

※選抜は物理・化学・生物から2科目選択
学士は化学・生物必須

試験時間 100分

- 注意事項**
- この科目の問題用紙は10ページ、解答用紙はマークカード1枚である。
 - 問題用紙の表紙の注意事項をよく読み、解答は解答用紙(マークカード)の指定された箇所に記入すること。
 - 各問題の選択肢のうち質問に適した答を1つだけ選びマークすること。1問に2つ以上解答した場合は誤りとする。
 - 問題用紙は解答用紙(マークカード)とともに机上に置いて退出すること。持ち帰ってはいけない。
 - 必要があれば次の数値を用いよ。
原子量 H: 1.0 N: 14.0 O: 16.0 Cu: 63.5 Ag: 108

[1] 次の[1]~[8]の間に答えよ。答は各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

- [1] 周期表の第2周期~第5周期のハロゲンに関する次の記述の中から誤っているものを2つ選べ。 1
- 原子番号が大きいものほど原子の電気陰性度は小さい。
 - 原子番号が大きいものほど原子のイオン化エネルギーは大きい。
 - 原子番号が大きいものほど単体の酸化力は弱い。
 - 原子番号が大きいものほど単体の融点や沸点は高い。
 - 原子番号が大きいものほど水素との化合物(ハロゲン化水素)の融点や沸点は高い。
- ① a, b ② a, c ③ a, d ④ a, e ⑤ b, c
⑥ b, d ⑦ b, e ⑧ c, d ⑨ c, e ⑩ d, e

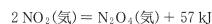
- [2] マグネシウム Mg とカルシウム Ca はどちらも周期表の2族に属する元素である。次の記述のうち、カルシウムのみ当てはまるものはどれか。 2
- 炎色反応を示す。
 - 単体は熱水と反応して水素を発生する。
 - 酸化物は酸と反応して塩をつくる。
 - 炭酸塩は水に溶けやすい。
 - 硫酸塩は水に溶けやすい。

- [3] 0.10 mol/L 酢酸水溶液 10 mL に 0.10 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 2.5 mL を加えた。25℃におけるこの水溶液の pH はいくらか。ただし、25℃における酢酸の電離定数を 2.5×10^{-5} mol/L とする。また、 $\log 2 = 0.30$, $\log 3 = 0.48$ とせよ。 3
- ① 2.9 ② 3.2 ③ 3.9 ④ 4.1 ⑤ 4.8 ⑥ 5.1

- [4] 次の化合物中の炭素原子の酸化数の大小関係を正しく表しているものはどれか。 4
- a. 一酸化炭素 b. 二酸化炭素 c. メタン
- $a > b > c$
 - $a > c > b$
 - $b > a > c$
 - $b > c > a$
 - $c > a > b$
 - $c > b > a$

- [5] 図は、25℃、1013 hPa における 1 mol の水の生成に関する反応熱と水の状態変化のエネルギーを示している。次の記述のうち、正しいものはどれか。 5
-
- 1 mol の水素 H_2 が完全燃焼して H_2O (気体) を生成するとき、925 kJ の熱量を放出する。
 - 1 mol の H_2O (気体) が凝縮するとき、44 kJ の熱量を吸収する。
 - H_2O の O-H 結合の結合エネルギーは 969 kJ/mol である。
 - 水素 H_2 の H-H 結合の結合エネルギーは 683 kJ/mol である。
 - 酸素 O_2 の O=O 結合の結合エネルギーは 494 kJ/mol である。

[6] 次式は二酸化窒素 NO_2 (気体) が四酸化二窒素 N_2O_4 (気体) になる反応の熱化学方程式である。

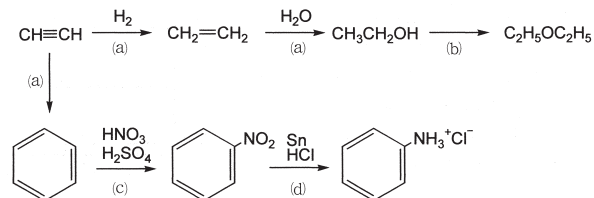


ピストン付き注射筒を2つ用意し、一方には窒素を、他方には二酸化窒素と四酸化二窒素の混合気体を、同体積ずつ室温で密封した。これらの注射筒を同じ温度の熱湯につけると、混合気体の体積は窒素の体積(ア)、混合気体の色(赤褐色)は熱湯につける前より(イ)なる。空欄(ア)と(イ)に当てはまるものが順に並んでいるものはどれか。

- 6
- より大きくなり、濃く
 - より大きくなり、薄く
 - と変わらず、濃く
 - と変わらず、薄く
 - より小さくなり、濃く
 - より小さくなり、薄く

- [7] 次の記述のうち正しいものを2つ選べ。 7
- 枝分かれ状の構造をもつアルカンの沸点は、同じ炭素原子数の直鎖状のアルカンの沸点より高い。
 - アルケンを完全燃焼させるとき、生成する二酸化炭素と水の物質量の比は1:2である。
 - 分子式 C_nH_{2n} で示されるアルキンの構造異体は2種類のみである。
 - ベンゼンの炭素原子間の結合距離は、炭素-炭素単結合の結合距離より短く、炭素-炭素二重結合の結合距離より長い。
 - ベンゼン環に2つの置換基がある場合、構造異体は2種類のみである。
- ① a, b ② a, c ③ a, d ④ a, e ⑤ b, c
⑥ b, d ⑦ b, e ⑧ c, d ⑨ c, e ⑩ d, e

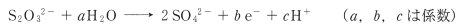
- [8] 下の有機化合物の相互関係図において、反応(a)は(ア)反応、反応(b)は(イ)反応、反応(c)は(ウ)反応である。アセチレンからベンゼンが生じる反応は、とくに(ア)重合とよばれる。反応(d)ではニトロベンゼンが(エ)される。空欄(ア)~(エ)に当てはまるものが順に並んでいるものはどれか。 8



- 付加、置換、縮合、酸化
- 付加、置換、縮合、還元
- 付加、縮合、置換、酸化
- 付加、縮合、置換、還元
- 縮合、置換、付加、酸化
- 縮合、置換、付加、還元
- 縮合、付加、置換、酸化
- 縮合、付加、置換、還元

【II】酸化と還元に関する次の[1]～[4]の間に答えよ。答は各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

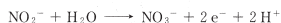
[1] チオ硫酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ は、水溶液中で塩素を還元する。このとき次のイオン反応式に表されるように、チオ硫酸イオンは硫酸イオンになる。



係数 a, b, c に当てはまる数字が順に並んでいるものはどれか。 9

- ① 4, 6, 8 ② 4, 8, 8 ③ 4, 10, 8 ④ 5, 8, 10 ⑤ 5, 10, 10
⑥ 5, 12, 10 ⑦ 6, 10, 12 ⑧ 6, 14, 12 ⑨ 10, 18, 20 ⑩ 10, 22, 20

[2] 亜硝酸カリウム KNO_2 の酸性水溶液に過マンガン酸カリウム KMnO_4 を加えると亜硝酸イオンが還元剤として働く。このときの亜硝酸イオンの働きは次のイオン反応式で表される。



亜硝酸カリウム 3.4g は過マンガン酸カリウム x .yg を還元する。ただし、 x は 1 位、 y は小数点以下第 1 位の数字である。 x, y それぞれに当てはまる数字はどれか。同じ選択肢を何回使ってもよい。また、亜硝酸カリウムの式量を 85、過マンガン酸カリウムの式量を 158 とせよ。

x は 10、 y は 11 である。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

[3] 銅板を硝酸銀水溶液に浸すと、銅がイオンとして水溶液中に溶け出し、銅板の質量が変わるとともに銅板表面に銀が析出する。銅板を 0.10 mol/L 硝酸銀水溶液 100 mL に浸したところ、銅板と析出した銀の質量の合計が、水溶液に浸す前の銅板の質量よりも 76 mg 増加した。このときの水溶液中の銅イオンの濃度は何 mol/L か。ただし、銅板を浸している間の水溶液の体積変化はないものとする。 12

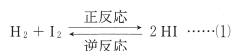
- ① 5.0×10^{-4} ② 3.5×10^{-3} ③ 5.0×10^{-3} ④ 7.0×10^{-3}
⑤ 9.0×10^{-3} ⑥ 1.2×10^{-2} ⑦ 1.8×10^{-2} ⑧ 3.5×10^{-2}

[4] 白金電極を用いた電解槽に硫酸銅(II)水溶液を入れ、電源としてダニエル電池を使用し、電気分解を行う。電気分解の前後で値が変わらないものはどれか。 13

- ① ダニエル電池の正極の質量
② ダニエル電池の負極の質量
③ 電解槽の陽極の質量
④ 電解槽の陰極の質量
⑤ 電解槽中の水溶液の水素イオン濃度

【III】次の文章を読み、[1]～[5]の間に答えよ。答は各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

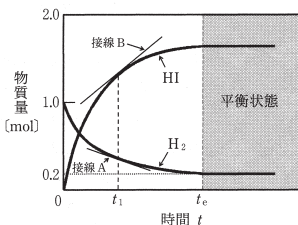
水素 H_2 とヨウ素 I_2 からヨウ化水素 HI が生成する反応は、次式で表される可逆反応である。



正反応の反応速度定数を k_1 、逆反応の反応速度定数を k_2 とすると、平衡定数 K は次式で表される。

$$K = \frac{k_1}{k_2} \cdots (2)$$

容積が一定の真空の容器に気体の水素 1.0 mol と気体のヨウ素 1.0 mol を充填し、ある一定温度を保ちながら反応させたところ、容器内の水素、ヨウ化水素の物質量は右図に示すように変化した。また、反応開始後、時間 t_e のときに平衡に達し、平衡状態での水素の物質量は 0.20 mol であった。



[1] ある時間 t_1 において、水素は a [mol]、ヨウ化水素は b [mol] 存在していた。 a と b の関係を表した式はどれか。 14

- ① $a + b = 1$ ② $a + 2b = 1$ ③ $2a + b = 1$
④ $a + b = 2$ ⑤ $a + 2b = 2$ ⑥ $2a + b = 2$

[2] ある時間 t_1 において、水素の物質量の変化を表した曲線に接線 A を引き、ヨウ化水素の物質量の変化を表した曲線に接線 B を引いた。それぞれの接線の傾きの絶対値を m, n とすると、 n は (ア) を表しており、 m と n の関係は (イ) で表される。空欄 (ア) と (イ) に当てはまるものが順に並んでいるものはどれか。 15

- ① ヨウ化水素の生成速度、 $m = 2n$ ② ヨウ化水素の生成速度、 $2m = n$
③ ヨウ化水素の生成速度、 $m = n$ ④ 正反応の反応速度、 $m = 2n$
⑤ 正反応の反応速度、 $2m = n$ ⑥ 正反応の反応速度、 $m = n$
⑦ 正反応の反応速度定数、 $m = 2n$ ⑧ 正反応の反応速度定数、 $2m = n$
⑨ 正反応の反応速度定数、 $m = n$

[3] 平衡状態での正反応の反応速度は、反応開始時の何倍か。 16

- ① 0.040 ② 0.080 ③ 0.10 ④ 0.20
⑤ 0.40 ⑥ 0.64 ⑦ 1.0 ⑧ 1.6

[4] この実験における k_1 と k_2 の関係を表した式はどれか。 17

- ① $k_1 = k_2$ ② $k_1 = 4k_2$ ③ $k_1 = 8k_2$ ④ $k_1 = 16k_2$ ⑤ $k_1 = 64k_2$
⑥ $4k_1 = k_2$ ⑦ $8k_1 = k_2$ ⑧ $16k_1 = k_2$ ⑨ $64k_1 = k_2$

[5] 固体の触媒を加えて同じ実験を行うと、触媒を加えないときと比べて、正反応の反応速度は (ア)、 K の値は (イ)。また、平衡状態でのヨウ化水素の物質量は (ウ)。空欄 (ア)～(ウ) に当てはまるものが順に並んでいるものはどれか。ただし、触媒の体積は無視できるものとする。 18

- ① 大きくなり、大きくなる、増加する
② 大きくなり、大きくなる、変わらない
③ 大きくなるが、変わらない、増加する
④ 大きくなるが、変わらない、変わらない
⑤ 変わらないが、大きくなる、増加する
⑥ 変わらないが、大きくなる、変わらない
⑦ 変わらず、変わらない、増加する
⑧ 変わらず、変わらない、変わらない

【IV】硝酸に関する次の[1]～[4]の間に答えよ。答は各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

[1] 硝酸塩に濃硫酸を加えて加熱すると硝酸(気体)が発生する。これは濃硫酸がどのような性質の酸であることによるものか。また、それと同じ理由によって気体が発生する操作はどれか。正しい組み合わせを選べ。 19

- | | |
|-------------|----------------------|
| <濃硫酸の性質> | <気体が発生する操作> |
| a. 酸化力が強い。 | ア. 銅に濃硫酸を加えて加熱する。 |
| b. 不揮発性である。 | イ. ホタル石に濃硫酸を加えて加熱する。 |
| c. 脱水作用を示す。 | ウ. 苛性に濃硫酸を加えて加熱する。 |
- ① a, ア ② a, イ ③ a, ウ ④ b, ア ⑤ b, イ
⑥ b, ウ ⑦ c, ア ⑧ c, イ ⑨ c, ウ

[2] 1 mol/L の硝酸を 100 mL つくるには濃硝酸が何 mL 必要か。ただし、濃硝酸の質量パーセント濃度を 63%、密度を d (g/cm^3) とする。 20

- ① $\frac{1}{10d}$ ② $\frac{1}{d}$ ③ $\frac{10}{d}$ ④ $\frac{d}{10}$ ⑤ d ⑥ $10d$

[3] 濃硝酸を作用させたとき不動態にならない金属の組み合わせはどれか。 21

- ① アルミニウム、カリウム ② アルミニウム、銀 ③ アルミニウム、ニッケル
④ カリウム、銀 ⑤ カリウム、ニッケル ⑥ 銀、ニッケル

[4] 銅 Cu と亜鉛 Zn の合金である黄銅を希硝酸で溶かし、その水溶液中の銅(II)イオンと亜鉛イオンのどちらかを沈殿として分離したい。そのための操作とその結果の記述として正しいものは次のうちどれか。 22

- ① 水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると、銅の化合物のみが沈殿する。
② 水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると、亜鉛の化合物のみが沈殿する。
③ アンモニア水を過剰に加えると、銅の化合物のみが沈殿する。
④ アンモニア水を過剰に加えると、亜鉛の化合物のみが沈殿する。
⑤ 塩酸を加えると、銅の化合物のみが沈殿する。
⑥ 塩酸を加えると、亜鉛の化合物のみが沈殿する。

【V】 次の[1]～[5]の間に答えよ。答は各問の①から始まる選択肢の中から選べ。

[1] 結晶中で六員環構造をとっているグルコースは、水溶液中では、一部分の分子の六員環構造が開裂して鎖状構造をとるので、六員環構造と鎖状構造を合わせて(ア)種類の異性体が一定の割合で存在し、平衡状態となっている。デンプンはグルコースが直鎖状につながった構造のみをもつ分子と、枝分かれ状の構造をもつ分子の混合物である。直鎖状につながった構造のみをもつデンプン分子を(イ)という。試験管AとBがあり、一方の試験管にはグルコースの水溶液が、他方にはデンプンの水溶液が入っている。試験管A中の水溶液は銀鏡反応をはっきりと示さなかったが、試験管B中の水溶液は明らかに示した。したがって、試験管Aには(ウ)の水溶液が入っている。空欄(ア)～(ウ)に当てはまるものが順に並んでいるものはどれか。 23

- | | |
|---------------------|--------------------|
| ① 2, アミロース, グルコース | ② 2, アミロース, デンプン |
| ③ 2, アミロペクチン, グルコース | ④ 2, アミロペクチン, デンプン |
| ⑤ 3, アミロース, グルコース | ⑥ 3, アミロース, デンプン |
| ⑦ 3, アミロペクチン, グルコース | ⑧ 3, アミロペクチン, デンプン |
| ⑨ 4, アミロース, グルコース | ⑩ 4, アミロペクチン, デンプン |

[2] グルタミン酸には、不斉炭素原子があり、光学異性体が存在する。ヒトの体を構成するタンパク質は(ア)からできている。タンパク質であるアルブミン中には、ペプチド結合部分のC=O基と別のペプチド結合部分のN-H基との間の水素結合によって、らせん形構造とジグザグ形構造が存在する。このような構造をタンパク質の(イ)構造という。試験管AとBがあり、一方の試験管にはグルタミン酸の水溶液が、他方にはアルブミンの水溶液が入っている。試験管A中の水溶液はビウレット反応を示さなかったが、試験管B中の水溶液は示した。したがって、試験管Aには(ウ)の水溶液が入っている。空欄(ア)～(ウ)に当てはまるものが順に並んでいるものはどれか。 24

- | | |
|----------------------|---------------------|
| ① L-アミノ酸, 一次, グルタミン酸 | ② D-アミノ酸, 一次, アルブミン |
| ③ L-アミノ酸, 二次, グルタミン酸 | ④ L-アミノ酸, 二次, アルブミン |
| ⑤ L-アミノ酸, 三次, グルタミン酸 | ⑥ L-アミノ酸, 三次, アルブミン |
| ⑦ D-アミノ酸, 二次, グルタミン酸 | ⑧ D-アミノ酸, 二次, アルブミン |
| ⑨ D-アミノ酸, 三次, グルタミン酸 | ⑩ D-アミノ酸, 三次, アルブミン |

[3] 天然の高級脂肪酸のうち、不飽和結合を多く含む不飽和脂肪酸の融点は炭素数が同じ飽和脂肪酸の融点より(ア)。けん化価(1gの油脂をけん化するのに必要な水酸化カリウムの質量をミリグラム単位で表した数値)が大きい油脂ほど、分子量が(イ)脂肪酸を構成成分として多く含む。試験管AとBがあり、一方の試験管にはステアリン酸のエーテル溶液が、他方には大豆油のエーテル溶液が入っている。試験管Aにヨウ素を添加すると溶質にヨウ素が付加したが、試験管Bにヨウ素を添加しても溶質に何の変化も起こらなかった。したがって、試験管Aには(ウ)が入っている。空欄(ア)～(ウ)に当てはまるものが順に並んでいるものはどれか。 25

- | | |
|-------------------|----------------|
| ① 低い, 小さい, ステアリン酸 | ② 低い, 小さい, 大豆油 |
| ③ 低い, 大きい, ステアリン酸 | ④ 低い, 大きい, 大豆油 |
| ⑤ 高い, 小さい, ステアリン酸 | ⑥ 高い, 小さい, 大豆油 |
| ⑦ 高い, 大きい, ステアリン酸 | ⑧ 高い, 大きい, 大豆油 |

[4] 2本のヌクレオチド鎖からなるDNA(デオキシリボ核酸)は、一方の分子鎖の塩基が他方の分子鎖の決まった塩基と水素結合し(このような塩基どうしの関係を相補性という)、二重らせん構造を形成している。相補性が保たれている2本鎖のDNAの塩基組成(各塩基数の割合)を調べたところ、あるDNAではRNA(リボ核酸)にはない塩基が20%含まれていた。したがって、このDNAにはグアニンが(ア)%含まれている。グアニンを多く含む2本鎖のDNAは、グアニンの少ない同じ長さの2本鎖のDNAより水素結合の数が(イ)、熱を加えることによる1本鎖のDNAへの変化が(ウ)。空欄(ア)～(ウ)に当てはまるものが順に並んでいるものはどれか。ただし、2本鎖のDNAでは相補性が保たれ、すべての塩基が水素結合しているものとする。 26

- | | |
|-------------------|-------------------|
| ① 20, 多く, 起こりにくい | ② 20, 多く, 起こりやすい |
| ③ 20, 少なく, 起こりにくい | ④ 20, 少なく, 起こりやすい |
| ⑤ 30, 多く, 起こりにくい | ⑥ 30, 多く, 起こりやすい |
| ⑦ 30, 少なく, 起こりにくい | ⑧ 30, 少なく, 起こりやすい |
| ⑨ 40, 多く, 起こりにくい | ⑩ 40, 少なく, 起こりやすい |

[5] 核酸の構成成分であるアデニンは、エネルギーの放出・貯蔵に便利なATP(アデノシン三リン酸)の構成成分でもある。下図に示すように、ATPはアデニンとリボースが結合したアデノシンに、リン酸3分子が(ア)結合したものであり、高エネルギーリン酸結合を(イ)個含んでいる。この結合が加水分解されるときに放出されるエネルギーを、生物は種々の活動に利用している。光合成は、葉緑体をもつ植物が光エネルギーによって二酸化炭素と水から糖類を合成する反応であり、この反応では水が(ウ)剤として働いている。合成された糖類が、生体内の好気呼吸や嫌気呼吸によって分解されると、エネルギーが取り出され、ATPとして貯蔵される。空欄(ア)～(ウ)に当てはまるものが順に並んでいるものはどれか。 27

- | | |
|---------------|---------------|
| ① エーテル, 2, 酸化 | ② エーテル, 2, 還元 |
| ③ エーテル, 3, 酸化 | ④ エーテル, 3, 還元 |
| ⑤ エステル, 1, 酸化 | ⑥ エステル, 1, 還元 |
| ⑦ エステル, 2, 酸化 | ⑧ エステル, 2, 還元 |
| ⑨ エステル, 3, 酸化 | ⑩ エステル, 3, 還元 |

