

令和2年度 入学試験問題

医学部 (Ⅱ期)

理科

注意事項

1. 試験時間 令和2年3月10日、午後1時30分から3時50分まで
2. 配付した試験問題(冊子)、解答用紙の種類はつぎのとおりです。
 - (1) 試験問題(冊子、左折り)(表紙・下書き用紙付)
 - 化学(その1)、(その2)
 - 生物(その1)、(その2)
 - 物理(その1)、(その2)
 - (2) 解答用紙
 - 化学(その1) 1枚(上端赤色)(右肩落し)
 - 〃 (その2) 1枚(上端赤色)(左肩落し)
 - 生物(その1) 1枚(上端緑色)(右肩落し)
 - 〃 (その2) 1枚(上端緑色)(左肩落し)
 - 物理(その1) 1枚(上端青色)(右肩落し)
 - 〃 (その2) 1枚(上端青色)(左肩落し)以上の中から選択した2分野(受験票に表示されている)が配付されています。
3. 下書きが下書き用紙で足りなかったときは、試験問題(冊子)の余白を使用して下さい。
4. 試験開始2時間以降は退場を許可します。但し、試験終了10分前からの退場は許可しません。
5. 受験中にやむなく途中退室(手洗い等)を望むものは挙手し、監督者の指示に従って下さい。
6. 休憩のための途中退室は認めません。
7. 退場の際は、この試験問題(冊子)を一番上にのせ、挙手し、監督者の許可を得てから、試験問題(冊子)、受験票、下書き用紙および所持品を携行の上、退場して下さい。
8. 試験終了のチャイムが鳴ったら、直ちに筆記をやめ、おもてのまま上から解答用紙(選択した2分野の解答用紙、計4枚、化学(その1)、化学(その2)、生物(その1)、生物(その2)、物理(その1)、物理(その2))、試験問題(冊子)の順にそろえて確認して下さい。
確認が終っても、指示があるまでは席を立たないで下さい。
9. 試験問題(冊子)はお持ち帰り下さい。

令和2年度医学部選抜Ⅱ期入学試験

問題冊子 訂正

化学（その1）

1 問題文 17行目を訂正します。

（誤） リン酸エステル化反応

（正） リン酸エステル化反応

※訂正があるので、板書書きをしたうえで、アナウンスをしてください。聞き取れなかったと質問された場合は、この用紙を見せて口頭で話さないでください。

令和 2 年度医学部選抜Ⅱ期入学試験

問題冊子 訂正

化学（その 1）

1 問 1 問題文を訂正します。

（誤） 図 4 ①～⑳

（正） 図 5 ①～⑳

※訂正があるので、板書書きをしたうえで、アナウンスをしてください。聞き取れなかったと質問された場合は、この用紙を見せて口頭で話さないでください。

令和2年度医学部選抜Ⅱ期入学試験

問題冊子 訂正

化学（その1）P1

1 問題文2行目を訂正します。

（誤） エステル結合

（正） リン酸エステル結合

※訂正があるので、板書書きをしたうえで、アナウンスをしてください。聞き取れなかったと質問された場合は、この用紙を見せて口頭で話さないでください。

令和 2 年度医学部選抜Ⅱ期入学試験

問題文 訂正

化学 (その 2)

問題冊子 P. 9

3 2行目にある下記の誤字を訂正します。

(誤)
放電後の鉛電電池に関する

(正)
放電後の鉛蓄電池に関する

※訂正があるので、板書書きをしたうえで、アナウンスをしてください。聞き取れなかったと質問された場合は、この用紙を見せて口頭で話さないでください。

化 学 (その1)

注 意 事 項(その1, その2とも共通)

1. 解答は所定の解答用紙の解答欄に記入せよ。

2. 問題 1 ~ 4 を通じ, その必要があれば, 次の数値を用いよ。

原子量 H : 1.00, C : 12.0, N : 14.0, O : 16.0, S : 32.0, K : 39.0, Zn : 65.4,

Ag : 108, Pb : 207

1 以下の文を読み, 問に答えよ。

グルコースはヒトを始め多くの生物のエネルギー源になる。ヒトではグルコースは解糖系でホスホエノールピルビン酸(図1)へと代謝され, 次いでピルビン酸キナーゼの働きでエステル結合が加水分解され, (1)となる。

次に酸素が十分に供給される条件では, 補酵素 A (CoA) と結合してアセチル CoA となり, ミトコンドリア内のクエン酸回路で利用される。

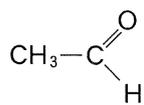
一方, 酸素が供給されない条件では, (1)が不斉炭素原子をもつ(2)へと還元される際, 還元剤である NADH が使用され, $\text{NADH} + \text{H}^+ \rightarrow \text{NAD}^+ + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ の反応を伴う。これにより解糖系における グリセルアルデヒド 3-リン酸 を 1,3-ビスホスホグリセリン酸 に代謝する際に必要な NAD^+ を供給することが可能となる。

酵母では, (1)を脱炭酸反応して(3)が生じ, 次いで還元され(4)となる。この脱炭酸反応は図2に示す。酢を合成する際には, 酢酸菌を利用する。酢酸菌の作用で(4)が酸化され(3)を生じ, ついで(3)が酸化され(5)となる。

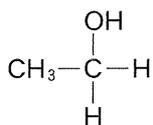
ヒト(哺乳動物)は体内のグルコースおよびグリコーゲンを使いつくしてしまった場合, 肝臓において糖以外の物質からグルコースを生合成することができる。これを糖新生という。ヒトにおける糖新生ではアミノ酸④の脱アミノ反応により(1)を生じ, (1)をカルボキシ化し(6)となる。脱アミノ反応は図3に示すアミノ基転移反応により起きる。また, カルボキシ化は図4に示す。(6)は脱炭酸反応とリン酸エステル化反応の結果ホスホエノールピルビン酸を生じ, 糖新生の材料となる。アミノ酸⑤は脱アミノ反応により(6)を生じる。アミノ酸④あるいは⑤から外れたアミノ基は(7)に転移しグルタミン酸を生じる。また, アミノ酸⑥から(6)が生じる経路として, この他に尿素回路でアミノ酸⑥からフマル酸へと変換され, 引き続きクエン酸回路に入り, 水を付加され(8)となりこれがさらに酸化されて(6)が生じるという経路もある。

図 5

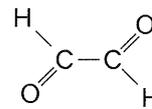
①



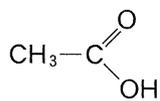
②



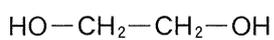
③



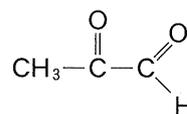
④



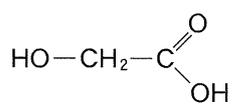
⑤



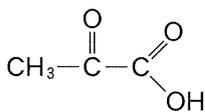
⑥



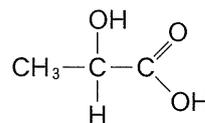
⑦



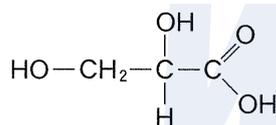
⑧



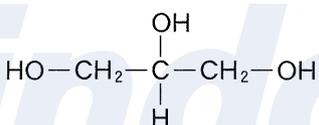
⑨



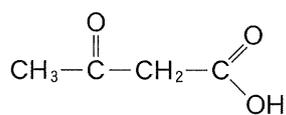
⑩



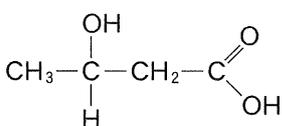
⑪



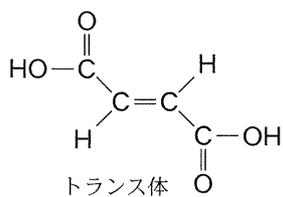
⑫



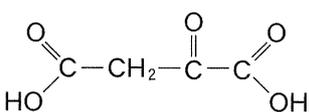
⑬



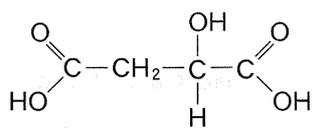
⑭



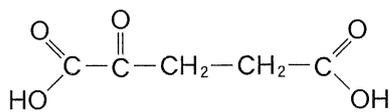
⑮



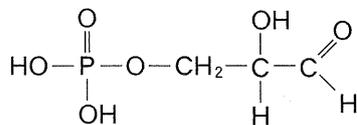
⑩



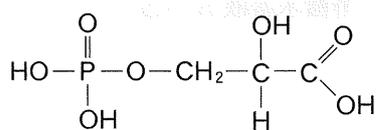
⑪



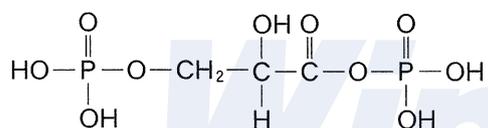
⑫



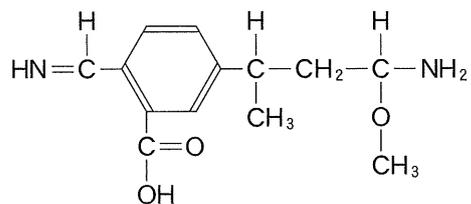
⑬



⑭



構造式の例



- 問 1 (1) ~ (8) に相当する分子の構造式を図 4 ① ~ ⑳ から選び番号を記せ。
- 問 2 アミノ酸④とアミノ酸③の構造式を例にならって記せ。
- 問 3 グリセリン(1, 2, 3-プロパントリオール)の 1 位の炭素原子のみを酸化するとグリセルアルデヒドを経てグリセリン酸が得られる。この反応を参考にして、下線部 a と b を図 5 ① ~ ⑳ からそれぞれ選び番号を記せ。
- 問 4 図 5 ⑤が酸化されて生じる可能性のあるものはどれか。図 5 ① ~ ⑳ から 2 つ選び番号を記せ。
- 問 5 図 5 ⑥が酸化されて生じるのはどれか。図 5 ① ~ ⑳ から 1 つ選び番号を記せ。
- 問 6 脱炭酸反応によりアセトンを生じるのはどれか。図 5 ① ~ ⑳ から 1 つ選び番号を記せ。
- 問 7 マレイン酸の幾何異性体はどれか。図 5 ① ~ ⑳ から 1 つ選び番号を記せ。
- 問 8 1.6×10^{-1} mol/L の乳酸水溶液 A と 1.0×10^{-1} mol/L 酢酸水溶液 B がある。

25 °C における電離定数は以下とする。

乳酸 $K_a = 1.4 \times 10^{-4}$ mol/L

酢酸 $K_a = 1.6 \times 10^{-5}$ mol/L

Windom

- 1) 溶液 A の電離度と水素イオン濃度 [mol/L] を求めよ。
- 2) 溶液 B の電離度と水素イオン濃度 [mol/L] を求めよ。
- 3) 溶液 A 100 mL と溶液 B 100 mL を混合し溶液 C を作成した。C の体積は 200 mL とする。
溶液 C における乳酸の電離度と酢酸の電離度、および水素イオン濃度 [mol/L] を求めよ。

溶液 A, B, C ともに 25 °C とする。

なお、電離度が 5×10^{-2} 以下の場合には $1 - \text{電離度} = 1$ と近似できるものとする。

1) 2) 3) の答えは四捨五入により有効数字 2 桁で記せ。

必要なら次の値を使え。 $\sqrt{2} = 1.414$, $\sqrt{3} = 1.732$, $\sqrt{5} = 2.236$, $\sqrt{7} = 2.646$

Windom

2 次の文を読み、問に答えよ。

現代社会では、図1に示すような様々な合成高分子化合物でつくられた製品が利用されている。これまで広く利用されてきた合成高分子化合物はひとたび自然界に廃棄されると長期間にわたり分解されないことが問題となってきた。そこで環境負荷の少ない生分解性高分子化合物の利用が求められている。生分解性高分子化合物の多くは、使用後に微生物により分解し水と二酸化炭素となるからである。この性質を利用して、医療材料の縫合糸にはポリグリコール酸や、グリコール酸-乳酸の共重合体などが利用されている。共重合とは2種類以上のモノマーを重合させたものである。これを使った縫合糸は生体に使用したのち約3～6カ月で完全に分解するため抜糸の必要がない。グリコール酸-乳酸共重合体の一部の構造例を図2に示す。

問1 ポリアミドは図1①～⑫のうちどれか。すべて選び番号を記せ。

問2 ポリエステルは図1①～⑫のうちどれか。すべて選び番号を記せ。

問3 モノマーの付加重合で合成されるのは図1①～⑫のうちどれか。すべて選び番号を記せ。

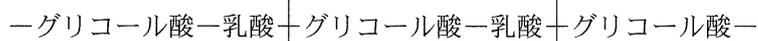
問4 エチレングリコールとテレフタル酸の縮合重合により合成されるのは図1①～⑫のうちどれか。1つ選び番号を記せ。

問5 生分解して酒石酸を生じるのは図1①～⑫のうちどれか。1つ選び番号を記せ。

問6 アジピン酸と過剰量のヘキサメチレンジアミンを用いて縮合重合を行ったところ、分子鎖の両末端にアミノ基をもつ直鎖状のナイロン66(平均分子量4207)が得られた。このナイロン66の末端アミノ基の数と分子内のアミド結合の数の比(平均値)を求めよ。なお、比は四捨五入により整数で記せ。解答欄には 内に入る数値を記せ。

末端のアミノ基数：分子内のアミド結合 = 1 :

問7 以下に示すグリコール酸-乳酸共重合体の構造における 内の構造式を例にならって記せ。



問8 平均分子量93600のポリスチレン10.4gを濃硫酸とともに加熱し、一部のベンゼン環にスルホ基を導入した。このポリマーの元素分析を行ったところ、硫黄の質量パーセントは10.0%であった。

1) ポリスチレンは図1①～⑫のうちどれか。1つ選び番号を記せ。

2) 濃硫酸とともに加熱した後得られたポリマーの平均分子量を求めよ。答えは四捨五入により有効数字2桁で記せ。

3) 得られたポリマー1.00g中のスルホ基を中和するために必要な0.100 mol/Lの水酸化ナトリウム溶液の量を求めよ。答えは四捨五入により整数で記せ。

図 1

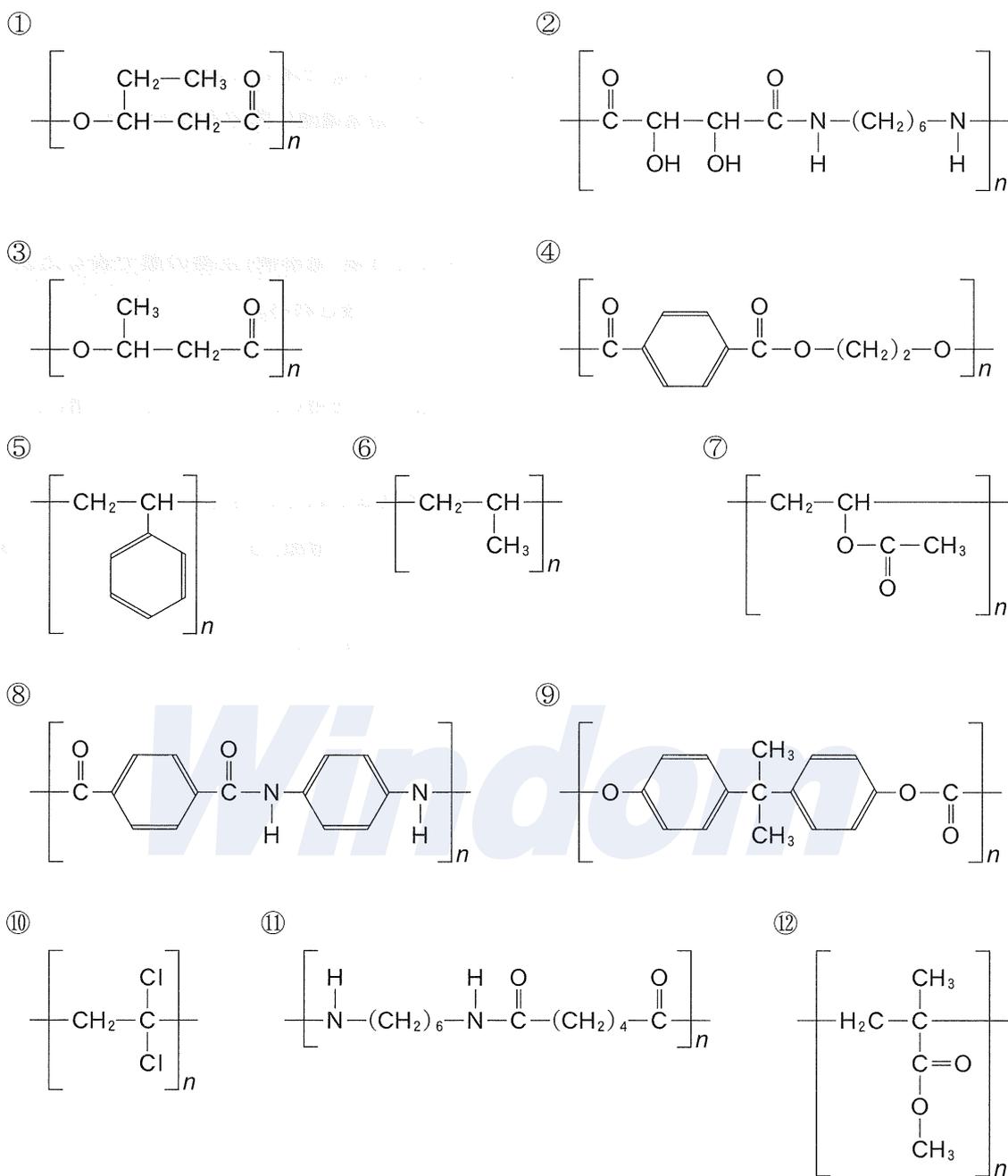
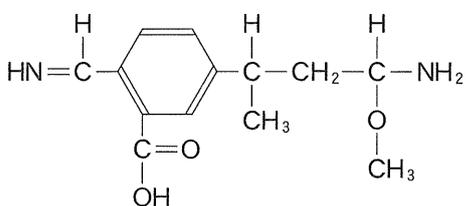


図 2

—グリコール酸—乳酸—グリコール酸—乳酸—グリコール酸—

構造式の例



化 学 (その2)

3 鉛蓄電池を質量パーセント濃度 25 % の硫酸水溶液 4.00 kg を用いて作成した。この鉛蓄電池の放電により 1.93 (A) の電流を 5 時間流した。放電後の鉛蓄電池に関する以下の問に答えよ。なおファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

問 1 「電池式」とは、電池を構成する電極と電解液を負極|電解液|正極の順で表した式であり、ボルタ電池の場合には $\text{Zn}|\text{H}_2\text{SO}_4\text{aq}|\text{Cu}$ のように表される。

鉛蓄電池の電池式を表せ。

問 2 放電時に負極、正極で起こる変化をそれぞれ電子 e^- を用いたイオン反応式で書け。

問 3 鉛蓄電池全体の反応式を答えよ。

問 4 放電によってこの電池の負極、正極の電極の質量はそれぞれ何 g ずつ増減するか。四捨五入のうえ有効数字 3 桁で答えよ。解答は「・・・グラム増加」あるいは「・・・グラム減少」と示すこと。

問 5 放電によって硫酸水溶液の質量パーセント濃度は何%となったか。四捨五入のうえ小数点以下第 1 位まで求めよ。

Windom

4 次の問に答えよ。

問 1 不純物を含む亜鉛 80 mg を十分な量の塩酸と発生させることで生じた気体 X を、逆にしたメスシリンダーを用い、管内と管外の液面の高さを一致させた状態の水上置換によって捕集した。捕集した気体 X をすべて燃焼させると水が 18 mg 生成した。これらの実験は 27 °C で行なわれ、大気圧は 1.0×10^5 Pa、27 °C の水の飽和水蒸気圧が 3.6×10^3 Pa とした場合、メスシリンダー内に捕集された気体(気体 X と飽和水蒸気からなる混合気体)の 27 °C、大気圧下での体積(a)mL と 80 mg の亜鉛の純度(b)%を四捨五入のうえ小数点以下第 1 位まで求めよ。

なお気体定数を $R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol) とし、捕集の際に不純物は塩酸と反応しないものとする。

問 2 油脂 A は同一の高級飽和脂肪酸で構成されている。40.3 g の油脂 A をけん化するのに水酸化カリウムが 8.40 g 必要であった。油脂 A を構成している高級飽和脂肪酸の示性式を例に倣って示し、その脂肪酸の分子名を答えよ。また油脂 A の分子量を整数値で答えよ。小数点以下の数字が出た場合には四捨五入せよ。(例: $C_{11}H_{23}COOH$)

問 3 銀の単位格子の 1 辺の長さを 4.07×10^{-8} cm であるとする、 1.0 cm^3 中にはおよそ(a)個の銀原子が含まれることになり、その密度はおよそ(b)g/cm³ と求められる。a、b に入る値をそれぞれ四捨五入のうえ有効数字 3 桁で答えよ。

なお、アボガドロ定数は 6.0×10^{23} /mol とする。

問 4 0.015 mol/L の水酸化ナトリウム(NaOH)と 0.020 mol/L の炭酸ナトリウム(Na_2CO_3)の混合液 60 mL に対して、0.10 mol/L の希塩酸(HCl)を用いて滴定をおこなったところ、(a)mL を要したところで第 1 中和点となった。そのまま滴定を続けると HCl を合計(b)mL したところで第 2 中和点に達した。

上記の文章の a、b に入る値を整数で答えよ。小数点以下の数値が出た場合は四捨五入せよ。

問 5 メタンとエタンの混合物がある。これを完全燃焼させたところ、二酸化炭素 30.8 g と水(液体)21.6 g を得た。この完全燃焼に必要な酸素の最小の体積は標準状態で何 L か。四捨五入のうえ小数点以下第 1 位まで求めよ。なお、標準状態における酸素 1 mol の体積は 22.4 L とし、生成した水はすべて液体であるとする。

問 6 0.25 mol/L の酢酸水溶液と 0.18 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液を用いて、pH 4.0 の緩衝液を調製するには、酢酸水溶液と酢酸ナトリウム水溶液を体積比(A) : 1 の割合で混合すればよい。(A)の値を整数で答えよ。小数点以下の数値が出た場合は四捨五入せよ。ただし酢酸の電離定数、 $K_a = 1.80 \times 10^{-5}$ mol/L とする。

問 7 6.0 L の密封容器に 2.0 L の水と 1.0 mol の二酸化炭素を入れ、温度を 27 °C に保ちしばらく放置した。1.0 × 10⁵ Pa の圧力下において、二酸化炭素は 27 °C の水 1.0 L に 0.076 mol 溶解する。このとき、容器内の圧力を四捨五入のうえ有効数字 2 桁で求めよ。ただし、気体定数を $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とし、水の蒸気圧は無視できるものとする。

問 8 下記の表のような反応熱が与えられたとき、メタン CH₄ の C-H の結合エネルギーは何 kJ/mol となるか整数で答えよ。小数点以下の数値が出た場合には四捨五入せよ。

黒鉛の昇華熱：718 kJ/mol
H ₂ O(液)の生成熱：286 kJ/mol
CO ₂ (気)の生成熱：394 kJ/mol
CH ₄ (気)の生成熱：74 kJ/mol
結合エネルギー：H-H：436 kJ/mol

Windom