

後期

理科問題

化 学

以下の問題で、体積の単位リットルはLで表す。また必要があれば次の値を用いよ。

原子量 H = 1.0 C = 12.0 N = 14.0 O = 16.0 Na = 23.0 Cl = 35.5 Ca = 40.0 I = 127
Pb = 207

1 次の問い(問1～問20)に答えよ。

問1 a～eの化合物でM殻に電子を持つものはどれか。①～⑧から一つ選べ。

1

- a Al(OH)₃
- b MgO
- c CH₃COONa
- d NaCl
- e H₂SO₄

- ① a, b
- ② a, c
- ③ b, c
- ④ c, d
- ⑤ d, e
- ⑥ a, b, d
- ⑦ b, d, e
- ⑧ a～eのすべて

問2 水素とメタンの混合気体があり、その体積は標準状態(0℃, 1.013 × 10⁵ Pa)で11.2 Lである。酸素と混合して完全に燃焼させたところ、生じた熱量は325 kJであった。生じた水の質量(g)は①～⑦のどれか。ただし、水素およびメタンの燃焼熱はそれぞれ286 kJ/mol, 891 kJ/molとする。

2

- ① 10.8
- ② 11.7
- ③ 12.6
- ④ 13.5
- ⑤ 14.4
- ⑥ 15.3
- ⑦ 16.2

問3 次の記述a～cについて、その内容の正誤の組み合わせとして正しいものを①～⑧から一つ選べ。

3

- a 温度の異なる二つの物質を接触させて起こる熱の移動は常に高温の物質から低温の物質へと向かう。
- b 熱量を放出した物質の温度は常に低下する。
- c 一定の熱量を受け取った物質の温度上昇は物質によらず常に一定である。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問4 次の記述a～cについて、その内容の正誤の組み合わせとして正しいものを①～⑧から一つ選べ。

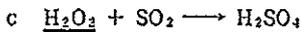
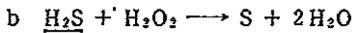
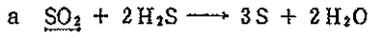
4

- a 二酸化炭素の生成熱は、一酸化炭素の生成熱と燃焼熱の合計に等しい。
- b 一酸化窒素(NO)と二酸化窒素(NO₂)の生成熱をそれぞれ -90.0 kJ/mol, -34.0 kJ/mol とすると、NO から NO₂ を生じる反応 $\text{NO} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2$ は吸熱反応である。
- c 液体のアンモニアの生成熱を67.2 kJ/mol, アンモニアの蒸発熱を23.3 kJ/molとして、気体のアンモニアの生成熱を求めると、90.5 kJ/molが得られる。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問 5 下線の化合物が酸化剤として作用しているものはどれか。①～⑦から一つ選べ。

5



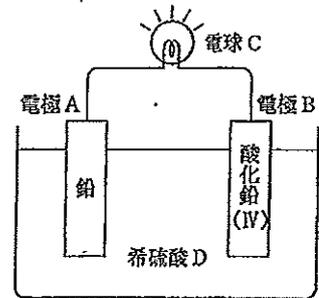
- ① a ② b ③ c ④ a, b. ⑤ b, c ⑥ a, c ⑦ a, b, c

問 6 図のように、電極Aとして鉛Pbを、電極Bとして酸化鉛(IV)PbO₂を希硫酸に浸して、鉛蓄電池を作成した。次の問い(1)～(4)に答えよ

(1) 電球をC、希硫酸溶液をDとして、電子の流れる経路を①～⑥から一つ選べ。

6

- ① Aで生じてCまで。
 ② Bで生じてCまで。
 ③ Aで生じてCを通りBまで。
 ④ Bで生じてCを通りAまで。
 ⑤ Aで生じてC、B、Dの順に通じ、ふたたびAまで。
 ⑥ Bで生じてC、A、Dの順に通じ、ふたたびBまで。



(2) 放電によって電極の物質は化学変化を起こす。各電極で生じる物質の組み合わせとして正しいものを①～⑨から一つ選べ。

7

	電 極 A	電 極 B
①	PbO	Pb
②	PbO	PbSO ₄
③	PbO	PbO
④	PbSO ₄	Pb
⑤	PbSO ₄	PbSO ₄
⑥	PbSO ₄	PbO
⑦	PbO ₂	Pb
⑧	PbO ₂	PbSO ₄
⑨	PbO ₂	PbO

(3) 放電によって、電極Aでは6.21gのPbが化学変化を起こした。放電の電流を5アンペア(A)とすると、放電時間は何分か。最も近いものを①～⑧から一つ選べ。ただし、ファラデー定数を $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

8

- ① 5分 ② 10分 ③ 20分 ④ 30分
 ⑤ 40分 ⑥ 50分 ⑦ 60分 ⑧ 70分

(4) この鉛蓄電池の起電力は2ボルト(V)である。外部電池を接続してこの蓄電池を充電する場合、外部電池の正極を接続する電極と充電電圧(V)の組み合わせで正しいものはどれか。①～④から一つ選べ。

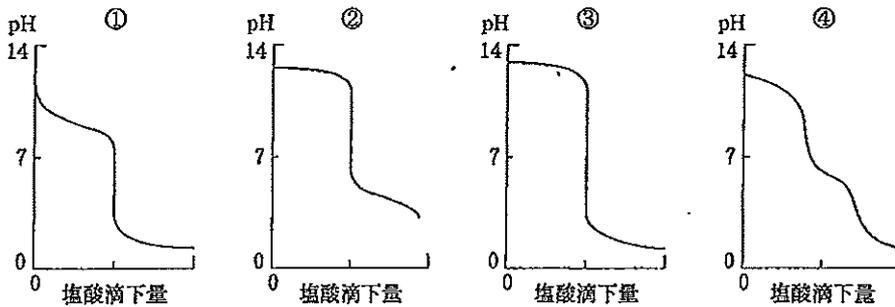
9

	正極を接続する電極	充電電圧(V)
①	電 極 A	1.5
②	電 極 A	3
③	電 極 B	1.5
④	電 極 B	3

問 7 濃度未知のアンモニア水に対して塩酸で中和滴定を行った。次の問い(1)~(3)に答えよ。

(1) この滴定で得られる滴定曲線は次の図①~④のどれか。ただし、グラフの横軸は滴下した塩酸の体積を示す。

10



(2) この滴定に関する記述 a~c について、その内容の正誤の組み合わせとして正しいものを①~⑧から一つ選べ。

11

- a 指示薬としてはメチルオレンジが適当である。
- b 中和点における水溶液は酸性である。
- c 中和点では水溶液中の水素イオンの数と水酸化物イオンの数は等しい。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

(3) 濃度未知のアンモニア水 10.0 mL に対して 0.10 mol/L の塩酸を滴下したら中和点を通り過ぎてしまったので、塩酸を 20.0 mL まで滴下した。この混合液から 10.0 mL を別の容器に移して適当な指示薬を用いて 0.05 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定を行った。滴定に要した水酸化ナトリウム水溶液は 8.0 mL であった。初めのアンモニア水のモル濃度 (mol/L) として正しい数字を①~⑩から選べ。同じものを繰り返し選んでもよい(⑩は①と⑨をマークすること)。答えの一の位の数字 = 12 , 小数第一位の数字 = 13 , 小数第二位の数字 = 14

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

問 8 次の記述 a~d について、その内容の正誤の組み合わせとして正しいものを①~⑧から一つ選べ。 15

- a ヘキサシアノ鉄(II)酸イオン $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ は正四面体構造をもつ。
- b 黒鉛では、各炭素原子の価電子のうち 1 個が層状構造に沿って動くことができる。
- c 塩化ナトリウムの結晶について、ナトリウムイオンの配列は面心立方格子を形成している。
- d 塩化ナトリウムは電解質なので、固体の状態で電気を導く。

	a	b	c	d
①	正	誤	正	正
②	正	正	誤	正
③	正	誤	正	誤
④	正	誤	誤	正
⑤	誤	正	正	誤
⑥	誤	誤	誤	正
⑦	誤	正	正	正
⑧	誤	正	誤	誤

問9 気体に関する次の記述a~dについて、その内容の正誤の組み合わせとして正しいものを①~⑧から一つ選べ。

16

- a 標準状態で、同じ物質量の占める体積は、 H_2 より NH_3 のほうが大きい。
- b 同じ温度では、分子量の大きいほうが、分子の熱運動の平均速度は大きい。
- c 実在気体は、高温、低圧になるほど、気体の状態方程式からのずれが大きくなる。
- d 希ガスの原子間にはたらくファンデルワールス力は、 $He < Ne < Ar$ の順に大きくなる。

	a	b	c	d
①	正	誤	正	正
②	正	正	誤	正
③	正	誤	正	誤
④	正	誤	誤	正
⑤	誤	正	正	誤
⑥	誤	正	誤	正
⑦	誤	正	正	正
⑧	誤	誤	誤	正

問10 20℃で、1.0Lの水に圧力が $1.013 \times 10^5 Pa$ の空気が接している。空気を窒素：酸素=4：1(物質質量比)の混合物であると、表を参照して、(1)、(2)に答えよ。

温度(℃)	圧力 $1.013 \times 10^5 Pa$ の O_2 が1.0Lの水に溶ける物質質量(mol)
20	1.38×10^{-3}
60	0.87×10^{-3}

(1) 20℃で、水1.0Lに溶けている酸素の質量(mg)はいくらか。①~⑧から一つ選べ。 17

- ① 4.42×10^{-3} ② 8.83×10^{-3} ③ 2.21 ④ 4.42
- ⑤ 8.83 ⑥ 22.1 ⑦ 44.2 ⑧ 88.3

(2) 水を60℃に温めた時、空気中に出てくる酸素は標準状態(0℃, $1.013 \times 10^5 Pa$)で何mLを占めるか。最も近い値を①~⑧から一つ選べ。 18

- ① 0.23 ② 0.45 ③ 0.91 ④ 1.14 ⑤ 2.30 ⑥ 4.48 ⑦ 9.10 ⑧ 11.4

問11 Ca^{2+} , Cl^- , K^+ , S^{2-} のイオン半径を比較して、小さいものから大きいものへ順に並べたものはどれか。①~⑧から一つ選べ。 19

	イオン半径の順 小 < 大
①	$S^{2-} < Ca^{2+} < Cl^- < K^+$
②	$Ca^{2+} < S^{2-} < K^+ < Cl^-$
③	$Cl^- < K^+ < S^{2-} < Ca^{2+}$
④	$K^+ < Cl^- < Ca^{2+} < S^{2-}$
⑤	$Cl^- < S^{2-} < K^+ < Ca^{2+}$
⑥	$S^{2-} < Cl^- < Ca^{2+} < K^+$
⑦	$Ca^{2+} < K^+ < Cl^- < S^{2-}$
⑧	$K^+ < Ca^{2+} < S^{2-} < Cl^-$

問12 圧力が $1.013 \times 10^5 Pa$ において、水1.0kgに塩化カルシウム $CaCl_2$ 11.1gを溶かした溶液は-0.57℃で凝固が始まる。これと同じ凝固点をもつグルコース $C_6H_{12}O_6$ 水溶液をつくと、その質量パーセント濃度(%)はいくらになるか。最も近い値を①~⑧から一つ選べ。 20

- ① 0.18 ② 0.60 ③ 1.10 ④ 1.80 ⑤ 3.60 ⑥ 5.12 ⑦ 10.0 ⑧ 15.3

問13 次の各0.1mol/L水溶液のうち、最も少ない量(体積)で水酸化鉄(III) $[Fe(OH)_3]_x$ のコロイド粒子を凝析させるものはどれか。①~⑩から一つ選べ(⑩は①と⑩をマークすること)。 21

- ① 塩化アルミニウム ② 塩化ナトリウム ③ グルコース ④ 酢酸 ⑤ 硝酸アンモニウム
- ⑥ 硝酸カルシウム ⑦ 硝酸カリウム ⑧ 水酸化ナトリウム ⑨ 硫酸ナトリウム ⑩ リン酸ナトリウム

問14 次のa～eのうち、浸透によって起こる現象(二つ)はどれか。①～⑩から一つ選べ(⑩は①と⑤をマークすること)。

22

- a 卵の殻(から)の一部を、卵殻膜を残して取り除き、全体を水に浸すと、卵殻がひび割れる。
- b 衣類を防虫剤とともに保管しておく、衣類に防虫剤のにおいがつく。
- c 負の電荷を帯びたDNAを含む溶液に電圧をかけると、DNA分子は陽極へ向かって移動する。
- d 野菜を塩でもむと、やわらかくなる。
- e 部屋の隅(すみ)に花を生けておくと、部屋全体に花の香りが漂う。

- ① a, b ② b, c ③ c, d ④ d, e ⑤ a, e
- ⑥ a, c ⑦ b, d ⑧ c, e ⑨ b, e ⑩ a, d

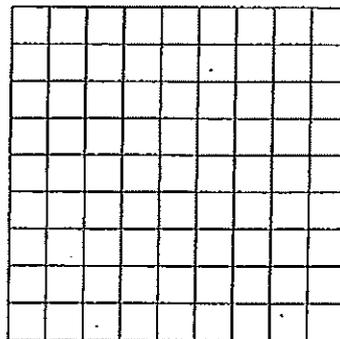
問15 過酸化水素 H_2O_2 水溶液に少量の酸化マンガン(IV)を加えると、分解反応 $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$ が起こり、溶液中の H_2O_2 の濃度は減少する。ある温度におけるこの反応で、 H_2O_2 のモル濃度 (mol/L) の時間 (min) による変化を調べると表1のようになった。次の問い(1)、(2)に答えよ。

(1) 表1の値から、4分間隔ごとの H_2O_2 の平均濃度 (mol/L) と分解速度 (mol/(L·min)) を求め、それらの関係をグラフに表したとき、グラフの傾きから求められる分解反応の速度定数 k (/min) はどれか(グラフの作成は下のマス目を利用してよい)。①～⑩から最も近い値を一つ選べ(⑩は①と⑤をマークすること)。

23

表 1

時間 (min)	$[H_2O_2]$ (mol/L)
0	0.80
4	0.52
8	0.36
12	0.24
16	0.16



- ① 0.05 ② 0.10 ③ 0.15 ④ 0.20 ⑤ 0.25
- ⑥ 0.30 ⑦ 0.35 ⑧ 0.40 ⑨ 0.45 ⑩ 0.50

(2) 上記の結果から、 H_2O_2 の分解反応について結論づけられることを①～⑨から二つ選べ。ただし①～⑨のうち、小さい数字を 24 に、大きい数字を 25 にマークすること。

- ① H_2O_2 の分解速度と O_2 の生成速度は等しい。
- ② H_2O_2 の分解速度は、時間とともに増加する。
- ③ H_2O_2 の分解速度は、時間とともに減少する。
- ④ H_2O_2 の分解速度は一定である。
- ⑤ H_2O_2 の分解速度は、 H_2O_2 の平均濃度に比例する。
- ⑥ H_2O_2 の分解速度は、 H_2O_2 の平均濃度の二乗に比例する。
- ⑦ 速度定数 k は、 H_2O_2 の平均濃度が大きいほうが大きい。
- ⑧ 速度定数 k は、時間とともに増加する。
- ⑨ 速度定数 k は、時間とともに減少する。

問16 ヒドロキシ基を二つもつ化合物はどれか。①～⑤から一つ選べ。

25

- ① クレゾール ② 2-ナフトール ③ サリチル酸
- ④ エチレングリコール ⑤ 乳酸

問17 分子式 $C_5H_{12}O$ で表されるアルコールの構造異性体の数はどれか。①～⑧から一つ選べ。

27

- ① 4 ② 5 ③ 6 ④ 7 ⑤ 8 ⑥ 9 ⑦ 10 ⑧ 11

問18 次の反応 a～e に当てはまる最も適当な例を、①～⑦のうちから一つずつ選べ。

- a 付加反応 b 置換反応 c 縮合反応
d 重合反応 e 加水分解

- ① エタノールに硫酸を加えて 160～170℃ に加熱すると、エチレンを生じる。
- ② カプロラクタムに少量の水を加えて加熱すると、6-ナイロンを生じる。
- ③ 酢酸エチルに水と少量の酸を加えて熱すると、酢酸とエタノールを生じる。
- ④ エチレンに白金やニッケルを触媒として水素を反応させると、エタンを生じる。
- ⑤ トルエンに過マンガン酸カリウム水溶液を反応させると、安息香酸を生じる。
- ⑥ セルロースに濃硫酸と濃硝酸の混合溶液を作用させると、ニトロセルロースを生じる。
- ⑦ ベンゼンに濃硫酸を加えて熱すると、ベンゼンスルホン酸を生じる。

問19 油脂 A を構成する脂肪酸は、オレイン酸($C_{17}H_{33}COOH$)とリノレン酸($C_{17}H_{29}COOH$)であり、その物質質量比はオレイン酸：リノレン酸＝2：1である。次の問い(1)、(2)に答えよ。

- (1) 油脂 A 44.0 g をケン化すると何 g のグリセリンが得られるか。①～⑦から一つ選べ。
① 4.40 ② 4.50 ③ 4.60 ④ 4.70 ⑤ 4.80 ⑥ 4.90 ⑦ 5.00
- (2) 油脂 A 110 g に付加するヨウ素は何 g か。最も近い値を①～⑦から一つ選べ。
① 100 ② 130 ③ 140 ④ 150 ⑤ 160 ⑥ 170 ⑦ 190

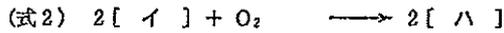
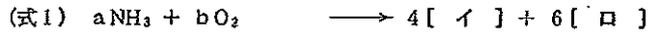
問20 次の合成繊維について、その原料・性質・用途を説明する文を下の①～⑤から一つずつ選べ。

- a アラミド繊維
b ポリエステル
c ビニロン
d ナイロン
e アクリル繊維

- ① 日本で開発された繊維で、分子中に親水性の OH 基を多くもつため、吸湿性に富む。綿に似た繊維で、作業服や学生服に適する。
- ② CN 基をもつ原料を付加重合させてつくられた羊毛に似た繊維で、感触が良く、保温性に富み、織物製品に適する。
- ③ アミド結合により連なった重合体で、肌触りや光沢が絹に似ている。耐水性に優れ、衣料から工業材料まで適する。
- ④ 芳香族ポリアミドで、強さと弾力性を持ち、耐熱性、耐薬品性に優れているので、消防士の服や防弾チョッキ、安全手袋などに適する。
- ⑤ テレフタル酸とエチレングリコールが縮合重合した繊維で、弾性が強く、しわになりにくい。乾きやすく、衣料に適する。

2 次の文を読み、以下の問い(問1～問4)に答えよ。

硝酸を工業的に合成する方法として、白金触媒存在下、アンモニアを酸化してつくる[あ]法が知られ、これを化学反応式で表すと、式1～式3の三つの式で表され、これらをまとめると式4のように表される。式中における物質イの色は[い]で、水に[う]。また、物質ハの色は[え]で、水に[お]。出発物質であるアンモニアは、工業的には、高温高压下、四酸化三鉄 Fe_3O_3 を触媒として、窒素 N_2 と水素 H_2 を反応させてつくることができる。この方法を[か]法という。



問1 文中のあ～かに当てはまる語句を①～⑨から一つずつ選べ。あ= 40, い= 41, う= 42, え= 43, お= 44, か= 45.

- | | | |
|-------------|------------|---------|
| ① ハーバー・ボッシュ | ② アンモニアソーダ | ③ クメン |
| ④ オストワルト | ⑤ 接触 | ⑥ 溶けやすい |
| ⑦ 溶けにくい | ⑧ 無色 | ⑨ 赤褐色 |

問2 物質イ～ハを実験室でつくる方法として正しいものはどれか。①～⑤から一つずつ選べ。物質イ= 46, 物質ロ= 47, 物質ハ= 48.

- ① 塩化アンモニウム NH_4Cl と水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の混合物を加熱する。
- ② エタノールとナトリウム Na との反応から発生する気体を燃焼する。
- ③ 硫化鉄 FeS に塩酸を加える。
- ④ 銅 Cu に希硝酸を加える。
- ⑤ 銅 Cu に濃硝酸を加える。

問3 上記の化学反応式の係数 a～g に当てはまる数字を①～⑨から一つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

a= 49, b= 50, c= 51, d= 52, e= 53, f= 54, g= 55.

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

問4 この工業的な方法によって硝酸 HNO_3 を 100 kg 合成したい。このときに必要なアンモニアの体積は標準状態 (0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) で何 L か。最も近い値を①～⑧から一つ選べ。 56.

- | | | | |
|---------|---------|----------|----------|
| ① 17800 | ② 23700 | ③ 35500 | ④ 53300 |
| ⑤ 71100 | ⑥ 87900 | ⑦ 106600 | ⑧ 142200 |

3 糖類に関して次の問い(問1～問3)に答えよ。

問1 次の文a～eに当てはまるものを、下の①～⑤からそれぞれ一つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

a 水あめの主成分で、麦芽糖とよばれる。 57

b 加水分解すると転化糖が得られる。 58

c セルロースの酵素による加水分解で生じる。 59

d フェーリング液を還元しない。 60

e 寒天や乳糖の加水分解で得られる。 61

- ① ラクトース ② セロビオース ③ スクロース ④ マルトース ⑤ ガラクトース

問2 フルクトースの還元性の原因となる構造を①～⑧から一つ選べ。 62

① $-H$

② $-OH$

③ $-O-$

④ $-COCH_3$

⑤ $-COCH_2OH$

⑥ $-CHO$

⑦ $-CH_2CH_2OH$

⑧ $-COOH$

問3 分子量 2.43×10^5 のアミロースは、およそ何分子のグルコースが脱水縮合してできたものか。最も近い値を①～⑧から一つ選べ。 63

① 1.25×10^3

② 1.30×10^3

③ 1.35×10^3

④ 1.40×10^3

⑤ 1.45×10^3

⑥ 1.50×10^3

⑦ 1.55×10^3

⑧ 1.60×10^3