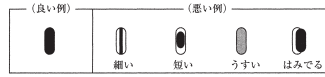


※物理・化学・生物 から1科目選択

試験時間 60分

- 試験監督の指示があるまで開いてはならない。
- 試験時間は60分である。
- この問題冊子は1頁～6頁である。
- この問題冊子を持ち帰ってはならない。
- 表紙の右下に受験番号を記入すること。
- 解答用紙に氏名と受験番号を記入し、受験番号はマークもすること。

- 各問題の解答として適したものを選んで、HBの鉛筆で濃くマークすること。



- 解答用紙を折り曲げたり、メモやチェックなどで汚したりしないこと。

注意：必要があれば次の値を用いよ。

原子量 H: 1.00 C: 12.0 N: 14.0 O: 16.0
標準状態における気体1 molの体積 22.4 L

I 次の問1、問2に答えよ。

問1 次の(ア)～(オ)の法則の実例となっているものを選択肢の中から選べ。

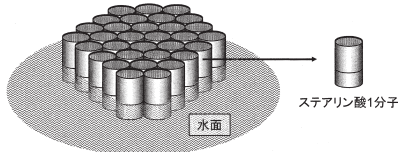
- (ア) 倍数比例の法則 1
- (イ) 気体反応の法則 2
- (ウ) 定比例の法則 3
- (エ) シャルルの法則 4
- (オ) ボイルの法則 5

【選択肢】

- 圧力を一定に保ちながら、27℃で100 mLの体積を占める酸素の温度を57℃にすると、体積は110 mLになった。
- 圧力10 hPaで2.0 Lの体積を占める酸素を、温度を一定に保ちながら膨張させ、体積を5.0 Lにすると、圧力は4.0 hPaになった。
- さまざまな方法でつくられた二酸化炭素の炭素と酸素の質量を調べると、つくり方によらず、どの二酸化炭素でも炭素と酸素の質量の比は3:8であった。
- 一酸化炭素は酸素と反応すると二酸化炭素になる。この反応における一酸化炭素、酸素および二酸化炭素の体積の比は2:1:2であった。
- 炭素と酸素の化合物において、一定質量の炭素と化合している酸素の質量を調べると、一酸化炭素と二酸化炭素では酸素の質量の比は1:2であった。

問2 ステアリン酸 $C_{18}H_{36}O_2$ をベンゼンに溶解し水面に滴下すると、ベンゼンが蒸発して下図のようなステアリン酸の単分子膜ができる。次の(ア)、(イ)の問いに答えよ。

ステアリン酸の単分子膜



(ア) ステアリン酸 14.2 mg をベンゼンに溶解して全量を 100 mL にした。そのうちの 0.100 mL を水面に滴下した。このとき滴下したステアリン酸の物質質量 [mol] はいくらか。 6

- ① 5.00×10^{-8} ② 5.00×10^{-6} ③ 1.42×10^{-5}
④ 5.00×10^{-5} ⑤ 1.42×10^{-3} ⑥ 1.42×10^{-2}

(イ) ステアリン酸 x [mol] を水面に滴下したところ、面積 S [cm²] のステアリン酸の単分子膜ができた。ステアリン酸1分子の断面積を s [cm²] とすると、アボガドロ定数を x 、 S 、 s で表しているものはどれか。ただし、このステアリン酸の単分子膜では、分子間にすき間がないものとする。 7

- ① xsS ② $\frac{S}{xs}$ ③ $\frac{xS}{s}$ ④ $\frac{s}{xS}$ ⑤ $\frac{1}{xsS}$ ⑥ $\frac{1}{xSs}$

II 次の問1～問4に答えよ。なお、各問いにおいて①～⑤に示した金属イオンを1種類ずつ含む中性の水溶液が、それぞれ試験管に入れてあるものとせよ。

問1 各水溶液に希塩酸を加えたとき、沈殿が生じるものを2つ選べ。 8

- ① Na⁺ ② Al³⁺ ③ Zn²⁺ ④ Ag⁺ ⑤ Pb²⁺

問2 各水溶液を塩基性にして硫化水素を通じたとき、黒色沈殿が生じるものを2つ選べ。 9

- ① Na⁺ ② Ca²⁺ ③ Cu²⁺ ④ Zn²⁺ ⑤ Pb²⁺

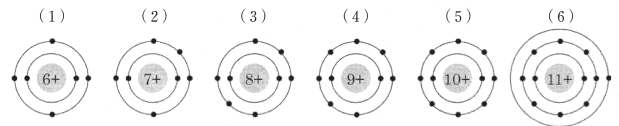
問3 各水溶液に少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えたとき沈殿が生じ、さらに水酸化ナトリウム水溶液を加えていったときその沈殿が溶解するものを2つ選べ。 10

- ① Na⁺ ② Al³⁺ ③ Ca²⁺ ④ Cu²⁺ ⑤ Zn²⁺

問4 各水溶液を白金線につけて高温の炎に入れたとき、炎色反応がみられるものを2つ選べ。 11

- ① Na⁺ ② Fe³⁺ ③ Cu²⁺ ④ Zn²⁺ ⑤ Ag⁺

III 次の図は6種類の元素(1)～(6)の原子の電子配置を示したものである。問1～問4に答えよ。



問1 常圧で共有結合の結晶である単体が存在する元素を1つ選べ。 12

- ① (1) ② (2) ③ (3) ④ (4) ⑤ (5) ⑥ (6)

問2 常温で電気伝導性をもつ単体が存在する元素をすべて選べ。 13

- ① (1) ② (2) ③ (3) ④ (4) ⑤ (5) ⑥ (6)

問3 他の原子と反応しにくい性質をもつ元素を1つ選べ。 14

- ① (1) ② (2) ③ (3) ④ (4) ⑤ (5) ⑥ (6)

問4 次の記述のうち正しいものを1つ選べ。 15

- (1)の原子は、4個の陽イオンにも4個の陰イオンにもなりやすい。
- (2)の原子のみからなる二原子分子は、非共有電子対を3組もつ。
- (3)の原子と水素原子からなる多原子イオンには、陽イオンと陰イオンがある。
- (4)の原子は、1個の陽イオンになりやすいが1個の陰イオンにはなりにくい。
- (5)の原子の価電子の数は8である。
- (6)の単体は酸化剤としてはたらく。

IV 次の問1～問4に答えよ。

問1 次のうちから、その分子式で表される化合物としてアルケンとシクロアルカンの両方が考えられるものをすべて選べ。 16

- ① C₂H₄ ② C₂H₆ ③ C₃H₁₀ ④ C₃H₆ ⑤ C₅H₆ ⑥ C₆H₁₂

問2 炭素、水素、酸素からなる化合物 460 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 880 mg と水 540 mg が生じた。次の(ア)、(イ)の問いに答えよ。

(ア) この化合物の組成式はどれか。 17

- ① CH₂O ② C₂H₄O ③ C₂H₆O ④ C₂H₄O₂ ⑤ C₃H₆O ⑥ C₃H₈O

(イ) この化合物 460 mg の完全燃焼に使われた酸素の体積 [mL] は標準状態でいくらか。

18

- ① 224 ② 672 ③ 962 ④ 1340 ⑤ 2240

問3 ベンゼンでは反応条件により置換反応や付加反応が起こる。次のうちから、置換反応が起こるものをすべて選べ。 19

- ニッケルを触媒として、高温・高圧で水素と反応させる。
- 鉄を触媒として、塩素と反応させる。
- 紫外線を照射して、塩素と反応させる。
- 濃硝酸と濃硫酸の混合物と反応させる。
- 濃硫酸と加熱して反応させる。

問4 エタノールとフェノールはどちらもヒドロキシ基を1つもつ化合物である。次のうちから、フェノールのみに当てはまるものをすべて選べ。 **20**

- ① 常温・常圧で液体である。
- ② ナトリウムと反応して水素を発生する。
- ③ 水に少し溶け、その水溶液は酸性を示す。
- ④ 酸または酸無水物との縮合反応によりエステルを生じる。
- ⑤ その水溶液に臭素水を加えると白い沈殿を生じる。

V 次の文章を読み、問1、問2に答えよ。

コロイドとは、直径 10^{-9} ~ 10^{-7} m程度の大きさの微粒子が他の物質に均一に分散している状態をいう。コロイド粒子は、ろ紙を通過できるが、半透膜を通過できない大きさである。分散しているコロイド粒子を分散質といい、分散させている物質を分散媒という。

コロイド粒子が均一に分散した溶液をコロイド溶液という。コロイド溶液の横から強い光をあてると、光の通路が見える。この現象を **21** といい、コロイド粒子によって光が散乱されることによって起こる。また、コロイド溶液を限外顕微鏡で観察すると、光った微粒子が細かく不規則に動いているのが見える。この現象を **22** といい、分散媒の分子がコロイド粒子に不規則に衝突することによって起こる。

塩化鉄(Ⅲ)の水溶液を多量の沸騰水に加えると、コロイド溶液が得られる。これはコロイド粒子である **23** が水中に分散するからである。このコロイド溶液をセロハンの袋に入れ、ビーカー中の蒸留水に浸して **24** を行くと、袋の外側の水溶液は **25** 性になる。また、このコロイド溶液に少量の電解質を加えると沈殿が生じる。この現象を **26** といい、このように少量の電解質によって沈殿しやすいコロイドを **27** コロイドという。

問1 文章中の **21** ~ **27** に当てはまる語句を次の選択肢の中から選べ。

【選択肢】

- ① 酸 ② 塩基 ③ 親水 ④ 疎水 ⑤ 保護 ⑥ 塩析 ⑦ 透析
- ⑧ 凝析 ⑨ チンダル現象 ⑩ ブラウン運動 ⑪ FeCl_3 ⑫ $\text{Fe}(\text{OH})_3$

問2 次のうちから、分散質と分散媒がいずれも液体であるコロイドをすべて選べ。 **28**

- ① スポンジ ② 墨汁 ③ 霧 ④ 牛乳 ⑤ マヨネーズ

VI 気体の水への溶解に関する問1~問4に答えよ。なお、水1Lに溶ける窒素 N_2 の物質量は、圧力が1013 hPaのとき、0℃で 10.3×10^{-4} mol、80℃で 4.29×10^{-4} molである。また、水に対する窒素の溶解はヘンリーの法則に従うものとする。

問1 圧力5065 hPaで、0℃の水に窒素が接している。この水2.00 Lに溶けている窒素の量は、この温度・圧力における気体の体積 [L] で表すといくらか。 **29**

- ① 0.0135 ② 0.0461 ③ 0.0931 ④ 0.116 ⑤ 0.231

問2 圧力1013 hPaで、0℃の水2.00 Lに窒素が接している。圧力を変えずにこの水の温度を上げていくと、溶けていた窒素が気体となって出ていく。水の温度が0℃から80℃まで変化する間に出ていった窒素の全量は、標準状態における体積 [L] に換算するといくらか。ただし、温度が変化しても水の体積は変わらないものとする。 **30**

- ① 0.0135 ② 0.0192 ③ 0.0269 ④ 0.0461 ⑤ 0.123

問3 圧力1013 hPaの空気が0℃の水2.00 Lに接している。この水に溶けている窒素の質量 [g] はいくらか。ただし、空気は窒素と酸素 O_2 の混合気体(体積比4:1)とする。 **31**

- ① 0.0185 ② 0.0231 ③ 0.0369 ④ 0.0461 ⑤ 0.0577

問4 次の気体のうちから、ヘンリーの法則に従わないものをすべて選べ。 **32**

- ① アンモニア ② 塩化水素 ③ 酸素 ④ 水素 ⑤ メタン

VII 次の問1、問2に答えよ。

問1 アミノ酸とタンパク質に関する次の(ア)~(オ)の記述の **33** ~ **37** に当てはまる語句を選択肢の中から選べ。

- (ア) アミノ酸は、結晶中では陽イオン $-\text{NH}_3^+$ と陰イオン $-\text{COO}^-$ の両方をもっている。このように1分子内に正・負の両電荷をもつイオンを **33** という。
- (イ) 水溶液中で、アミノ酸分子中の正・負の電荷が等しくなり、全体として電荷が0になるときのpHを、そのアミノ酸の **34** という。
- (ウ) グリシン以外の α -アミノ酸では、同一炭素原子に、カルボキシル(カルボキシ)基、アミノ基、水素原子に加え、各アミノ酸によって異なる置換基(原子団)が結合している。このような炭素原子を **35** 炭素原子という。
- (エ) タンパク質には、分子内に α -ヘリックスや β -シートとよばれる構造をもつものがある。これらの構造はペプチド結合の N-H 基と別のペプチド結合の C=O 基の間の **36** により安定に保たれている。
- (オ) タンパク質分子は、加熱したり、強い酸や塩基を加えたりすると立体構造が変化して特有の性質を失うことがある。これをタンパク質の **37** という。

【選択肢】

- ① イオン結合 ② 水素結合 ③ けん化 ④ 変性 ⑤ 双性イオン
- ⑥ 錯イオン ⑦ 等電点 ⑧ 不飽和 ⑨ 不斉 ⑩ 光学

問2 次の(ア)~(ウ)の記述に当てはまる高分子化合物を、選択肢の中からすべて選べ。

- (ア) 1種類の単量体を付加重合させることにより得られる高分子化合物 **38**
- (イ) 1種類の単量体を開環重合させることにより得られる高分子化合物 **39**
- (ウ) 2種類の単量体を縮重合させることにより得られる高分子化合物 **40**

【選択肢】

- ① ポリアクリロニトリル ② ポリ塩化ビニル ③ ナイロン6
- ④ ナイロン66 ⑤ ポリエチレン ⑥ ポリエチレンテレフタレート