

化 学

解答範囲は、解答番号 から までです。

大問 I の解答範囲は、解答番号 から までです。

I 次の (1) および (2) の文章を読んで、(1) の文章については後の問い(問1～問6)に、(2) の文章については後の問い(問7～問9)に、それぞれ答えなさい。

(1) 原子は物質の構成要素となる粒子であり、その中心に【1-A】の電荷をもつ原子核と、それを取り巻く【1-B】の電荷をもつ電子からなる。原子核に含まれる陽子の数を【1-C】という。また、原子核に含まれる陽子の数と中性子の数の和を【1-D】という。

また、原子には、【1-C】は同じでも、中性子の数が異なるため【1-D】の異なるものが存在する。このように、同じ元素の原子で中性子の数が異なる原子どうしを、互いに同位体であるという。地球上の元素の多くは、何種類かの同位体がほぼ一定の割合で存在していて、それをもとにして、元素の原子量を求めることができる。例えば、自然界の塩素の同位体は、およそ³⁵Cl(相対質量35.0)と³⁷Cl(相対質量37.0)のみからなると考えてよく、また、地球上に存在する³⁵Clの存在比は【2-A】(%)のため、塩素の原子量は35.5となる。また同様に、銅の同位体として⁶³Cu原子(相対質量62.9)と⁶⁵Cu原子

(相対質量64.9)の2つのみが存在するものとする、⁶³Cuの存在比が【2-B】(%)のため、銅の原子量は63.5となる。

同位体には、放射線とよばれる粒子や電磁波を放出するものが存在する。このような同位体を放射性同位体といい、放射線は、α線、β線、γ線などに分類される。放射性同位体の量が、もとの半分になるまでの時間を半減期といい、これをもとに遺跡などの年代測定が行われており、その一例を示す。炭素の放射性同位体¹⁴Cは大気中でほぼ一定の割合で存在することが知られている。¹⁴CはCO₂として光合成により植物に取り込まれるので、植物中の¹⁴Cの割合も大気と同じである。しかし、植物が枯れると新たに¹⁴Cは取り込まれなくなり、枯れた植物中の¹⁴Cは放射線を放出して、減少していく。このように、¹⁴Cの半減期と、生物の遺体に残っている¹⁴Cの存在比とから、その生物が生きていた年代を推定することができる。例えば、ある遺跡の木片に含まれる¹⁴Cの割合が、大気中の割合の25%になっていれば、¹⁴Cの半減期が5700年であるとする、この木片は【3】年前のものと推定することができる。

問1 下線部③に関して、その構造に関する記述として誤っているものを、次の中から二つ選びなさい。ただし、解答の順序は問わない。

解答番号

解答番号

- ① すべての原子の原子核には、中性子が含まれる。
- ② すべての原子の原子核には、陽子が含まれる。
- ③ 原子の質量は、原子核の質量にほぼ等しい。
- ④ 原子核中の陽子の数が等しい原子は、同じ元素の原子である。
- ⑤ 原子の大きさは原子核の大きさの10倍程度である。
- ⑥ どんな原子でも、原子全体では電氣的に中性である。

問2 空所【1-A】～【1-D】に当てはまる組み合わせとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

	【1-A】	【1-B】	【1-C】	【1-D】
①	正	負	分子数	質量数
②	正	負	質量数	分子数
③	正	負	原子番号	質量数
④	正	負	質量数	原子番号
⑤	正	負	原子番号	分子数
⑥	負	正	分子数	質量数
⑦	負	正	質量数	分子数
⑧	負	正	原子番号	質量数
⑨	負	正	質量数	原子番号
⑩	負	正	原子番号	分子数

英語

日本史

世界史

政治・経済

数(文系型)学

数(理系型)学

物理

化学

生物

正解・正解例
講評

国語

英語

日本史

世界史

政治・経済

数学(文系型)

数学(理系型)

物理

化学

生物

正解・正解例
講評

国語

問3 下線部⑥に関する記述として適当なものを、次の中から二つ選びなさい。ただし、解答の順序は問わない。

解答番号

解答番号

- ① 同位体どうしは、電子の数が異なる。
- ② 同位体どうしは、化学的性質が異なる。
- ③ 放射性同位体は、放射線を放出して別の原子に変わる。
- ④ 放射性同位体は、生体にはまったく悪影響を与えない。
- ⑤ 放射性同位体は、癌の治療や品種改良、トレーサーなどに用いられる。
- ⑥ 水素には、放射性同位体は存在しない。
- ⑦ 放射性同位体は、原子核が安定なために放射線を放出する。

問4 空所【2-A】、【2-B】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つずつ選びなさい。ただし、同じ選択肢を何度選んでもよい。

【2-A】は、解答番号

【2-B】は、解答番号

- ① 10 ② 15 ③ 20 ④ 25 ⑤ 70
- ⑥ 75 ⑦ 80 ⑧ 85 ⑨ 90

問5 下線部③に関する記述として適当なものを、次の中から二つ選びなさい。ただし、解答の順序は問わない。

解答番号

解答番号

- ① ヘリウムの原子核が放出される現象を γ 壊変という。
- ② 水素の原子核の流れを β 線という。
- ③ 電子の流れを β 線という。
- ④ 原子核がエネルギーの高い状態から低い状態に移るときに放出される電磁波を γ 線という。
- ⑤ β 線は正の電荷をもつ。
- ⑥ α 線、 β 線、 γ 線のうち、透過力は β 線が最も大きい。

問6 空所【3】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① 1425 ② 2850 ③ 5700 ④ 11400
- ⑤ 17100 ⑥ 22800 ⑦ 28500 ⑧ 34200

(2) 物質には、固体、液体、気体の3つの状態があり、この3つの状態の間の変化を状態変化とよぶ。その状態にかかわらず、物質を構成する粒子は絶えず【3-A】をしている。物質が【3-A】によって自然に広がっていく現象を【3-B】という。物質の状態は、物質を構成する粒子間にはたらく【3-C】と【3-A】との大きさの関係によって決まる。分子からなる物質を考えた場合、分子の間に互いに引きあう力として、【4】と、分子の種類によっては【5】が存在し、分子どうしは集合しようとする。その一方で、その物質を加熱して温度を高くすると、分子の【3-A】は激しくなり、分子どうしは離れようとする。温度が上昇すると、この傾向が大きくなることによって、物質は固体から液体や気体へと状態変化する。

問7 下線部④に関する記述として適当なものを、次の中から三つ選びなさい。ただし、解答の順序は問わない。

解答番号

解答番号

解答番号

- ① 状態変化は、粒子の変化を伴わない物理変化である。
- ② 状態変化は、粒子の変化を伴う化学変化である。
- ③ 1 molの気体が固体になるときに吸収する熱量を凝縮熱という。
- ④ 一般に、一定の圧力のもとでは、純物質の沸点と凝固点は等しい。
- ⑤ 一般に、純物質では一定の圧力のもとで融解や沸騰が起こっている間は、温度は一定に保たれる。
- ⑥ 固体が液体を経ずに直接気体になる変化を昇華という。

問8 空所【3-A】～【3-C】に当てはまる組み合わせとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

	【3-A】	【3-B】	【3-C】
①	蒸発	熱運動	引力
②	蒸発	拡散	浮力
③	蒸発	熱運動	浮力
④	熱運動	拡散	浮力
⑤	熱運動	蒸発	引力
⑥	熱運動	拡散	引力
⑦	拡散	蒸発	引力
⑧	拡散	熱運動	浮力
⑨	拡散	蒸発	浮力

問9 空所【4】、【5】に当てはまる最も適当なものを、次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。

空所【4】は、解答番号

空所【5】は、解答番号

- ① 共有結合 ② イオン結合 ③ 浮力
④ 水素結合 ⑤ 磁力 ⑥ ファンデルワールス力

大問IIの解答範囲は、解答番号 から までです。

II 次の(1)および(2)の文章を読んで、(1)の文章については後の問い(問1～問7)に、(2)の文章については後の問い(問8～問11)に、それぞれ答えなさい。

必要であれば、原子量および定数は次の値を用いなさい。

Na = 23, Cl = 35.5

気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

(1) 元素の周期表の【1】族に属するアルミニウムAlは自然界では単体として存在しないが、化合物として広く存在する。工業的には、ボーキサイトを精製することで得られる酸化アルミニウムを【2】することで、単体を大量生産している。アルミニウムは【3】。酸化アルミニウムはアルミナともよばれ、【4】の主成分である。酸化アルミニウムは両性酸化物であり、【5】のような性質をもつ。

スズSnと鉛Pbは【6】族に属する。スズは融点が【7-A】℃で、常温では【7-B】性質を示し、【7-C】などに用いられる。鉛は【8-A】金属であり、密度が比較的【8-B】、【8-C】などに用いられる。

問1 空所【1】、【6】に当てはまる最も適当なものを、次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。

空所【1】は、解答番号

空所【6】は、解答番号

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 12 ⑦ 13 ⑧ 14 ⑨ 15 ⑩ 16

問2 空所【2】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① 水溶液にしてから電解精錬
② 融解した氷晶石に溶解させて溶融塩電解
③ 水素を用いて還元
④ 鉄とテルミット反応

問3 空所【3】に当てはまらないものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① 軽くて軟らかい金属で、空気中では緻密な酸化物被膜を生じる
② 両性金属である
③ 展性や延性に富み、電気や熱の伝導性が大きい
④ 白銀色の金属で、常温の水と反応して多量の酸素を発生させる

問4 空所【4】に当てはまらないものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① アルマイトの皮膜 ② サファイア
③ ルビー ④ ミョウバン

問5 空所【5】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① 水には溶け、酸の水溶液にも強塩基の水溶液にも溶ける
② 水には溶けず、酸の水溶液にも強塩基の水溶液にも溶けない
③ 水には溶けませんが、酸の水溶液にも強塩基の水溶液にも溶ける
④ 水には溶けるが、酸の水溶液にも強塩基の水溶液にも溶けない

英語

日本史

世界史

政治・経済

数学(文系型)

数学(理系型)

物理

化学

生物

正解・正解例
講評

国語

問6 空所【7-A】～【7-C】に当てはまる組み合わせとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 23

	【7-A】	【7-B】	【7-C】
①	232	湿った空気でもさびにくい	ブリキ
②	232	湿った空気でもさびにくい	トタン
③	232	さびやすい	ブリキ
④	232	さびやすい	トタン
⑤	1538	湿った空気でもさびにくい	ブリキ
⑥	1538	湿った空気でもさびにくい	トタン
⑦	1538	さびやすい	ブリキ
⑧	1538	さびやすい	トタン

問7 空所【8-A】～【8-C】に当てはまる組み合わせとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 24

	【8-A】	【8-B】	【8-C】
①	硬くて加工が困難な	大きく (11.4 g/cm ³)	食器
②	硬くて加工が困難な	大きく (11.4 g/cm ³)	放射線の遮蔽材
③	硬くて加工が困難な	小さく (1.85 g/cm ³)	食器
④	硬くて加工が困難な	小さく (1.85 g/cm ³)	放射線の遮蔽材
⑤	軟らかく加工が容易な	大きく (11.4 g/cm ³)	食器
⑥	軟らかく加工が容易な	大きく (11.4 g/cm ³)	放射線の遮蔽材
⑦	軟らかく加工が容易な	小さく (1.85 g/cm ³)	食器
⑧	軟らかく加工が容易な	小さく (1.85 g/cm ³)	放射線の遮蔽材

(2) 一般に、溶液中の特定の成分のみを透過させる膜を半透膜はんとうまくという。膜を通してある物質の粒子が拡散していく現象を浸透しんとうという。図1はU字管とその中央に固定してある半透膜を示している。この半透膜は水分子のみを透過させる。片方のAに水溶液を、もう一方のBに純水を液面の高さが同じになるように加えた。これを長時間放置すると【9】。高くなった液面に圧力を加え、液面の高さを同じにするのに必要な圧力を浸透圧しんとうあつという。希薄溶液の浸透圧は、溶媒や溶質の種類によらず、溶液のモル濃度と絶対温度に比例することが知られている。これを【10】の法則といい、以下の式①のように示される

$$\Pi V = nRT \quad \text{①}$$

このとき、 Π は希薄溶液の浸透圧 [Pa]、 V は溶液の体積 [L]、 n は溶質の物質質量 [mol]、 R は気体定数 [Pa・L/(K・mol)]、 T は絶対温度 [K]である。

この法則が成立すると、浸透圧から溶質の分子量が求められる。いま、水溶液 200 mL 中にある非電解質 0.18 g が完全に溶けている。このときの浸透圧は、27℃で 8.3×10^2 Pa であった。この非電解質の分子量は有効数字2桁まで求めると【11】であった。

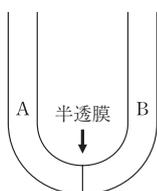


図1 U字管と半透膜

浸透圧以上の圧力をかけることで、海水から淡水を取り出すことができる。地球上の淡水の分布は限られているので、飲料水確保のためには非常に重要な技術である。【10】の法則が適用されるとした場合、この法則を用いて海水の淡水化に必要な圧力を求めることができる。海水の代わりに、純粋な塩化ナトリウム NaCl のみが質量パーセント濃度で 3.5% 溶け、完全に電離している水溶液の浸透圧を有効数字2桁まで求めると【12】Pa であると計算される。すなわち、海水の淡水化には【12】Pa 以上の圧力が必要であると考えられることができる。このとき、NaCl 水溶液の密度を 1.0 g/cm^3 とし、27℃、大気圧は 1.0×10^5 Pa であるとする。

問8 空所【9】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 25

- ① 図1中のAの液面が下がり、Bの液面は上がった
- ② 図1中のAの液面が上がり、Bの液面は下がった

問9 空所【10】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 26

- ① シャルル
- ② 倍数比例
- ③ ファラデー
- ④ ファントホッフ
- ⑤ ヘンリー
- ⑥ ボイル
- ⑦ ボイル・シャルル
- ⑧ ルシャトリエ

問10 空所【 11 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

- 解答番号 27
- ① 1.2×10^2 ② 2.7×10^2 ③ 8.3×10^2
 ④ 2.4×10^3 ⑤ 2.7×10^3 ⑥ 8.3×10^3
 ⑦ 2.7×10^4 ⑧ 8.3×10^4

問11 空所【 12 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

- 解答番号 28
- ① 1.5×10^5 ② 3.0×10^5 ③ 8.7×10^5
 ④ 1.5×10^6 ⑤ 3.0×10^6 ⑥ 8.7×10^6
 ⑦ 1.5×10^9 ⑧ 3.0×10^9 ⑨ 8.7×10^9

大問Ⅲの解答範囲は、解答番号 29 から 43 までです。

Ⅲ 次の(1)および(2)の文章を読んで、(1)の文章については後の問い(問1～問4)に、(2)の文章については後の問い(問5～問9)に、それぞれ答えなさい。

(1) メタノールのように、炭化水素の水素原子をヒドロキシ基で置き換えた有機化合物をアルコールという。アルコールはヒドロキシ基をもつので、【 1 】。

アルコールは、【 2 】によって、1価アルコール、2価アルコール、3価アルコールなどに分類される。例えば、【 3 】は3価アルコールに分類される。【 3 】はアルキド樹脂の原料として用いられる。また、アルコールは、【 4 】によって、第一級アルコール、第二級アルコール、第三級アルコールに分類される。硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を用いて酸化すると、第一級アルコールは【 5 】を経て【 6 】を生じ、第二級アルコールは【 7 】を生じる。

問1 空所【 1 】に当てはまらないものを、次の中から一つ選びなさい。

- 解答番号 29
- ① エタノールのように炭素数が少ない場合には水によく溶ける
 ② その水溶液は強い酸性を示す
 ③ 構造異性体の関係にあるエーテルよりも高い沸点を示す
 ④ 分子量が同程度の炭化水素よりも高い沸点を示す
 ⑤ 単体のナトリウムと反応して水素を発生する

問2 空所【 2 】, 【 4 】に当てはまる最も適当なものを、次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。

- 空所【 2 】は、解答番号 30
 空所【 4 】は、解答番号 31
- ① 分子中のヒドロキシ基の数がいくつか
 ② 分子中の炭化水素基の数がいくつか
 ③ 分子中の炭化水素基の炭素数がいくつか
 ④ 1つの酸素原子に結合している炭化水素基の数がいくつか
 ⑤ 1つの炭素原子に結合しているヒドロキシ基の数がいくつか
 ⑥ ヒドロキシ基が結合している炭素原子が何個の炭化水素基と結合しているか

問3 空所【 3 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

- 解答番号 32
- ① 1-プロパノール
 ② 1-ブタノール
 ③ 2-ブタノール
 ④ 1,2-エタンジオール(エチレングリコール)
 ⑤ 1,2,3-プロパントリオール(グリセリン)
 ⑥ 2-メチル-2-プロパノール
 ⑦ フェノール
 ⑧ 2,4,6-トリニトロフェノール(ピクリン酸)

問4 空所【 5 】～【 7 】に当てはまる最も適当なものを、次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。

- 空所【 5 】は、解答番号 33
 空所【 6 】は、解答番号 34
 空所【 7 】は、解答番号 35
- ① アミド ② アミン ③ アルデヒド
 ④ エーテル ⑤ エステル ⑥ カルボン酸
 ⑦ ケトン ⑧ 酸無水物

英語

日本史

世界史

政治・経済

数(文系型)

数(理系型)

物理

化学

生物

正解・正解例
講評

国語

(2) ベンゼンは、常温・常圧で特異臭をもつ可燃性の液体である。ベンゼンの分子は、6個の炭素原子が環状に結合し、隣りあう炭素原子間の距離は【 8 】。ベンゼンにみられる炭素骨格をベンゼン環といい、ベンゼン環をもつ有機化合物を芳香族化合物という。ベンゼンは不飽和結合をもつが、その不飽和結合はアルケンの二重結合とは異なる反応性を示す。例えば、鉄粉を触媒に用いてベンゼンに臭素 Br_2 を作用させると【 9 】反応が起こる。1 mol のベンゼンに 1 mol の Br_2 が過不足なく反応したとすると、おもに【 10 】で表される化合物が生じる。一方、シクロアルケンであるシクロヘキセンは、常温で Br_2 の【 11 】反応が容易に進行する。シクロヘキセンに十分な量の臭素水を加えて振り混ぜると、おもに【 12 】で表される化合物が生じる。

芳香族化合物であるアニリン、ニトロベンゼン、フェノールをジエチルエーテルに溶かした混合溶液について、分液ろうとを用いた抽出により各成分を分離する実験を行った。まず、分液ろうとに混合溶液と希塩酸を入れ、よく振り混ぜた後、水層 A とエーテル層 B に分けた。ビーカーに取り出した水層 A に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、【13-A】である【13-B】が遊離した。次に、分液ろうとに残っているエーテル層 B に水酸化ナトリウム水溶液を加えてよく振り混ぜた後、水層 C とエーテル層 D に分けた。取り出した水層 C にはおもに【 14 】で表される化合物が溶解し、エーテル層 D にはおもに【 15 】で表される化合物が溶解していた。

問5 空所【 8 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 36

- ① エタンの炭素原子間の距離と同じである
- ② エタンの炭素原子間の距離よりも長い
- ③ エチレン(エテン)の炭素原子間の距離と同じである
- ④ エチレン(エテン)の炭素原子間の距離よりも長い
- ⑤ 結合の位置により異なる

問6 空所【 9 】、【 11 】に当てはまる最も適当なものを、次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。

空所【 9 】は、解答番号 37

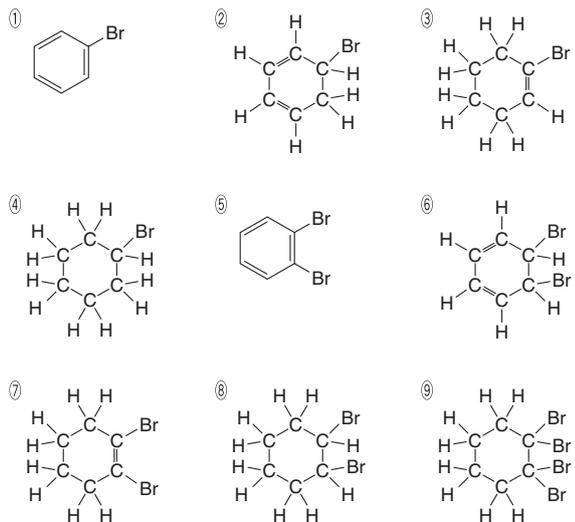
空所【 11 】は、解答番号 38

- ① アセチル化
- ② エステル化
- ③ 架橋
- ④ カップリング
- ⑤ 縮合
- ⑥ 脱離
- ⑦ 置換
- ⑧ 付加

問7 空所【 10 】、【 12 】に当てはまる最も適当なものを、次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。

空所【 10 】は、解答番号 39

空所【 12 】は、解答番号 40



問8 空所【13-A】、【13-B】に当てはまる組み合わせとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

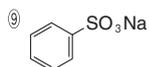
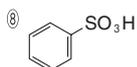
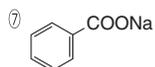
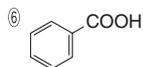
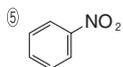
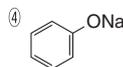
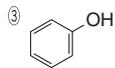
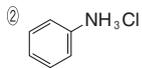
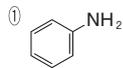
解答番号 41

	【13-A】	【13-B】
①	弱酸	アニリン
②	弱酸	フェノール
③	強酸	アニリン
④	強酸	フェノール
⑤	弱塩基	アニリン
⑥	弱塩基	フェノール
⑦	強塩基	アニリン
⑧	強塩基	フェノール

問9 空所【 14 】,【 15 】に当てはまる最も適当なものを,次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。

空所【 14 】は, 解答番号

空所【 15 】は, 解答番号



英語

日本史

世界史

政治・経済

数(文系型)
学

数(理系型)
学

物理

化学

生物

正解・正解例
講評

国語