元性を示す。一方、スクロースの水溶液は還元性を示さない。^(あ)スクロースに希硫酸などの希酸を加えて加熱するか、酵素を作用させて加水分解すると、ウ糖とよばれるグルコースとフルクトースの等量混合物が得られる。

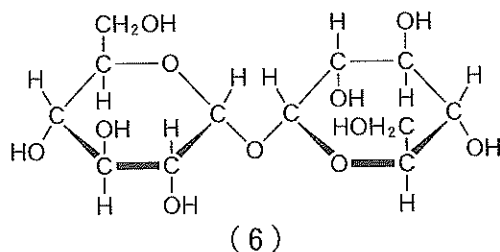
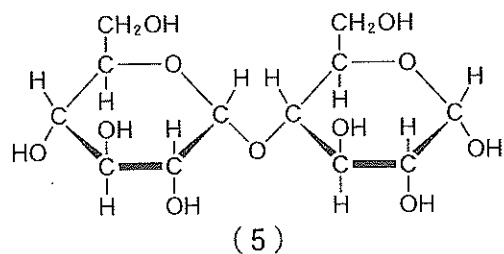
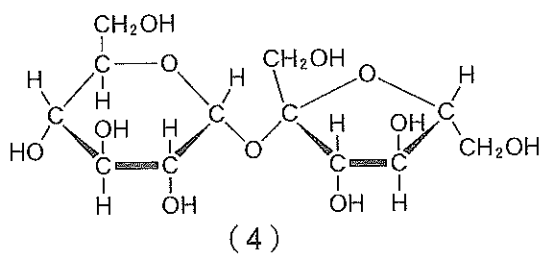
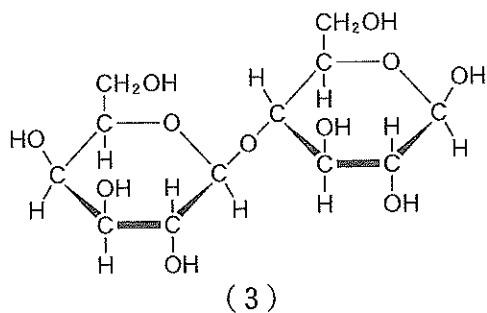
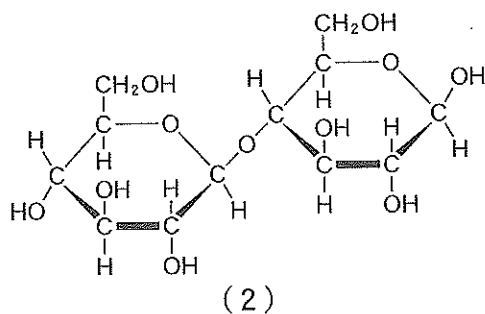
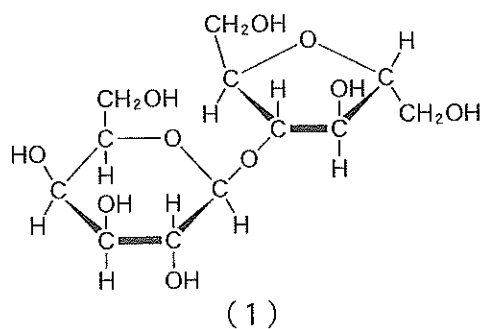
多数の単糖類が脱水縮合したものを多糖類という。デンプンは、数百～数千個の α -グルコースが脱水縮合してできた多糖類で、エとアミロペクチン

の混合物である。 **エ** は、比較的分子量の小さい多糖類で、隣接する α -グルコースが、図1の1位と4位の炭素に結合しているヒドロキシ基だけで脱水縮合し、鎖状に結合した構造をもつ。一方、アミロペクチンは、比較的分子量が大きく、**エ** と同様の鎖状の部分に加えて^(い) α -グルコースが1位と6位の炭素の間でも脱水縮合した部分があるため、枝分かれ構造を含む分子である。デンプンに **オ** を作用させると、加水分解されて **カ** やマルトースとなる。マルトースは、 **キ** により加水分解されてグルコースとなる。

問1 文中の空欄 **ア** ~ **キ** に最も適する語句を次の(11)~(31)から選び、番号で答えよ。

- | | | |
|-------------|-------------|-------------|
| (11) カルボキシ | (12) ケトン | (13) ホルミル |
| (14) アミド | (15) エステル | (16) グリコシド |
| (17) アミロース | (18) ガラクタン | (19) グリコーゲン |
| (20) セルロース | (21) デキストリン | (22) アミラーゼ |
| (23) スクララーゼ | (24) セルラーゼ | (25) セロビアーゼ |
| (26) トレハラーゼ | (27) マルターゼ | (28) ラクターゼ |
| (29) 麦芽 | (30) 転化 | (31) 乳 |

問 2 下線部(あ)に関して、スクロースの構造式はどれか。次の(1)~(6)から
 選び、番号で答えよ。



問 3 スクロース 3.6 g を完全に加水分解して得られた単糖類の混合物に、十分な量のフェーリング液を加えて加熱すると、理論的に何 g の酸化銅(I)が生じるか。最も近い値を次の(1)~(6)から選び、番号で答えよ。ただし、単糖類 1 mol から酸化銅(I) 1 mol が生成するものとする。

- | | | |
|---------|---------|---------|
| (1) 1.0 | (2) 1.5 | (3) 2.0 |
| (4) 3.0 | (5) 4.5 | (6) 6.0 |

問 4 下線部(い)に関して、アミロペクチンの枝分かれ構造の推定に関する次の記述を読み、下の問(i)および(ii)に答えよ。

アミロペクチンを構成するグルコース単位の水酸基—OHをすべて—OCH₃に変化させてから希硫酸で イ 結合を完全に加水分解すると、図2の化合物Aがおもに得られ、さらに化合物Bと図2の化合物Cも得られる。これら3種類の化合物の生成比からアミロペクチンの枝分かれ数などを推定できる。

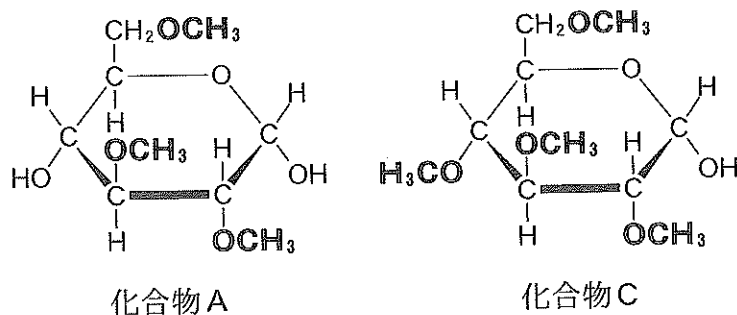


図2 3個の—OCH₃をもつ化合物Aと4個の—OCH₃をもつ化合物C

- (i) 化合物Bの構造式を解答欄の例にならって完成せよ。
- (ii) 分子量が 3.24×10^5 であるアミロペクチン 3.24 g を用いたとき、化合物Aを 4.00 g、Bを 0.208 g、Cを 0.236 g 得た。この結果から、このアミロペクチンは、グルコース単位が何個ごとに1個の枝分かれをもつと考えられるか。有効数字2桁で答えよ。