試験開始の指示があるまで，この問題冊子の中を見てはいけません。

Ⓟ

理　科 〔『物理基礎／化学基礎／生物基礎／地学基礎』／『物　理』『化　学』『生　物』『地　学』〕（各科目100点）

注　意　事　項

1　出題科目，ページ及び選択方法は，下表のとおりです。

出　題　科　目	ページ	選　択　方　法
『物理基礎／化学基礎／生物基礎／地学基礎』	4～73（下記2参照）	左の5科目のうちから，登録した数の科目を選択し，解答しなさい。登録科目数は，受験票に記載されています。 なお，2科目を受験する場合は，第1解答科目，第2解答科目のそれぞれの解答時間(各60分)で1科目ずつ解答しなさい。
『物　理』	74～104	
『化　学』	105～151	
『生　物』	152～179	
『地　学』	180～212	

2　『物理基礎／化学基礎／生物基礎／地学基礎』の出題範囲，ページ及び解答方法は，下表のとおりです。

出　題　範　囲	ページ	解　答　方　法
「物　理　基　礎」	4～15	解答時間(60分)で左の4つの出題範囲のうちから2つを選択し，解答しなさい。出題範囲の解答順及び解答時間の配分は自由です。
「化　学　基　礎」	16～29	
「生　物　基　礎」	30～51	
「地　学　基　礎」	52～73	

3　**解答用紙の記入・マークについて**

①　解答用紙に，正しく記入・マークされていない場合は，採点できないことがあります。特に，解答用紙第1面の**解答科目欄にマークされていない場合又は複数の科目にマークされている場合は，0点**となることがあります。

②　**『物理基礎／化学基礎／生物基礎／地学基礎』**を選択し，解答する場合は，解答用紙第1面の解答科目欄がマークされていても，解答用紙第2面の**出題範囲欄にマークされていない場合又は一つの出題範囲欄で複数にマークされている場合は，その出題範囲は0点**となります。

注意事項は，問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。

4　**解答方法について**

①　『物理』『化学』『生物』『地学』を選択し，解答する場合は，**解答用紙第１面の解答番号１から始まる解答欄**にマークしなさい。

②　『物理基礎／化学基礎／生物基礎／地学基礎』を選択し，解答する場合は，**解答用紙第２面の解答番号 101 から始まる解答欄**にマークしなさい。第１面の解答欄は空欄になります。

③　解答欄のマークは，例えば，［ 10 ］と表示のある問いに対して③と解答する場合は，次の(例)のように**解答番号 10 の解答欄の③にマーク**しなさい。

（例）

解答番号	解　答　欄
１０	① ② ● ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⓐ ⓑ

5　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，手を高く挙げて監督者に知らせなさい。

6　**選択問題がある科目については，各科目の先頭ページの指示に従って選択し，**解答しなさい。

7　問題冊子の余白等は適宜利用してよいが，どのページも切り離してはいけません。

8　**２科目受験者の試験の進行方法について（２科目受験者のみ確認）**

①　この試験は，前半と後半に分けて実施し，解答用紙を１枚ずつ配付します。

②　前半に解答する科目を「第１解答科目」，後半に解答する科目を「第２解答科目」として取り扱います。解答する科目及び順序は，志望する大学の指定に基づき，各自で決めなさい。

③　第１解答科目，第２解答科目ともに解答時間は 60 分です。60 分で１科目だけを解答しなさい。

④　第１解答科目の後に，答案を回収する時間などを設けてありますが，休憩時間ではありませんので，**トイレ等で一時退室することはできません。**

注）進行方法が分からない場合は，手を高く挙げて監督者に知らせなさい。

9　試験終了後，問題冊子は持ち帰りなさい。

問題訂正

理科『物理基礎／化学基礎／生物基礎／地学基礎』

出題範囲：化学基礎

訂正箇所	28ページ　第2問　問3 b 上から3行目
誤	…その数値を小数第1位まで次の…
正	…その数値の小数第2位を四捨五入して次の…

化　学　基　礎

（解答番号 101 ～ 119 ）

必要があれば，原子量は次の値を使うこと。

H 1.0	C 12	N 14	O 16
Na 23	Cl 35.5	Ar 40	Hg 201

第 1 問　次の問い（問 1 ～ 9 ）に答えよ。（配点　30）

問 1　$^{18}_{8}O$ と同じ数の中性子をもつ原子を，次の①～④のうちから一つ選べ。 101

① ^{15}N　② ^{16}O　③ ^{19}F　④ ^{22}Ne

問 2　炭酸水素ナトリウムの粉末と塩化ナトリウムの粉末がある。この二つの粉末を**区別することができない操作**はどれか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 102

① 粉末を蒸発皿に入れて徐々に加熱し，加熱前後の質量変化を調べる。
② 粉末を希硫酸に加える。
③ 粉末を水に溶かして得た水溶液の pH を pH メーターで調べる。
④ 粉末を水に溶かして得た水溶液を白金線の先端につけ，ガスバーナーの外炎に入れて炎の色を調べる。

問 3　第3周期までの元素における，原子のイオン化エネルギー(第1イオン化エネルギー)と電子親和力に関する記述として**誤りを含むもの**はどれか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 103

① 同族の元素で比較すると，原子番号が大きい元素ほど原子のイオン化エネルギーは小さくなる。

② 第2周期の元素(Li～Ne)の中で，原子のイオン化エネルギーが最も大きいのはフッ素Fである。

③ 電子親和力は，原子が1個の電子を受け取って，1価の陰イオンになるときに放出されるエネルギーである。

④ 電子親和力はナトリウムNaよりも塩素Clの方が大きい。

問 4　常温・常圧で，それぞれの物質とそれを構成する化学結合の組合せとして**誤っているもの**はどれか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 104

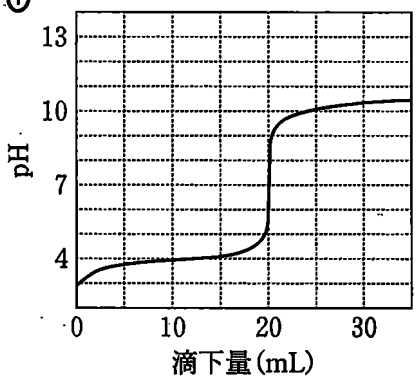
	物　質	化学結合
①	塩　素	イオン結合
②	ヨウ化カリウム	イオン結合
③	アンモニア	共有結合
④	ポリエチレン	共有結合

問 5　1.10 cm^3 のドライアイスがすべて気体になると，体積は0℃，1.013×10^5 Pa で何Lになるか。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし，このドライアイスの密度は 1.60 g/cm^3 とする。 105 L

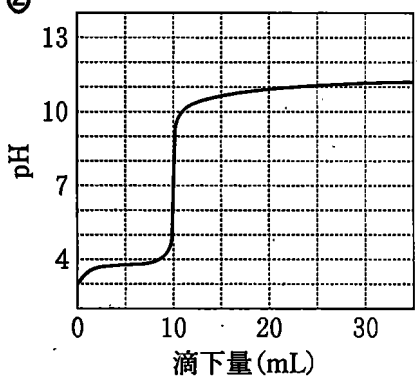
① 0.560　② 0.896　③ 1.41　④ 24.6　⑤ 39.4

問 6　0.10 mol/L の酢酸 CH_3COOH 水溶液 10 mL をホールピペットではかり取り，コニカルビーカーに入れて，10 mL の水を加えて 2 倍に希釈した。この CH_3COOH 水溶液に，ビュレットを用いて 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を滴下し，pH の変化を調べた。滴下量に対する pH の変化を表す曲線として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 106

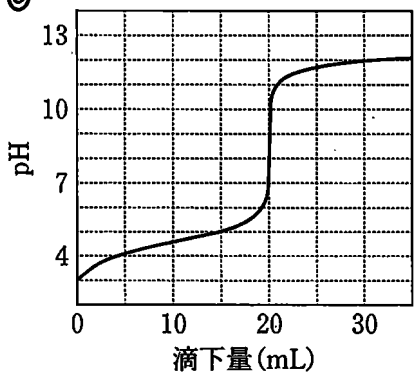
①



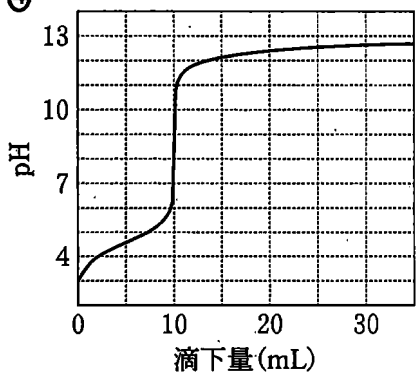
②



③



④



問 7　反応式①～④において水 H_2O が酸としてはたらいている反応はどれか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 107

① $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

② $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$

③ $HF + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + F^-$

④ $2\,H_2O \longrightarrow 2\,H_2 + O_2$

問 8　気体が発生する次の実験ア～エのうち，酸化還元反応が起こるものはどれか。正しく選択しているものを，後の①～⑥のうちから一つ選べ。 108

ア　塩酸を電気分解する。

イ　亜鉛に塩酸を加える。

ウ　石灰石に塩酸を加える。

エ　硫化鉄(Ⅱ)に塩酸を加える。

① ア，イ　② ア，ウ　③ ア，エ

④ イ，ウ　⑤ イ，エ　⑥ ウ，エ

問 9　ジャガイモには炭水化物と水が多く含まれる。ジャガイモの燃焼に関する次の問い（a・b）に答えよ。

a　炭水化物は組成式 $C_6H_{10}O_5$（式量 162）で表すことができるものとする。この炭水化物が完全に燃焼すると，次の式(1)に従って，二酸化炭素 CO_2 と水 H_2O が生じる。生じる CO_2 と H_2O の質量の比（CO_2 の質量：H_2O の質量）はいくつか。最も適当なものを，後の①～④のうちから一つ選べ。 109

$$C_6H_{10}O_5 + 6\,O_2 \longrightarrow 6\,CO_2 + 5\,H_2O \qquad (1)$$

① 44：3　② 44：15　③ 22：9　④ 22：45

b　ジャガイモ 1.00 g を完全に燃焼させた。このとき発生した H_2O は 0.89 g であった。これは燃焼前のジャガイモに含まれていた H_2O の質量と，式(1)で表される炭水化物の完全燃焼により生じた H_2O の質量の合計である。燃焼前のジャガイモ 1.00 g 中に含まれていた H_2O の質量は何 g か。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし，ジャガイモには炭水化物と水以外の成分は含まれていないものとする。 110 g

① 0.25　② 0.50　③ 0.75　④ 0.80　⑤ 0.89

（下 書 き 用 紙）

化学基礎の試験問題は次に続く。

出題範囲：**化学基礎**

第2問　空気に含まれる気体成分の発見と質量保存の法則に関する次の問い（問1～3）に答えよ。（配点　20）

問 1　中世の頃から，(a)濃硝酸を加熱して生じる混合気体にはロウソクの火を激しく燃焼させる気体が含まれることが知られていた。1772年にシェーレは，酸化マンガン，酸化水銀などの熱分解によって生じた気体が物質を燃焼させる性質をもつことを見つけた。また，1774年にプリーストリーも，酸化水銀の熱分解で発生させた気体が同じ性質を示すことを見つけた。次の問い（**a**・**b**）に答えよ。

a　下線部(a)に関して，濃硝酸中の HNO_3 が熱分解すると次の式(1)に従って二酸化窒素 NO_2，酸素 O_2，水 H_2O が生じる。

$$\boxed{111}\,HNO_3 \longrightarrow \boxed{112}\,NO_2 + O_2 + \boxed{113}\,H_2O \qquad (1)$$

式(1)の係数 $\boxed{111}$ ～ $\boxed{113}$ に当てはまる数字を，次の①～⑨のうちから一つずつ選べ。ただし，係数が1の場合は①を選ぶこと。同じものを繰り返し選んでもよい。

① 1	② 2	③ 3	④ 4	⑤ 5
⑥ 6	⑦ 7	⑧ 8	⑨ 9	

b　O_2 に関する記述として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 114

① 浄水場で水の殺菌，消毒に用いられる。

② 空気に含まれる気体のうち，体積比で 3 番目に多い。

③ 酸化マンガン(Ⅳ)に過酸化水素水を加えると発生する。

④ お湯に発泡入浴剤を加えると発生する。

⑤ スナック菓子の袋に充填(じゅうてん)されている。

出題範囲：**化学基礎**

問 2　1774 年にラボアジエは，(b)密閉容器に入れた水銀と空気中の酸素が反応することで生じる酸化水銀の質量と，減少した酸素の体積を精密に測定した。これにより，質量保存の法則が成り立つことを確かめた。次の問い（**a** ・ **b**）に答えよ。

a　下線部(b)に関して，ラボアジエが行った実験の模式図を図 1 に示した。ガラス容器 A に水銀 Hg を入れ，容器 A の開口部が，水銀を入れた槽（そう）の水銀から出るようにしてから，ガラス容器 B をかぶせた。このとき，A と B の空間はつながっており，空気が満たされた状態で密閉されている。その後，A 内の水銀を適切な温度で十分な時間加熱すると，A 内の水銀の表面に赤色の酸化水銀 HgO（式量 217）が 2.17 g 生じ，B 内の気体の体積が減少した。この反応によって消費された O_2 の体積は，0 ℃，1.013×10^5 Pa において何 L か。最も適当な数値を，後の①～④のうちから一つ選べ。

| 115 | L

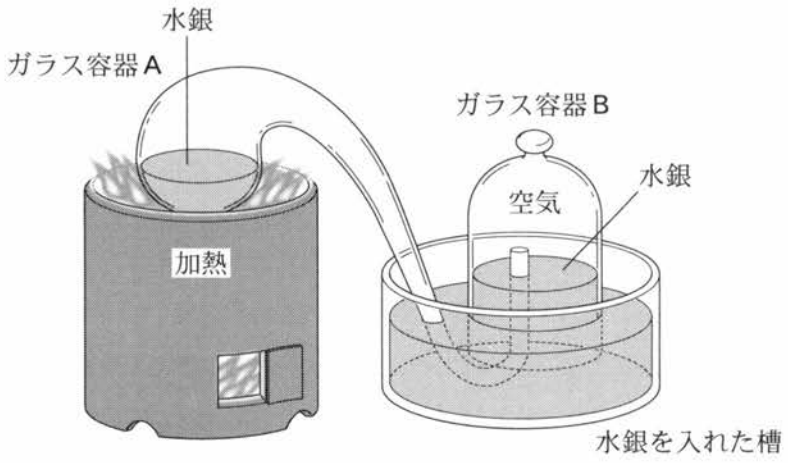


図 1　ラボアジエが行った実験の模式図

① 0.112　　② 0.224　　③ 1.12　　④ 2.24

b　金属元素の単体および酸化物の反応性に関する記述として**誤りを含むもの**はどれか。最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 116

① カルシウムは乾燥した空気中で容易に酸化される。

② アルミニウムを乾燥した空気中に放置すると，表面に酸化被膜が生じる。

③ 鉄を湿った空気中に放置しても酸化されない。

④ 酸化銀(Ⅰ)を加熱すると銀と酸素に分解する。

⑤ 酸化銅(Ⅱ)を水素中で加熱すると銅と水が生じる。

問 3　レイリーは，空気から水蒸気 H_2O，二酸化炭素 CO_2 および O_2 を取り除いた気体 X の密度が，(c)窒素を含む化合物を分解することで得た純粋な窒素 N_2 の密度よりも大きくなるという実験結果を得た。この結果を 1892 年に公表し広く助言を求めたが原因はわからなかった。1894 年にラムゼーとともに，気体 X から N_2 を取り除くことにより，化学的に不活性で N_2 よりも密度が大きい気体を純物質として取り出すことに成功した。その後，その取り出した気体が未知の物質であることが証明され，ギリシャ語の「なまけもの」という意味の言葉をもとに「アルゴン(Ar)」と名付けられた。次の問い（**a** ・ **b**）に答えよ。

a　下線部(c)に関連して，亜硝酸ナトリウム $NaNO_2$（式量 69.0）と塩化アンモニウム NH_4Cl（式量 53.5）を溶かした水溶液を加熱すると N_2 が生成する。この反応は次の式(2)で表される。

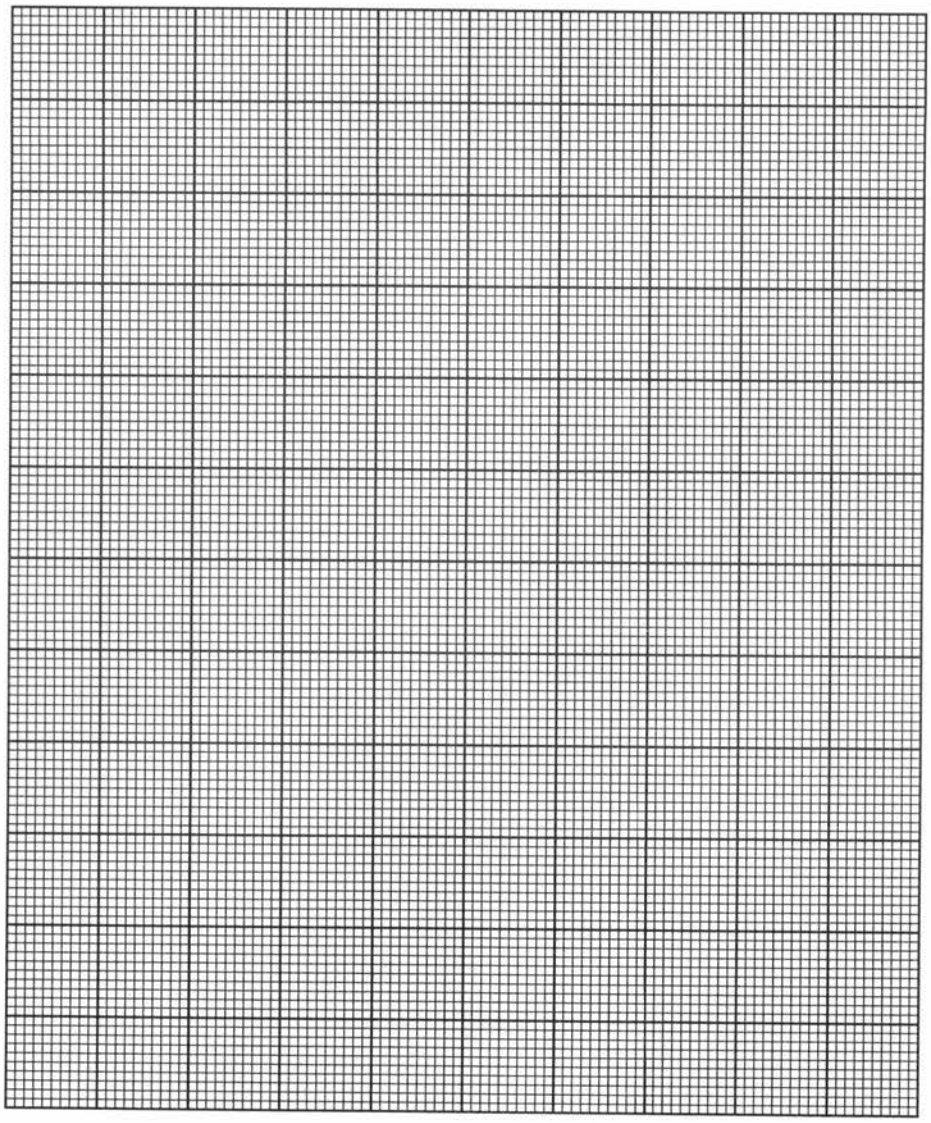
$$NaNO_2 + NH_4Cl \longrightarrow N_2 + 2\,H_2O + NaCl \qquad (2)$$

濃度が不明の NH_4Cl 水溶液を 100 mL ずつはかり取り，それぞれに異なる物質量の $NaNO_2$ を溶かした。この混合水溶液を加熱し，反応が十分に進行したときに生成した N_2 の体積を 0 ℃，1.013×10^5 Pa において測定したところ，表 1 の結果が得られた。もとの水溶液 100 mL に溶けていた NH_4Cl は何 g か。最も適当な数値を，後の①～⑤のうちから一つ選べ。必要があれば，次ページの方眼紙を使うこと。 [117] g

表 1　用いた $NaNO_2$ の物質量と生成した N_2 の体積の関係

$NaNO_2$ の物質量(mol)	生成した N_2 の体積(mL)
4.00×10^{-3}	89.6
8.00×10^{-3}	179
12.0×10^{-3}	224
16.0×10^{-3}	224
20.0×10^{-3}	224

① 0.0535　② 0.428　③ 0.535　④ 0.642　⑤ 5.35



b　レイリーが得た実験結果では，気体 X の密度は純粋な N_2 の密度よりも 0.50 % 大きかった。気体 X に含まれるアルゴン Ar の体積百分率は何%か。その数値を小数第 1 位まで次の形式で表すとき，[118] と [119] に当てはまる数字を，後の①～⓪のうちから一つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。ただし，気体 X には Ar と N_2 以外は含まれていないものとする。

Ar の体積百分率 [118] . [119] %

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

（下 書 き 用 紙）