

広島大学 前期 医学部 歯学部

学 力 検 査 問 題

理 科

平成 26 年 2 月 25 日

(理科 1 科目受験者)	(理科 2 科目受験者)
自 12 時 30 分	自 12 時 30 分
至 13 時 30 分	至 14 時 30 分

答案作成上の注意

- 1 この問題冊子には、物理(3～12 ページ)、化学(13～24 ページ)、生物(25～48 ページ)、地学(49～56 ページ)の各問題があります。総ページは 56 ページです。
- 2 解答用紙は、生物は 3 枚(表裏の計 6 ページ)です。
物理、化学、地学は、それぞれ 1 枚(表裏の 2 ページ)です。
- 3 化学、生物には、選択問題があります。
化学、生物の注意事項をよく読んで解答しなさい。
- 4 下書き用紙は、各受験者に 1 枚あります。
- 5 受験番号は、解答用紙の所定の場所に、必ず記入しなさい。
- 6 解答は、解答用紙に記入しなさい。
出願の際に届け出た科目以外の科目について解答しても無効となります。
- 7 配付した解答用紙は、持ち出してはいけません。
- 8 試験終了後、問題冊子及び下書き用紙は持ち帰ってください。

補足説明

化学 17 ページ〔Ⅱ〕問2

補足説明

N_2 , H_2 , NH_3 はすべて気体であるとする。

化 学 (4 問)

注 意 事 項

1 〔Ⅰ〕, 〔Ⅱ〕, 〔Ⅲ〕は必須問題である。〔Ⅳ〕は選択問題であり, 〔Ⅳ-a〕または〔Ⅳ-b〕のいずれか一つを選択し解答せよ。解答用紙の選択問題記入欄に, 選択した問題の番号(〔Ⅳ-a〕または〔Ⅳ-b〕)を○で囲み示すこと。

* 〔Ⅳ-a〕と〔Ⅳ-b〕を両問とも解答した場合には, 両問とも採点対象とはならず, 〔Ⅳ-a〕と〔Ⅳ-b〕はともに0点になる。

2 計算に必要な場合には, 次の原子量を用いよ。

H = 1.00 C = 12.0 O = 16.0 Na = 23.0 Cu = 63.5

3 計算問題を解答する場合には有効数字に注意し, 必要ならば四捨五入すること。

4 字数制限のある設問については, 句読点を含めた字数で答えること。

〔I〕 次の文章を読み、問1～問7の答えを解答欄に記入せよ。

シュウ酸2水和物 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ は安定な物質であるため、中和滴定や酸化還元反応を利用した滴定(酸化還元滴定)の標準物質に用いられる。一方、水酸化ナトリウムや過マンガン酸カリウムは長期間保管すると徐々に変化するため、これらの試薬の溶液の正確な濃度は、滴定で決定される。水酸化ナトリウム水溶液(水溶液A)および過マンガン酸カリウム水溶液(水溶液B)の濃度を求めるため、実験手順(1)～(3)にしたがって、中和滴定では水溶液Aを用い、酸化還元滴定では水溶液Bを用いて、一定量のシュウ酸水溶液に対してそれぞれの滴定を行った。

実験手順：

- (1) シュウ酸2水和物 0.315 g を純水に溶かし、メスフラスコ ^(a) を使って 250 mL の水溶液とした。
- (2) このシュウ酸水溶液 25.0 mL を、ホールピペット ^(b) を使って二つのビーカー ^(c) にそれぞれ入れた。中和滴定に用いるビーカーには指示薬Cを加えた。一方、酸化還元滴定に用いるビーカーには硫酸を加え、反応を速めるためビーカーの水溶液を温めた。
- (3) ビュレット ^(d) に水溶液Aまたは水溶液Bを入れたのち、ビュレットの水溶液をビーカーに滴下し、それぞれの終点までに滴下した量を記録した。

中和滴定における水溶液Aの滴下量は20.0 mLであった。一方、酸化還元滴定 ^① では、シュウ酸は酸化され、二酸化炭素と水素イオンを生じた。 ^② また、過マンガン酸イオンのマンガンは Mn^{2+} まで還元された。 ^③ この酸化還元滴定における水溶液Bの滴下量は10.0 mLであった。

問1 中和滴定で使用した指示薬Cとして適切なものを(ア)～(ウ)より一つ選び、その理由を(i)～(iii)より一つ選んで、それぞれ記号で答えよ。

指示薬：(ア) フェノールフタレイン溶液 (イ) メチルレッド溶液
(ウ) メチルオレンジ溶液

理由：(i) pH 7 よりも酸性側で変色するから。
(ii) pH 7 で変色するから。
(iii) pH 7 よりも塩基性側で変色するから。

問 2 過マンガン酸カリウム水溶液を用いた酸化還元滴定の実験手順(3)において、終点を示すビーカーの溶液の色の変化を簡潔に記せ。

問 3 実験において、下線部(a)~(d)の器具は、いずれも洗浄に使った純水でぬれていた。そこで、実験を適切に行うため、このうちの一部の器具は、共洗いしてから使用した。このような操作を行わなければならない器具を(a)~(d)よりすべて選び、記号で答えよ。なお、共洗いとは、使用する試薬溶液で内部を洗ったのち捨てる操作を繰り返すことである。

問 4 下線部①の結果を用いて、水溶液 A の水酸化ナトリウムの濃度〔mol/L〕を有効数字 3 桁で求めよ。

問 5 下線部②の酸化還元反応において、(i)過マンガン酸イオンおよび(ii)シュウ酸の電子の授受を表す反応を、電子を e^- と表したイオン反応式でそれぞれ答えよ。

問 6 下線部③の結果を用いて、水溶液 B の過マンガン酸カリウムの濃度〔mol/L〕を有効数字 3 桁で求めよ。

問 7 実験手順(2)の酸化還元滴定で硫酸が用いられるのは、硫酸が酸化剤にも還元剤にもならないからである。一方、塩酸、希硝酸、ギ酸、臭化水素酸は、いずれも酸化還元滴定の酸として適していない。その理由を述べた(ア)~(エ)の文のうち正しくないものを一つ選び、記号で答えよ。

(ア) 塩酸は、過マンガン酸イオンを還元する。

(イ) 希硝酸は、過マンガン酸イオンで酸化される。

(ウ) ギ酸は、過マンガン酸イオンを還元する。

(エ) 臭化水素酸は、過マンガン酸イオンで酸化される。

〔Ⅱ〕 次の問1と問2の答えを解答欄に記入せよ。

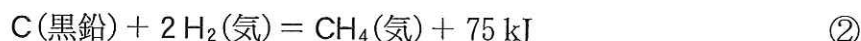
問1 反応熱と熱化学方程式に関する次の文章を読み、以下の(i)~(iii)の問いに答えよ。

共有結合を切断するために必要なエネルギーを結合エネルギーといい、結合1 molあたりの熱量で表す。水素分子の結合エネルギーは436 kJ/molであり、これは熱化学方程式①で表される。



黒鉛は炭素原子だけから構成されており、黒鉛から気体状の炭素原子を
(a) 生成させるためには、1 molあたり717 kJの熱量が必要である。 (b)

また、メタンとエタンの生成熱はそれぞれ75 kJ/mol、84 kJ/molであり、これらは熱化学方程式②、③で表される。



メタンは互いに等価なC—H結合(炭素原子と水素原子との共有結合)だけから構成されている。エタンは互いに等価なC—H結合に加えて、C—C結合(炭素原子間の共有結合)をもつ。

(i) 下線部(a)の黒鉛と同様に、ダイヤモンドも炭素原子だけから構成されている。このように、同じ元素から構成されるが、性質の異なる単体は互いに何と呼ばれるかを答えよ。また、この関係にあるものを(ア)~(ク)よりすべて選び、記号で答えよ。

- | | | |
|------------------|----------------|-----------|
| (ア) 酸素とオゾン | (イ) 斜方硫黄とゴム状硫黄 | |
| (ウ) 塩酸と塩化水素 | (エ) 黄リンと赤リン | |
| (オ) 二酸化炭素とドライアイス | (カ) 水晶と石英 | |
| (キ) 水素と重水素 | (ク) 鉄とステンレス | (ケ) 黄銅と青銅 |

(ii) 下線部(b)を示す熱化学方程式を記せ。また、この反応が吸熱反応か発熱反応かを答えよ。

(iii) メタン分子中のC—H結合の結合エネルギー[kJ/mol]と、エタン分子中のC—C結合の結合エネルギー[kJ/mol]を求め、小数点以下を四捨五入してそれぞれ整数で答えよ。ただし、C—H結合の結合エネルギーはメタン分子とエタン分子で等しいとする。

問 2 次の文章を読み、以下の(i)~(v)の問いに答えよ。

温度と体積が一定である反応容器に窒素 N_2 と水素 H_2 を入れて反応させるとアンモニア NH_3 が生じる。式④はその反応の平衡を表している。 NH_3 の生成速度 v は反応速度定数 k を用いて式⑤のように、 NH_3 の分解速度 v' は反応速度定数 k' を用いて式⑥のように、それぞれ表される。なお、 $[\text{N}_2]$ 、 $[\text{H}_2]$ 、 $[\text{NH}_3]$ は、それぞれ反応容器内の N_2 、 H_2 、 NH_3 のモル濃度を表す。また、 a と b はともに整数である。



$$v = k[\text{N}_2]^a [\text{H}_2]^b \quad \text{⑤}$$

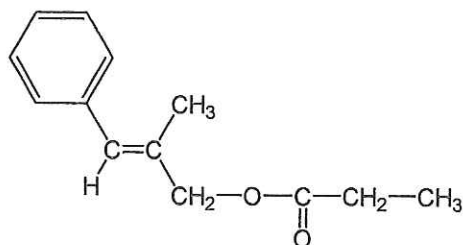
$$v' = k' [\text{NH}_3]^2 \quad \text{⑥}$$

次の(i)と(ii)は反応開始直後に関する問い、(iii)~(v)は平衡状態に関する問いである。なお、反応開始直後は逆反応を無視せよ。

- (i) 反応を始めるときの $[\text{N}_2]$ を 3 倍にすると、 NH_3 の生成速度 v は 3 倍、 $[\text{H}_2]$ を 3 倍にすると v は 27 倍となった。式⑤の整数 a と b をそれぞれ求めよ。
- (ii) $[\text{N}_2]$ の減少速度は $1.5 \times 10^{-2} \text{ mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$ であった。このときの v を有効数字 2 桁で求めよ。
- (iii) 式④の平衡定数 $K_c [\text{L}^2/\text{mol}^2]$ を、 k と k' を用いて表せ。
- (iv) 反応を始めるとき、 $[\text{N}_2]$ は $c [\text{mol}/\text{L}]$ 、 $[\text{H}_2]$ は $d [\text{mol}/\text{L}]$ であり、反応容器内に NH_3 は含まれていなかった。平衡状態となるまで反応を進行させたところ、 $[\text{N}_2]$ は $x [\text{mol}/\text{L}]$ 減少した。 K_c を、 c 、 d 、 x を用いて表せ。
- (v) $K_c = 0.75 \text{ L}^2/\text{mol}^2$ であった。 $c = 1.0 \text{ mol}/\text{L}$ 、 $d = 3.0 \text{ mol}/\text{L}$ とし、この平衡状態での $[\text{N}_2]$ 、 $[\text{H}_2]$ 、 $[\text{NH}_3]$ をそれぞれ有効数字 2 桁で求めよ。必要であれば、 $\sqrt{10} = 3.16$ を使用せよ。

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、問 1～問 8 の答えを解答欄に記入せよ。ただし、構造式は例にならぬ簡略化して記せ。

構造式の例：



化合物 A～G は、炭素、水素、酸素のみから構成される有機化合物であり、分子量が 100 以下で同一の分子式をもつ。以下の(1)～(8)は、化合物 A～G に関連する実験結果である。

実験結果：

- (1) これらの化合物 37 mg をはかりとり、完全に燃焼させたところ、いずれの化合物でも水 45 mg と二酸化炭素 88 mg が生成した。
(a)
- (2) 化合物 A～G に金属ナトリウムを加えると、化合物 A～D では気体が発生したが、化合物 E～G では気体が発生しなかった。
(b)
- (3) 化合物 A～D を二クロム酸カリウムの硫酸酸性溶液でおだやかに酸化すると、化合物 A～C からは中性の化合物が得られた。一方、化合物 D はこの条件で酸化されなかった。
- (4) 化合物 A と化合物 B を二クロム酸カリウムの硫酸酸性溶液で十分に酸化すると、酸性を示す化合物が得られた。得られた化合物に重曹水溶液を加えると気体が発生した。
(c)
- (5) 化合物 B と化合物 D に濃硫酸を加え加熱すると、分子内脱水により同一の不飽和炭化水素が得られた。
- (6) 化合物 C に濃硫酸を加え加熱すると、分子内脱水により三種類の不飽和炭化水素が得られた。
(d)
- (7) 化合物 E は炭素骨格に枝分かれをもっていることがわかった。
- (8) 化合物 G は、ある種類のアルコールを分子間脱水することで得られた。

- 問 1 下線部(a)では，化合物の燃焼により水と二酸化炭素が生成している。生じた水と二酸化炭素の重量をはかるため，まず，水を塩化カルシウムで吸収させた後に，二酸化炭素をソーダ石灰で吸収させる。このとき，吸収させる順序を逆にはいけない理由を 25 字以内で説明せよ。
- 問 2 化合物 A ~ G の分子式を記せ。
- 問 3 下線部(b)および下線部(c)で発生した気体の分子式をそれぞれ記せ。
- 問 4 化合物 F の構造式を記せ。
- 問 5 下線部(d)で得られた三種類の不飽和炭化水素の構造式をすべて記せ。
- 問 6 化合物 A ~ G の中には，光学異性体(鏡像異性体)の存在するものが一つある。その化合物を A ~ G の記号で答えよ。
- 問 7 化合物 A ~ G は同一の分子量をもつにもかかわらず，沸点はそれぞれ異なる。化合物 A ~ G のうち，最も沸点が高いと考えられるものはどれか。その化合物の構造式を記せ。
- 問 8 化合物 A ~ G のうち，水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて温めると黄色沈殿を生じるものが一つある。その化合物を A ~ G の記号で答えよ。

〔IV〕 選択問題

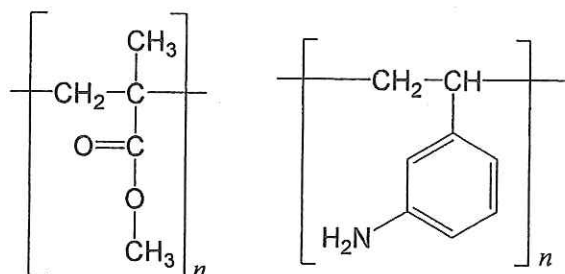
次の〔IV— a〕または〔IV— b〕のいずれか一つを選択し解答せよ。解答用紙の選択問題記入欄に、選択した問題の番号（〔IV— a〕または〔IV— b〕）を○で囲み示すこと。

〔IV— a〕 次の問 1 と問 2 の答えを解答欄に記入せよ。

問 1 高分子材料について、以下の(i)と(ii)の問いに答えよ。

(i) ポリエチレンテレフタレート(ポリエチレンテレフタレート)の構造式を、下の例にならって記せ。

高分子化合物の構造式の例：



(ii) 次の(A)~(F)の特徴をもつ高分子材料として最も適切なものを、(ア)~(オ)より一つずつ選び記号で答えよ。

特 徴：

- (A) 熱硬化性を示す。
- (B) 付加重合により合成される。
- (C) 合成繊維ビニロンの原料である。
- (D) セルロースを原料とした再生繊維である。
- (E) ヘキサメチレンジアミンとアジピン酸の縮合反応により合成される。
- (F) 超高強度で耐熱性にも優れているので防弾チョッキや消防服に使用される。

高分子材料：

- (ア) アラミド繊維
- (イ) 6,6-ナイロン(ナイロン 66)
- (ウ) ポリ酢酸ビニル
- (エ) レーヨン
- (オ) フェノール樹脂

問 2 次の文章を読み、以下の(i)~(v)の問いに答えよ。

天然に単体として存在する金属は、イオン化傾向の 白金や金など少数である。多くの金属は酸化物や硫化物などの化合物として存在する。これらの化合物から金属の単体を取り出すことを金属の製錬という。

銅の製錬：銅の鉱石を還元すると粗銅が得られる。 極に粗銅， 極には純銅板を用いて、硫酸酸性の硫酸銅(II)水溶液中で電解精錬すると、粗銅に含まれる銅は、 極に純銅として析出する。

アルミニウムの製錬：ボーキサイトを濃い水酸化ナトリウム水溶液に溶かし、不溶性の不純物をろ別する。得られたろ液を水で希釈してかくはんすると白色の沈殿が生成する。生じた沈殿を高温で加熱するとアルミナとなる。アルミナを氷晶石とともに融解させた後、炭素電極を用いて融解塩電解を行うと、アルミニウムは 極に析出する。

アルミニウムはイオン化傾向が 金属であるにもかかわらずさびにくい。これは空気中で酸化物の被膜が表面にでき、金属と空気とが直接接触しないようになるからである。

(i) 文章中の ~ に当てはまる適切な語句を答えよ。

なお、 および については、「大きい」または「小さい」のうち適切なものを記し、 ， ， については、「陽」または「陰」のうち適切なものを答えよ。

(ii) 銅の電解精錬において、不純物として金、銀、亜鉛、鉛を含む粗銅を用いた場合、一つの金属のみが塩を生じて反応槽中に沈殿する。この塩の化学式を答えよ。

(iii) 銅の電解精錬において 60.0 分間に 127 g の純銅を得るために必要な電流の平均値 [A] を有効数字 3 桁で求めよ。ただし、流れた電流はすべて銅の溶解・析出に使われ、気体は発生しないものとする。ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

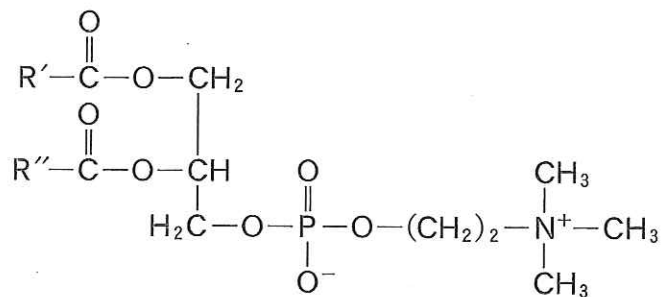
(iv) 下線部(a)で生じる沈殿の化合物名を答えよ。

(v) 下線部(b)の状態の名称を答えよ。

〔IV—b〕 次の問1と問2の答えを解答欄に記入せよ。

問1 次の文章を読み、(i)~(iii)の問いに答えよ。

脂質には大豆油のような ア や、リン酸の化合物が結合したレシチンなどのリン脂質がある。レシチンは図1に示すように イ 性の脂肪酸鎖と親水性のリン酸化合物部分から構成されるので、水溶液の表面張力を著しく下げる ウ としての働きをもち、水中で集合してミセルや膜状構造を形成する。



R', R'' : 炭化水素鎖

図1 レシチンの構造

- (i) 文章中の ア ~ ウ に当てはまる最も適切な語句を答えよ。
- (ii) 種々の脂肪酸鎖をもつ大豆油 25.0 g を完全にけん化するのに水酸化ナトリウム 3.48 g を要した。この大豆油の平均分子量を有効数字3桁で求めよ。
- (iii) 図2のように、レシチンの2本の脂肪酸鎖とリン酸化合物部分をそれぞれ、模式的に2本の線と丸印で表す。この模式図を使って水中におけるレシチンのミセルの形状(構造)を図示せよ。

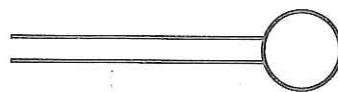
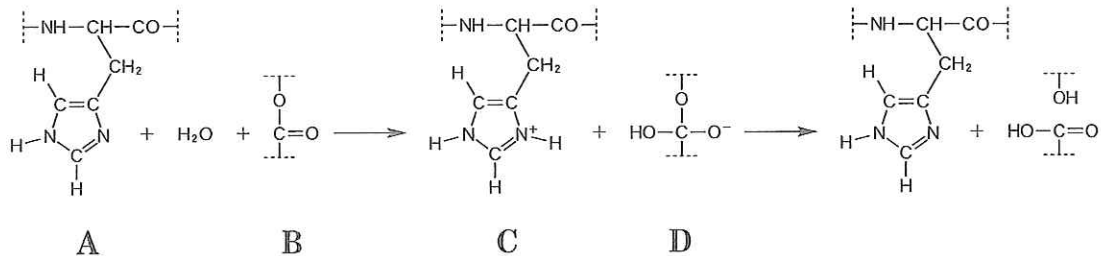


図2

問 2 次の文章を読み、(i)~(iii)の問いに答えよ。

酵素は高分子である エ を主体とした生体物質であり、多数のアミノ酸が縮合することで形成される。このとき形成されるアミド結合を特に オ 結合といい、酵素の構成成分となった単位アミノ酸部分をアミノ酸残基という。酵素は生体内の数多くの化学反応の カ として働く。一般的に酵素はそれぞれ決まった物質に対してのみ作用する。この性質を^(a) キ という。酵素が キ を示すのは、酵素の内部にそれぞれ特有の立体構造をもつ活性部位が存在し、それに適合する物質のみが酵素と ク 体を形成することで酵素の作用を受けるためである。

ある酵素によるレシチン中のエステル結合の加水分解は次のような段階を経て進行する(図3)。活性部位中に存在するアミノ酸残基であるヒスチジン残基 A の窒素原子が近くの水分子から水素イオンを受け取って C になる。^(b) このとき生じた水酸化物イオンが、酵素と ク 体を形成しているレシチンのエステル結合 B に存在する炭素原子と反応して D になる。窒素原子が水素イオンを受け取ることができるのは、窒素原子が ケ 対をもつためである。最終的に D はヒスチジン残基 C から水素イオンを受け取り、^(c) エステル結合は切断される。



(破線はそれ以降の構造が省略されていることを示す。)

図 3

- (i) 文章中の エ ~ ケ に当てはまる最も適切な語句を答えよ。
- (ii) 下線部(a)の例として、カタラーゼが作用する物質の名称を答えよ。
- (iii) 下線部(b), (c)で示す反応で、ヒスチジン残基 A, C はそれぞれ酸として働くか、塩基として働くか。①酸, ②塩基の中から正しいものを選び、それぞれ番号で答えよ。

このページは白紙です。