

平成 30 年度（前期）

長崎県立大学看護栄養学部栄養健康学科

個別学力検査等試験

化学基礎・化学 (90 分)

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てはいけません。
2. この問題冊子の最終ページは、13 ページです。
試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及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知らせてください。
3. 解答用紙は、4 枚あります。
解答用紙には受験番号の記入欄があるので、監督者の指示に従って、解答用紙すべてに受験番号を正しく記入してください。
4. 解答は、問題ごとに、解答用紙の所定の欄に記入してください。
5. 問題冊子には、白紙のページがありますので、下書き用紙として利用してください。
6. 問題冊子は持ち帰ってください。

[注意] 計算に必要な場合は次の数値を用いなさい。

$$\log 3.0 = 0.48$$

$$\text{原子量: H} = 1.0 \quad \text{C} = 12 \quad \text{N} = 14 \quad \text{O} = 16 \quad \text{Al} = 27$$

標準状態における理想気体のモル体積: 22.4 L/mol

気体定数 R : $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$, 絶対零度 0 K: -273°C

ファラデー定数 F : $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$, 水のイオン積 K_w : $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$

アボガドロ定数 N_A : $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

第1問 状態図と気体に関する [1], [2] の文章を読んで, 以下の問い (問1~問14) に答えなさい。

[1] 三態と状態図

純物質では温度と圧力が決まると, 物質の状態が決まる。純物質が色々な温度と圧力で, どのような状態をとるかを示したものを状態図とよんでおり, 図1-1は水の状態図を示している。

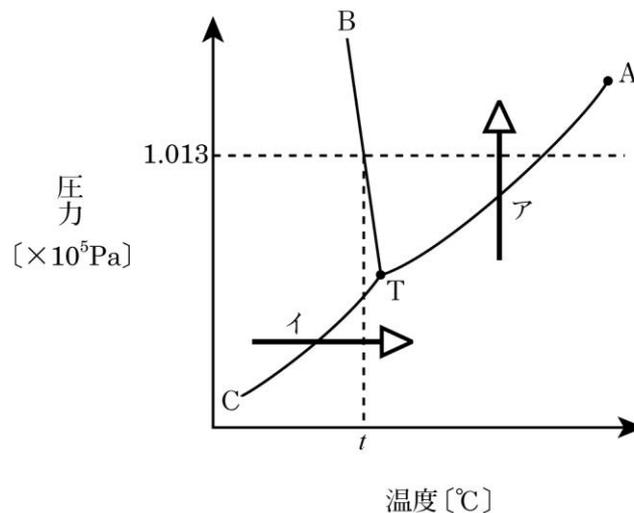


図1-1

問1 温度 t は水の性質を示すものの1つである。グラフ上で左から右に横切る場合の t の名称を答えなさい。

問2 図1-1の ア, イの位置での矢印の方向の状態変化は何とよばれているか, 名称を答えなさい。

問3 常温・常圧において, イの矢印の方向の状態変化が**起こらない物質**を次の(ア)~(オ)の中からすべて選び, その記号で答えなさい。

- (ア) ナフタレン (イ) ヨウ素 (ウ) ドライアイス (エ) *p*-ジクロロベンゼン
(オ) スクロース

問4 図1-1のTは何とよばれているか、またその特徴をそれぞれ答えなさい。

問5 図1-1の曲線TAは何とよばれているか、名称を答えなさい。

問6 図1-1の曲線TBは、水特有の性質を示している。図を参考にしながら、どのような性質か答えなさい。

問7 問6のような性質は水特有のものである。このことを参考に二酸化炭素の状態図の概略を解答欄の図の中に書き込みなさい。ただし、解答欄の図中のTは図1-1のTと同じ状態を表しているものとする。

[2] 気体の性質

一定温度で、一定量の気体の体積 V は圧力 P に反比例し、これはボイルの法則とよばれている。また、一定圧力で、一定量の気体の体積 V は絶対温度 T に比例し、これはシャルルの法則とよばれている。ボイルの法則とシャルルの法則をあわせて考えたものがボイル・シャルルの法則で、これを式で表すと次の (i) 式のようになる。

$$\frac{PV}{T} = k \quad (k \text{ は一定値}) \quad \dots (i)$$

アボガドロの法則より $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ では 0°C (273K) で 1 mol のすべての気体の体積 (v) は 22.4 L を占める。これを (i) 式に当てはめると次のようになる。

$$k = \frac{Pv}{T} = \frac{1.013 \times 10^5 [\text{Pa}] \times 22.4 [\text{L/mol}]}{273 [\text{K}]} \doteq 8.3 \times 10^3 [\text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})] = R$$

このときの定数は気体定数とよばれて R を用いて表される。これから次の式が得られる。

$$Pv = RT \quad \dots (ii)$$

気体の物質量を n [mol] とすると、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$, 0°C (273K) で気体が占める体積 V は $V = nv$ となるので $v = \frac{V}{n}$ と表される。これを (ii) 式に代入すると下の関係が得られる。

$$PV = nRT \quad \dots (iii)$$

(iii) 式を理想気体の状態方程式といい、質量が w [g] でモル質量が M [g/mol] の気体では、モル質量 M [g/mol] は次のように表すことができる。

$$M = (\quad \text{①} \quad)$$

そこで大気圧が $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の状態で、気体の分子量を求める次の実験を行った。ただし、気体はすべて理想気体とする。

<操作1>乾いた丸底フラスコとアルミニウム箔を用意し、それらを合わせた質量を測定したところ、
192.2 gであった。

<操作2>丸底フラスコに液体の物質Xを 5.0 mL 入れ、アルミニウム箔をかぶせ小さな穴を開けた。

<操作3>ビーカーに水を入れ、図 1-2 のような装置を組み、加熱した。

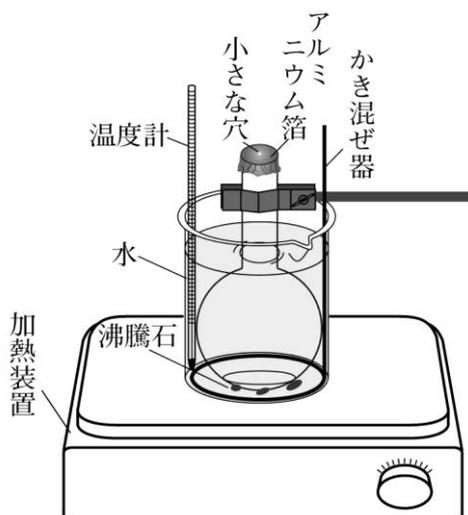


図 1-2

<操作4>物質Xがすべて蒸発したことを確認して、温度を測定したところ 100°Cであった。

<操作5>アルミニウム箔の付いたままの丸底フラスコを、ビーカー中の水から取り出し放冷した後、丸底フラスコの外側に付着した水を拭き取り質量を測定したところ 193.6 gであった。

<操作6>丸底フラスコからアルミニウム箔を外し、中の物質Xを外に回収した後に丸底フラスコに水を満たした。満たした水の体積を測定したところ 500 mL であった。

問 8 下線部の絶対温度での分子の運動から、0 K はどのような状態なのか、答えなさい。

問 9 0°Cで体積 V_0 の気体がある。この気体の圧力を一定に保ち、温度を t [°C] にしたときの体積 V をシャルルの法則から次の式で表した。次の式中の に当てはまる式を、 t を用いて答えなさい。

$$V = V_0 \times \text{$$

問 10 (①) に入る式を答えなさい。

問 11 実験結果から、この気体の分子量を、四捨五入により整数で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。

問 12 この実験により分子量を測定できる物質の条件を 2 つ、答えなさい。

問 13 この実験で得られた分子量では誤差が生じることがある。その理由とどのような補正を行えばよいか、答えなさい。

問 14 理想気体 1 mol では (ii) 式が完全に成り立つが、この実験のような実在気体では完全には成立しない。実在気体では分子間に引力が働くので、その分、圧力が小さくなり、分子自身に体積があるので、その分、体積が大きくなる。そこで気体 1 mol の分子間に働く引力の定数を a 、気体 1 mol での分子自身の体積を b とする。ただし、 a と b は、気体の種類によって異なる定数である。気体 1 mol の分子間に働く引力は体積の 2 乗に反比例するので、 $\frac{a}{v^2}$ と示される。(ii) 式にこれらの補正を加えると、実在気体に対応した状態方程式が得られる。この補正をした状態方程式を答えなさい。

第2問 電離平衡と酸化還元に関する [1] , [2] の文章を読んで、以下の問い (問1~問12) に答えなさい。

[1] アンモニアの電離平衡

アンモニアを水に溶かすとアンモニアが水素イオンと (①) 結合してアンモニウムイオンができる。この水溶液では次のような電離平衡が成立している。



この水溶液が平衡の状態のとき、水の濃度は一定であると考えられるので、アンモニアの電離定数 K_b は各物質の濃度を用いて次のように表すことができる。

$$K_b = (\quad \text{②} \quad)$$

アンモニアの最初のモル濃度を C [mol/L] , 電離度を α とすると K_b は C , α を用いて表すと次のようになる。

$$K_b = (\quad \text{③} \quad)$$

アンモニアは弱塩基で電離度 α は十分に小さいので、 $1 - \alpha \doteq 1$ とする。 α は K_b と C を用いて表すと次のようになる。

$$\alpha = (\quad \text{④} \quad)$$

問1 (①) に入る適当な語句を答えなさい。

問2 (②) ~ (④) に入る式を答えなさい。

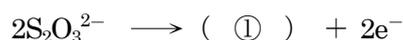
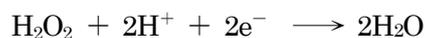
問3 アンモニアの電離定数 K_b は 1.8×10^{-5} mol/L とする。

- (1) 0.50 mol/L のアンモニア水の水酸化物イオンのモル濃度 [mol/L] を、有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算過程も記しなさい。
- (2) 0.50 mol/L のアンモニア水の pH を、四捨五入により小数第1位まで答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。

問4 0.50 mol/L のアンモニア水 50 mL にフェノールフタレイン水溶液を加えたら赤くなった。その後、酢酸アンモニウムの固体を加えていき、よくかき混ぜたところ、溶液の赤色が薄くなった。その理由を答えなさい。

[2] 酸化還元滴定

傷の消毒などに利用されている市販のオキシドールは過酸化水素の水溶液である。市販のオキシドール中の過酸化水素の濃度を求めるため、次の実験を行った。ただし、この実験での過酸化水素、ヨウ化カリウム、チオ硫酸ナトリウムのイオン反応式は次の通りであり、オキシドールには過酸化水素のみが含まれているものとする。



<操作1> 10 mL の市販のオキシドールに水を加えて 100 mL とした。このオキシドール希釈液を (a) 器具 A を用いて 10 mL 正確にはかり取り、コニカルビーカーに入れ、硫酸を加えて酸性にした。

<操作2> 採取したオキシドール希釈液の入ったコニカルビーカーに 0.50 mol/L のヨウ化カリウム水溶液を十分な量加えた。

<操作3> 0.10 mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液を (b) ビュレット に入れ、コニカルビーカー中に滴下した。

<操作4> しばらく滴下するとコニカルビーカー中の溶液の色が薄くなってきたので、少量のデンプン水溶液を加えた。さらにチオ硫酸ナトリウム水溶液を滴下していくと (c) 滴定の終点に達した。このときのビュレットからの滴下量は 16.0 mL であった。

問5 (①) に入る化学式を答えなさい。

問6 下線部(a)の器具Aとして最も適当なものの名称を答えなさい。

問7 <操作2>で起きた反応を化学反応式で答えなさい。

問8 下線部(b)のビュレットに関して、純水でぬれた状態からビュレットを使うときの洗浄の方法を答えなさい。

問9 下線部(c)の滴定の終点はどのようにして判断したのか理由を説明しなさい。

問10 <操作1>でつくったオキシドール希釈液中の過酸化水素のモル濃度 [mol/L] を、有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。

問 11 市販のオキシドール中の過酸化水素の質量パーセント濃度 [%] を、四捨五入により有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。ただし、市販のオキシドールの密度は 1.0 g/cm^3 とする。

問 12 <操作2>で反応したヨウ化カリウムは何 mol か。有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。

第3問 アルミニウムと糖類に関する [1] , [2] の文章を読んで、以下の問い (問1~問14) に答えなさい。

[1] アルミニウム

アルミニウムは周期表では第3周期の13族に属し、地殻中の存在比(質量パーセント)が金属中で(①)番目に大きい元素である。

アルミニウムの単体は図3-1のようにして融解塩電解(溶融塩電解)で製造される。まず鉱石であるボーキサイトを精製してアルミナ(酸化アルミニウム)をつくる。アルミナと氷晶石の融解物を炭素電極を用いて電気分解する。

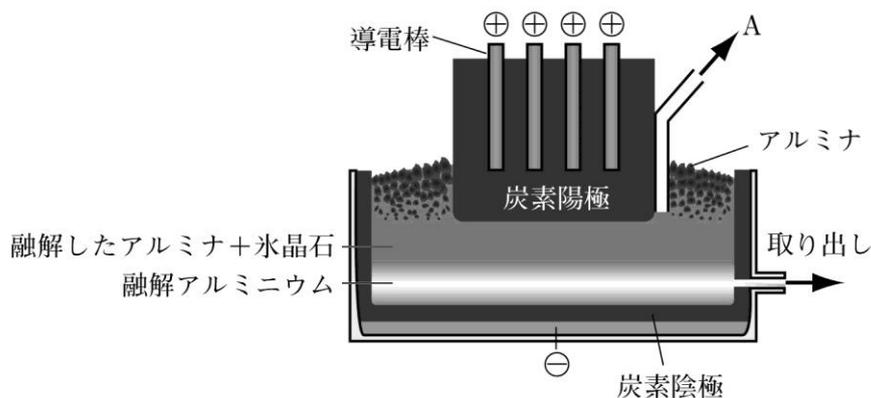


図3-1

アルミニウムは銀白色で展性・延性に富み、熱伝導性も良い。空気中では表面に酸化アルミニウムの被膜を生じるので酸化が内部まで進行しにくい。そこで人工的に緻密な酸化皮膜をつくった(②)が日本で開発され、日常生活で利用されている。アルミニウムの化合物にミョウバンがある。ミョウバンは無色透明な結晶で水に溶かすと元の成分のイオンに電離する。ミョウバンは染色や食品添加物に利用されている。

問1 (①)に入る数値を答えなさい。

問2 (②)に入る適切な語句を答えなさい。

問3 図3-1のAから発生する気体は2種類である。この2種類の気体の化学式を答えなさい。

問4 アルミニウムを1.8 kg つくるのに、理論上4.0 Aの電流を何時間流す必要があるか、四捨五入により有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。

問10 図3-2のXおよびZに入る構造の組合せとして最も適当なものを次の(ア)～(カ)の中から1つ選び、その記号で答えなさい。

	X	Z
(ア)		
(イ)		
(ウ)		
(エ)		
(オ)		
(カ)		

問11 図3-2のYに入る構造式を答えなさい。

問12 グルコース（鎖状構造）には理論上何種類の立体異性体が存在するか、答えなさい。

問13 グルコース 45 g がアルコール発酵したとき発生する気体（理想気体とする）は標準状態で何 L か、四捨五入により有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。

問14 セルロース 20 g 中に存在するヒドロキシ基の数はおよそ何個か、四捨五入により有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。

第4問 タンパク質と酵素に関する [1] , [2] の文章を読んで、以下の問い (問1~問13) に答えなさい。

[1] タンパク質

アミノ酸が (a) ペプチド結合により重合してできたポリペプチドがタンパク質である。タンパク質を構成するアミノ酸の配列順序をタンパク質の一次構造とよんでいる。タンパク質には二次構造も存在する。タンパク質の二次構造の一つに (b) らせん状構造があり、これを (①) 構造とよんでいる。また、二次構造として (c) ジグザグ (ひだ, プリーツ, あるいは屏風) 状構造をとることもある。

実際のタンパク質では図4-1のミオグロビンのように、システインの側鎖の間につくられた (②) 結合などによって複雑に折りたたまれた、特有の立体構造をしているものもある。このような構造はタンパク質の三次構造とよばれている。さらにある種のタンパク質では、三次構造をもったポリペプチドが集まり一定の立体配置で一体となって存在している場合もある。このような構造はタンパク質の四次構造とよばれている。

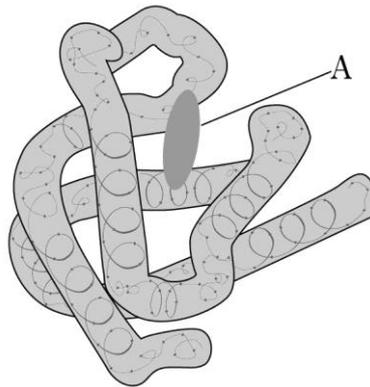


図4-1

問1 下線部(a)の結合を構造式で答えなさい。

問2 (①)に入る適切な語句を答えなさい。

問3 (②)に入る語句とその構造を表した式を答えなさい。

問4 下線部(b), (c)のらせん状構造とジグザグ状構造の維持に働く共通の力は何か、答えなさい。

問5 図4-1のAは、ミオグロビンの鉄を含む構造の色素の部分である。ここは酸素と結合するはたらきをもっている。Aの名称を答えなさい。

問6 毛髪は繊維状のタンパク質からできている。このタンパク質では鎖状分子が文中の(②)により、ところどころで結びついている。毛髪のこのタンパク質の名称を答えなさい。

問7 肉に含まれているタンパク質の割合を調べるための次の実験を行った。この実験からわかる、肉に含まれているタンパク質の質量パーセントは何%か、有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。ただし、この肉中のタンパク質には、質量パーセント濃度で15%の窒素が含まれているものとする。

<操作1>4.0 gの肉に含まれているタンパク質中の窒素をすべてアンモニアにした。

<操作2>このアンモニアを0.10 mol/Lの希硫酸100 mLに通じ、すべてのアンモニアを反応させた。

<操作3>反応後の希硫酸を0.20 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、25 mL加えたところで終点をむかえた。

問8 グリシン(分子量75)とフェニルアラニン(分子量165)の2種類のアミノ酸が1:1のモル比でできたタンパク質がある。このタンパク質0.30 gを水に溶かして100 mLとした。27°Cでこの水溶液の浸透圧を測定したところ 1.5×10^2 Paであった。このタンパク質は何個のアミノ酸分子からできているか、四捨五入により整数で答えなさい。解答欄には計算の過程も記しなさい。

[2] 酵素

酵素は生命体内の化学反応を進行させる触媒として働いている。酵素はそれぞれで作用する物質が決まっており、このことは(①)とよばれている。酵素がこの性質をもっているのは、酵素に反応する物質と立体的に結合する(②)があるためである。酵素には最も高い触媒作用を示すpHがあり、これを最適pHという。図4-2は3種類の酵素A~CのpHと反応の速さを表したグラフである。また、酵素の水溶液に重金属イオンを加えると酵素の働きは停止してしまう。これを酵素の場合、(③)という。

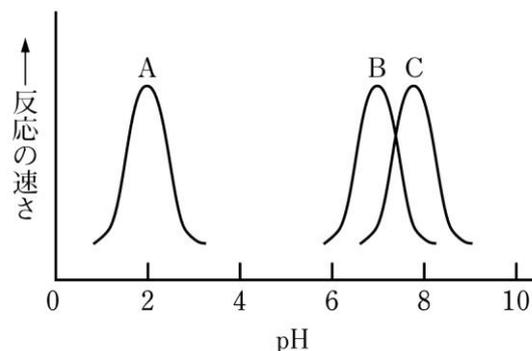


図4-2

問9 (①) ~ (③)に入る適切な語句を答えなさい。

問10 リパーゼという酵素は何を分解する酵素か答えなさい。

問11 3種類の酵素とはアミラーゼ、トリプシン、ペプシンである。図4-2のA～Cはこの3種類の酵素のどれを表したものか。最も適当な組合せを次の(ア)～(カ)の中から1つ選び、その記号で答えなさい。

	A	B	C
(ア)	アミラーゼ	トリプシン	ペプシン
(イ)	アミラーゼ	ペプシン	トリプシン
(ウ)	トリプシン	アミラーゼ	ペプシン
(エ)	トリプシン	ペプシン	アミラーゼ
(オ)	ペプシン	アミラーゼ	トリプシン
(カ)	ペプシン	トリプシン	アミラーゼ

問12 温度と反応の速さに関して、一般的な触媒と酵素の違いを、答えなさい。

問13 下線部の酵素と反応する物質の結合したものを何とよぶか、その名称を答えなさい。