

理 科

(前期日程・100点)

2月25日(火) 13:30～15:00 (90分)

注 意 事 項

- 1 監督者の指示があるまで、この問題冊子と別の答案冊子を開いてはいけません。
- 2 出題科目、ページ、および選択方法は下表のとおりです。

出題科目	ページ	選 択 方 法
化 学	1 ～ 10	生物資源学部および海洋生物資源学部の受験者は、 化学または生物のいずれかを、恐竜学部の受験者は化 学、生物または地学のいずれかを選択してください。
生 物	11 ～ 18	
地 学	19 ～ 30	

- 3 別に答案冊子(答案用紙は化学3枚、生物3枚、地学4枚)があります。
- 4 試験中に問題冊子および答案冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁、汚れ等に
気付いた場合は、静かに手を挙げて監督者に知らせてください。
- 5 監督者の指示に従って、**選択する科目の答案用紙**のそれぞれの所定の欄に**氏名**
(1箇所)と**受験番号**(2箇所)を記入してください。
- 6 試験開始の合図の後に、答案冊子の折り目を丁寧に切り離してください。切り離
し損なった人は、静かに手を挙げて監督者に知らせてください。
- 7 解答は選択する科目の答案用紙(化学3枚、生物3枚または地学4枚)の所定の欄
に記入してください。所定の欄以外に書いた解答は無効です。
- 8 答案用紙の横線より上の部分には、氏名と受験番号のほかは記入してはいけませ
ん。右寄りに引かれた縦線より右の部分には、なにも書いてはいけません。
- 9 問題冊子の余白は下書き用として使ってもかまいません。ただし、どのページも
切り離してはいけません。
- 10 試験終了時刻まで退室してはいけません。
- 11 試験終了後は、選択した1つの科目の**答案用紙だけ**(化学3枚、生物3枚または
地学4枚)を監督者の指示に従って提出してください。
- 12 選択した1つの科目の答案用紙以外は、すべて持ち帰ってください。

化 学

(第 1 問～第 3 問)

計算に必要ならば、次の数値を用いよ。

原子量： H = 1.0 C = 12 N = 14 O = 16 Na = 23 Mg = 24

S = 32 Cl = 35.5 K = 39 Ca = 40

第 1 問 次の問 1、問 2 に答えよ。(配点 40 点)

問 1 次の文章を読み、設問 a～c に答えよ。

水分子は、2 個の水素原子と 1 個の酸素原子がそれぞれ価電子を出し合って
ア 電子対をつくっている。一方、水分子の中の酸素原子には
ア 結合には使われていない価電子が対になって存在する。このような電
子対を イ 電子対という。結合する原子の片方から イ 電子対が
一方的に提供され、それが共有されて生じる結合を特に ウ 結合という。
水溶液中の水素イオンは単独では存在せず、水分子と ウ 結合して
エ イオンとなっている。

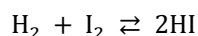
一般に、異なる原子の間で ア 結合が形成されると、 ア 電子
対は一方の原子に引き寄せられている。この強さの尺度を オ といい、
オ の違いによって結合に電荷のかたよりがあることを極性があるとい
う。とくに、 オ の大きい原子同士の間には、水素原子をはさんで形成さ
れる結合を カ 結合という。①水が他の物質と比べて特異的な性質を示す
のは、おもに カ 結合に起因する。

多原子分子においては、分子内の結合に極性があっても②分子全体としては極性
が打ち消されて、無極性分子になるものもある。

- a 文章の空欄 **ア** ～ **カ** にあてはまる適切な語を記せ。
ただし、同じ記号の空欄には同じ語が入る。
- b 下線部①に関して、氷は水の上に浮く。この理由を 60 字以内で説明せよ。
- c 下線部②に関して、次の分子の中で無極性分子はどれか。あてはまるものをすべて選べ。
- 水 硫化水素 アンモニア 二酸化炭素 メタン メタノール

問2 次の文章を読み、設問 a～c に答えよ。

水素 H_2 とヨウ素 I_2 を密閉容器に入れて一定温度に保つと、次のようにヨウ化水素 HI が生成する可逆反応が進行し、平衡状態に達する。



H_2 , I_2 , HI のモル濃度をそれぞれ $[\text{H}_2]$, $[\text{I}_2]$, $[\text{HI}]$ とすると、平衡定数 K はこれらのモル濃度を用いて

$$K = \frac{\boxed{\text{ア}}}{\boxed{\text{イ}} \boxed{\text{ウ}}}$$

と表される。また、 HI の生成反応の反応速度を v_1 , HI の分解反応の反応速度を v_2 とすると、 v_1 , v_2 はそれぞれ反応速度定数 k_1 , k_2 を用いて次のように表される。

$$v_1 = k_1[\text{H}_2][\text{I}_2], \quad v_2 = k_2[\text{HI}]^2$$

したがって、上記の平衡定数は、反応速度定数を用いて $K = \boxed{\text{エ}}$ と表される。

a 文章の空欄 $\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{エ}}$ にあてはまる文字式を記せ。

b 密閉できる容器 5.0 L の中に 1.0 mol の H_2 および 0.8 mol の I_2 を加えて一定温度に保つと、1.2 mol の HI を生じて平衡に達した。この温度における平衡定数 K の値を求めよ。なお、計算による解答の有効数字は 2 桁とし、解答欄には計算の過程も示せ。

c この平衡反応は発熱反応であることが知られている。温度を高くすると、平衡定数の値はどのように変化すると考えられるか、理由とともに答えよ。

試験問題は次のページに続く。

第 2 問 次の問 1, 問 2 に答えよ。(配点 30 点)

問 1 次の文章を読み, 設問 a, b に答えよ。

常温で固体の金属 Al, K, Fe, Cu, Zn, Ag, Pb は, それぞれ次の(1)～(7)の性質を示した。

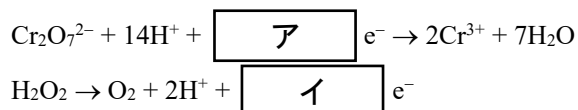
- (1) ナイフで小片を切り取ることができ, 水に加えたら激しく反応した。その水溶液に塩酸を少量加えてから炎色反応を試みたら赤紫色を示した。
- (2) 塩酸には溶けなかったが, 希硝酸には溶けた。その水溶液に塩化ナトリウムの水溶液を加えたが, 沈殿は生じなかった。
- (3) 希硫酸に溶けたので, その水溶液に水酸化ナトリウムを加えると①緑白色の沈殿が生じ, また, ヘキサシアニド鉄(III)カリウム水溶液を加えると濃青色の沈殿が生じた。
- (4) 硝酸には溶けた。その水溶液に銅線を浸したところ, 毛状の金属小片が多数析出した。
- (5) 希硝酸に溶けたので, その水溶液に硫化水素を通じたが反応しなかった。そこで, アンモニア水でアルカリ性としてから再び硫化水素を通じたら②白色沈殿が生じた。
- (6) 濃硝酸とは反応しなかったが, 水酸化ナトリウム水溶液に溶けた。この水溶液に塩酸を加えると③白色沈殿が生じた。塩酸を過剰に加えるとこの沈殿は溶解した。
- (7) 濃硝酸に溶けて無色の水溶液となった。この水溶液に, アンモニア水を加えると④白色沈殿が生じ, また, 硫酸を加えても⑤白色沈殿が生じた。

a (1)～(7)の性質を示したのはどの金属か, 元素記号で答えよ。

b 下線部①～⑤の沈殿の化学式を記せ。

問2 次の文章を読み、設問 a～c に答えよ。

①1.7%の過酸化水素水溶液（密度を 1.0 g/mL とする）3.0 mLを希硫酸で酸性とした後、②0.20 mol/L の二クロム酸カリウム水溶液を加えて反応を完了させることを考える。このとき、以下の反応が起こるとする。



- a 文章の空欄 $\boxed{\text{ア}}$, $\boxed{\text{イ}}$ にあてはまる電子数を答えよ。
- b 下線部①の水溶液に含まれる過酸化水素は何 mol か求めよ。なお、計算による解答の有効数字は2桁とし、解答欄には計算の過程も示せ。
- c 下線部②の水溶液は何 L 必要か求めよ。なお、計算による解答の有効数字は2桁とし、解答欄には計算の過程も示せ。

第3問 次の問1, 問2に答えよ。(配点 30点)

問1 次の文章を読み、設問 a, b に答えよ。

すべての生物は、アミノ酸を基本単位としてタンパク質分子を組み立てている。 α -アミノ酸とは、アミノ基と **ア** 基という2つの官能基が、同一の炭素原子に結合した有機化合物の総称で、図1のように表される。Rは側鎖とよばれ、表1に示すように α -アミノ酸の種類によって異なった構造をしている。グリシン以外のすべての α -アミノ酸に **イ** 炭素原子があり、立体異性体のうち **ウ** 異性体とよばれる異性体が存在する。また表1には、それぞれのアミノ酸の①等電点も示してある。

α -アミノ酸の分子間で、アミノ基と **ア** 基が脱水縮合してつくられるペプチド結合で繋がった化合物は、ペプチドと総称される。 α -アミノ酸が2つ、3つ繋がったものは、それぞれ **エ** ペプチド、 **オ** ペプチドと、多数の α -アミノ酸が鎖状に結合したものは、ポリペプチドとよばれる。

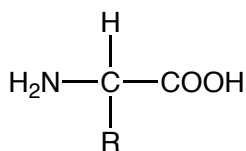


図1

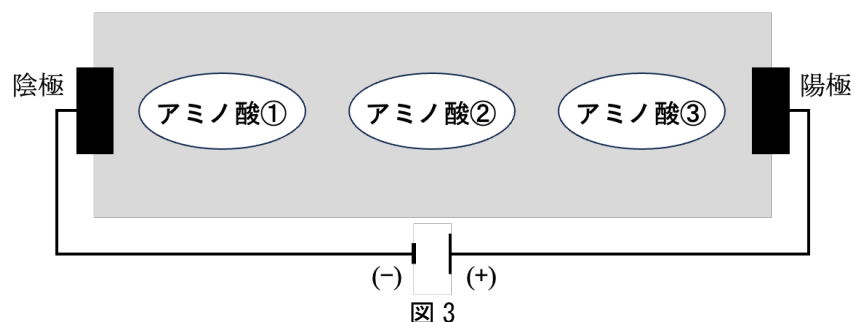
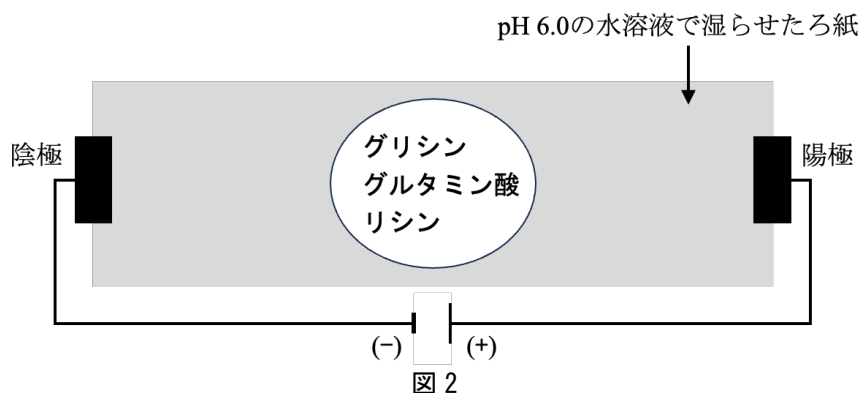
表1

名称	側鎖 (図1のR)	等電点
グリシン	H—	6.0
アラニン	イ CH ₃ —	6.0
フェニルアラニン	 —CH ₂ —	5.5
チロシン	HO—  —CH ₂ —	5.7
システイン	HS—CH ₂ —	5.1
メチオニン	イ CH ₃ —S—(CH ₂) ₂ —	5.7
セリン	HO—CH ₂ —	5.7
グルタミン酸	HOOC—(CH ₂) ₂ —	3.2
リシン	H ₂ N—(CH ₂) ₄ —	9.7

a 文章の空欄 **ア** ～ **オ** にあてはまる適切な語を記せ。ただし、同じ記号の空欄には同じ語が入る。

b 下線部①について、等電点の違いを利用して、電気泳動によりアミノ酸を分離することができる。図2に示すように、グリシン、グルタミン酸、リシンを含み、pHを6.0に調整した水溶液を、pH 6.0の水溶液で湿らせたろ紙の中央に染み込ませ、両端に電極を繋いで直流電圧を加え、電気泳動を実施したところ、図3のように、これらのアミノ酸が分離された。

このとき、アミノ酸①～アミノ酸③は、グリシン、グルタミン酸、リシンのどれにあたるか、アミノ酸の名称を記せ。また pH 6.0 の条件下で、グリシンは主になどのようなイオンとして存在するか、その構造式を、図1の例にならって記せ。



問2 次の文章を読み，設問 a～d に答えよ。

食用油やバターは，油脂とよばれる成分からできている。油脂は，図 4 に示す三価アルコールのグリセリンの ア 基と，脂肪酸の イ 基から水分子がとれ，脱水縮合した ウ である。一般に，常温で固体の油脂を エ，常温で液体の油脂を オ という。

油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると①けん化されて，高級脂肪酸のナトリウム塩とグリセリンが生じる。高級脂肪酸のナトリウム塩はセッケンとよばれ，②水と油の両方になじむ性質をもつ。

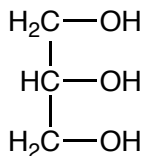


図 4

- a 文章の空欄 ア ～ オ にあてはまる適切な語を記せ。
- b 下線部①について，油脂 1 g を完全にけん化するのに必要な水酸化カリウム KOH の質量を mg 単位で表した数値をけん化価という。リノレン酸 $\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$ とグリセリンからなる油脂のけん化価を求めよ。なお，計算による解答の有効数字は3桁とし，解答欄には計算の過程も示せ。
- c 下線部②の性質によるコロイド生成を考慮し，「**乳化作用**」という語を使用し，セッケンが油污れを落とす作用について説明せよ。
- d セッケンを使った洗濯に硬水を使うと，セッケンの泡立ちが悪くなり，汚れが落ちにくくなる。この理由を説明せよ。

