

次の ~ の解答として最も適切なものを、それぞれの〈解答群〉の中から一つ選び、解答欄にマークしなさい。また、必要ならば原子量は以下の値を用いなさい。

$$H = 1.0 \quad C = 12.0 \quad O = 16.0$$

なお、実在気体とことわりがない限り、気体は理想気体として扱うものとする。

- [I] 1. 原子番号 のアルカリ金属元素の原子では、M 殻に電子が 8 個入っている。M 殻は、最大で 個の電子を収容できるが、この原子では満たされていない。これは、M 殻が 8 個の電子を収容すると、次の電子は N 殻に入ることによる。原子番号が 21 より大きく、M 殻がすべて埋まった原子は である。

< , の解答群 >

- ① 11
- ② 12
- ③ 13
- ④ 14
- ⑤ 15
- ⑥ 16
- ⑦ 17
- ⑧ 18
- ⑨ 19
- ⑩ 20

< の解答群 >

- ① Ar
- ② Co
- ③ Fe
- ④ Ne
- ⑤ Ni
- ⑥ Zn

2. 次のうち、1 分子中の非共有電子対の数が最も多いのは である。

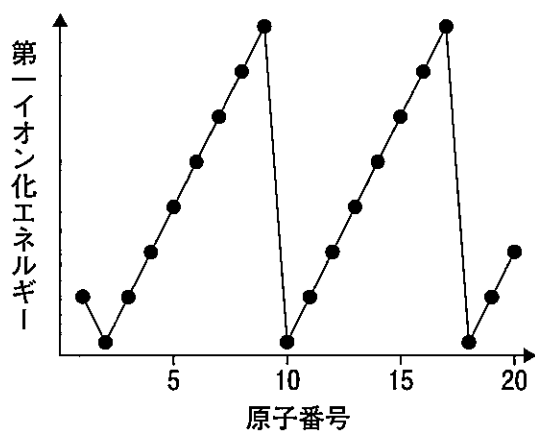
<解答群>

- ① アンモニア
- ② フッ化水素
- ③ メタン
- ④ ギ酸
- ⑤ クロロメタン
- ⑥ 硫化水素

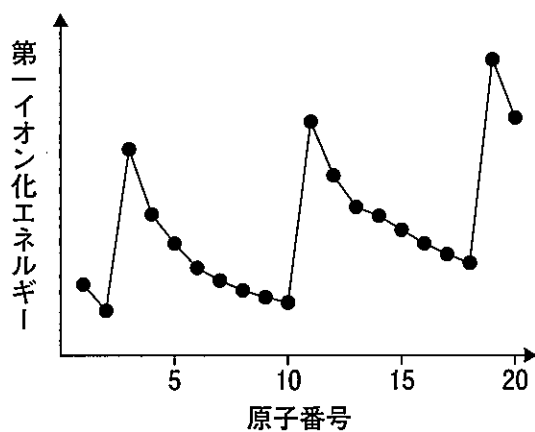
3. 次のうち、原子番号と原子の第一イオン化エネルギーの関係を正しく示すグラフは 5 である。

<解答群>

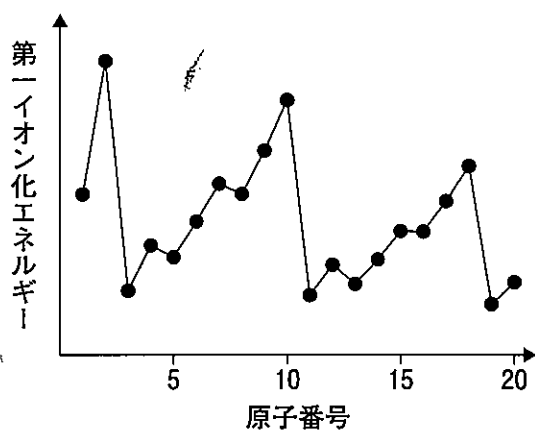
①



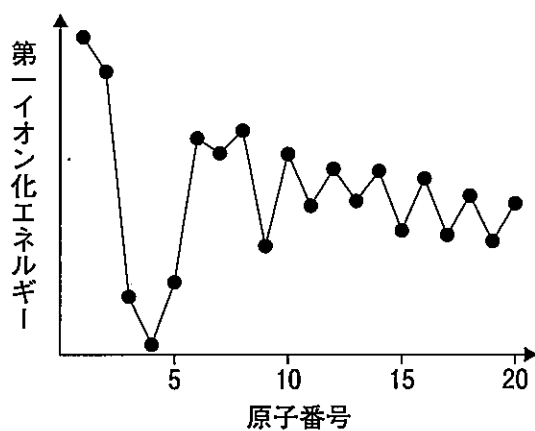
②



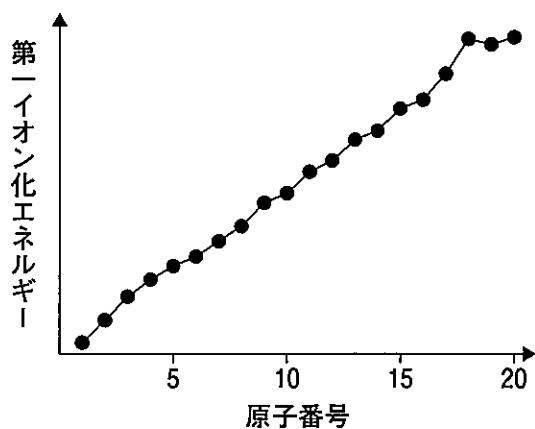
③



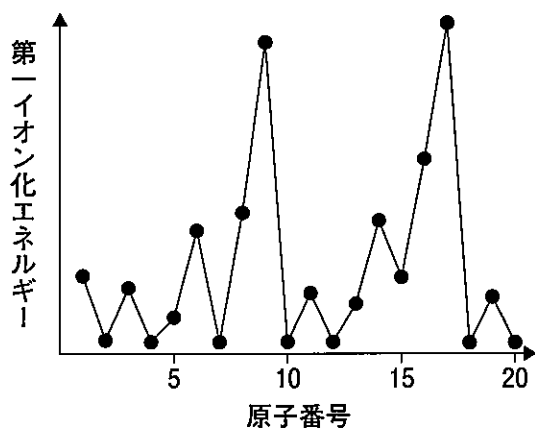
④



⑤

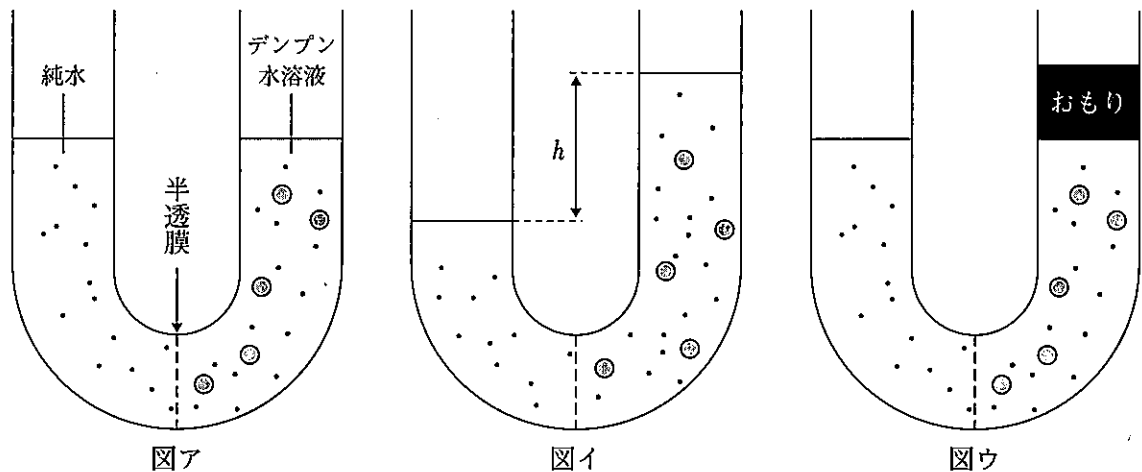


⑥



4. 模式図アのように、半透膜で仕切ったU字管に、純水と薄いデンプン水溶液を同じ高さになるように入れ、25℃でしばらく放置した。すると、模式図イのように、液面の高さの変化が止まった。その後、おもりを載せたところ、模式図ウのように、液面の差がなくなった。

・ 水分子 ○ デンプン分子



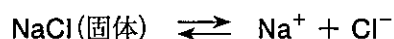
この実験結果について説明している次の文(a)～(c)のうち、正しいのは 6 である。

- (a) 純水側の水分子が、半透膜を通過してデンプン水溶液に向かって移動した。その後、液面の差が h になり、変化が止まった。この状態になると純水側の水分子は半透膜を通過することはない。
- (b) 模式図イにおいて、液面差 h によって生じている圧力は、浸透圧である。
- (c) この実験を、温度を変えて 50℃で行うと、模式図ウのように液面が同じ高さになった状態に保つためには、2倍の質量のおもりが必要となる。

<解答群>

- ① (a)のみ
- ② (b)のみ
- ③ (c)のみ
- ④ (a)と(b)
- ⑤ (a)と(c)
- ⑥ (b)と(c)
- ⑦ (a)と(b)と(c)

5. 塩化ナトリウムの飽和水溶液中では、次の溶解平衡が成り立っている。



この飽和水溶液に、ナトリウム片を加えたときと、気体の塩化水素を通じたときの変化の組合せのうち、正しいのは 7 である。

- (a) 溶解平衡は右向きに移動して、イオンの濃度が増加する。
- (b) 溶解平衡は左向きに移動して、塩化ナトリウムが析出する。
- (c) 溶解平衡は移動せず、変化は起こらない。

<解答群>

	ナトリウム片を加えたとき	塩化水素を通じたとき
①	(a)	(a)
②	(a)	(b)
③	(a)	(c)
④	(b)	(a)
⑤	(b)	(b)
⑥	(b)	(c)
⑦	(c)	(a)
⑧	(c)	(b)
⑨	(c)	(c)

6. 次の文の(a)と(b)に当てはまる語の組合せのうち、正しいのは 8 である。

分子内に複数のフッ素原子を含む有機化合物(PFAS)による、飲用水などの汚染が問題視されている。PFASは消火剤などに用いられる複数の化合物の総称であるが、いずれも化学的に非常に安定であり、「永遠の化学物質」とも呼ばれている。フッ素は(a)が最大の元素であり、炭素-フッ素の共有結合で(b)の電荷を帯びることが、PFASのこのような性質に関係している。

<解答群>

(a)	(b)
① 電気陰性度	炭素が正、フッ素が負
② 電気陰性度	炭素が負、フッ素が正
③ 原子半径	炭素が正、フッ素が負
④ 原子半径	炭素が負、フッ素が正
⑤ 結合エネルギー	炭素が正、フッ素が負
⑥ 結合エネルギー	炭素が負、フッ素が正

7. 電気分解に関する次の文(a)～(d)のうち、誤っているのは 9 である。

- (a) 炭素電極を用いて、フェノールフタレイン溶液を滴下した塩化ナトリウム水溶液を電気分解すると、陽極付近は赤色を帯びる。
- (b) 電極として陰極に純銅、陽極に粗銅を用いて、硫酸銅(Ⅱ)水溶液を電気分解すると、陰極に純度の高い銅が析出する。
- (c) 炭素電極を用いて、酸化アルミニウムを熔融塩電解すると、陰極ではアルミニウムの単体が得られ、陽極では一酸化炭素や二酸化炭素が発生する。
- (d) 白金電極を用いて、希硫酸を電気分解すると、陰極では水素、陽極では酸素が発生する。

<解答群>

- ① (a)のみ
- ② (b)のみ
- ③ (c)のみ
- ④ (d)のみ
- ⑤ (a)と(b)
- ⑥ (a)と(c)
- ⑦ (a)と(d)
- ⑧ (b)と(c)
- ⑨ (b)と(d)
- ⑩ (c)と(d)

〔Ⅱ〕 1. 酸化マンガン(Ⅳ)に濃塩酸を加えて加熱して、気体を発生させる。この気体を捕集するときに行う操作として、正しいのは 10 である。

<解答群>

- ① ソーダ石灰に通す。
- ② 水に通した後、濃硫酸に通す。
- ③ 濃硫酸に通した後、水に通す。
- ④ 水に通した後、酸化カルシウムに通す。
- ⑤ 酸化カルシウムに通した後、水に通す。

2. 気体 A ～ C は、次の(1)～(3)の性質を示す。これらの気体の組合せのうち、正しいのは 11 である。

(1) 気体 A と気体 B は有色であるが、気体 C は無色である。

(2) 気体 B を硝酸銀水溶液に通じると、白色沈殿を生じる。

(3) 気体 C をヨウ素溶液に通じると、溶液は無色透明となる。

<解答群>

	気体 A	気体 B	気体 C
①	H ₂ S	Cl ₂	SO ₂
②	Cl ₂	H ₂ S	SO ₂
③	NO ₂	Cl ₂	SO ₂
④	NO ₂	Cl ₂	H ₂ S
⑤	SO ₂	H ₂ S	Cl ₂
⑥	SO ₂	Cl ₂	H ₂ S

3. 過マンガン酸カリウム水溶液に硫酸を加え、さらに硫酸酸性にした硫酸鉄(Ⅱ)水溶液を加えていったところ、水溶液の赤紫色が消えた。硫酸鉄(Ⅱ)水溶液を加える前と加えた後のマンガンの酸化数の組合せのうち、正しいのは 12 である。

<解答群>

	硫酸鉄(Ⅱ)水溶液を 加える前	硫酸鉄(Ⅱ)水溶液を 加えた後
①	0	+2
②	0	+4
③	0	+7
④	+4	0
⑤	+4	+2
⑥	+4	+7
⑦	+7	0
⑧	+7	+2
⑨	+7	+4

4. 粉末の炭酸カルシウムと硫酸バリウムの混合物がある。炭酸カルシウムを溶解させて、ろ過をすることで硫酸バリウムを得たい。このために加える試薬として、正しいのは 13 である。

<解答群>

- ① 希塩酸
- ② 水酸化カリウム水溶液
- ③ 水酸化ナトリウム水溶液
- ④ アンモニア水
- ⑤ 過酸化水素水

5. Al^{3+} , K^+ , Zn^{2+} , Pb^{2+} の4種の金属イオンを含む水溶液に、次の一連の実験操作を行った。沈殿 A ~ C の組合せのうち、正しいのは 14 である。

操作1 これらの金属イオンを含む水溶液に希塩酸を加えると、沈殿 A が生じた。

操作2 沈殿 A を分離したろ液にアンモニア水を過剰に加えると、沈殿 B が生じた。

操作3 沈殿 B を分離したろ液に硫化水素を通じると、沈殿 C が生じた。

<解答群>

	沈殿 A	沈殿 B	沈殿 C
①	ZnCl_2	$\text{Al}(\text{OH})_3$	K_2S
②	ZnCl_2	$\text{Al}(\text{OH})_3$	PbS
③	ZnCl_2	$\text{Pb}(\text{OH})_2$	Al_2S_3
④	ZnCl_2	$\text{Pb}(\text{OH})_2$	K_2S
⑤	PbCl_2	$\text{Al}(\text{OH})_3$	K_2S
⑥	PbCl_2	$\text{Al}(\text{OH})_3$	ZnS
⑦	PbCl_2	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	Al_2S_3
⑧	PbCl_2	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	K_2S

6. オゾン O_3 に関する次の文のうち、誤っているのは 15 である。

<解答群>

- ① 酸素 O_2 と同素体の関係である。
- ② 空気中で紫外線を当てることや、無声放電することで得られる。
- ③ 湿ったヨウ化カリウムデンプン紙を青色に変える。
- ④ 酸化剤としてはたらき、酸素 O_2 を生成する。
- ⑤ 無色・無臭の有毒な気体である。

〔III〕 1. 温度 0°C の氷 27.0 g がすべて 100°C の水蒸気になるときに吸収される熱量は 16 kJ である。

ただし、氷の 0°C での融解熱は 6.0 kJ/mol 、液体の水 1 g を 1°C 上昇させるために必要な熱量は温度によらず 4.2 J 、水の 100°C での蒸発熱は 41 kJ/mol とする。

<解答群>

- ① 9.0
- ② 11
- ③ 20
- ④ 27
- ⑤ 62
- ⑥ 82

2. アンモニアの 25°C における電離定数は $2.3 \times 10^{-5}\text{ mol/L}$ である。この温度における 0.23 mol/L のアンモニア水の水素イオン濃度は 17 mol/L である。

ただし、アンモニアの電離度は 1 よりも十分に小さく、この温度における水のイオン積は $1.0 \times 10^{-14}\text{ (mol/L)}^2$ である。

<解答群>

- ① 4.3×10^{-13}
- ② 4.3×10^{-12}
- ③ 4.3×10^{-11}
- ④ 2.3×10^{-4}
- ⑤ 2.3×10^{-3}
- ⑥ 2.3×10^{-2}

3. 温度 80℃で硝酸カリウムの飽和水溶液を 538 g 調製し、その後、この水溶液を 10℃に冷やすと、294 g の硝酸カリウムの結晶が析出した。硝酸カリウムの 10℃での飽和水溶液の質量パーセント濃度は 18 % である。

ただし、硝酸カリウムは水 100 g に、80℃で 169 g まで溶ける。

<解答群>

- ① 10
- ② 18
- ③ 22
- ④ 29
- ⑤ 44
- ⑥ 54

4. 体積パーセントで窒素 75 %，酸素 20 %，メタン 5.0 % の混合気体を、容積 8.3 L の密閉容器に入れたところ、温度 27℃で 1.0×10^5 Pa の圧力を示した。密閉容器内で混合気体に点火して、メタンを完全燃焼させた。その後、温度を 27℃にしたところ、密閉容器の内壁に水滴が生じていた。このときの密閉容器内部の混合気体の全圧は 19 Pa である。

ただし、気体定数を $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ ，温度 27℃の水の飽和蒸気圧を $4.0 \times 10^3 \text{ Pa}$ とし、生成した液体の水の体積および水への気体の溶解は無視できるものとする。

<解答群>

- ① 9.0×10^3
- ② 1.3×10^4
- ③ 3.6×10^4
- ④ 9.0×10^4
- ⑤ 9.4×10^4
- ⑥ 1.0×10^5

〔IV〕 1. 炭素、水素、酸素だけからなる化合物 A の元素分析(燃焼法)に関する次の文(a)～(c)のうち、正しいのは 20 である。

(a) 化合物 A が入った燃焼管内の酸化銅(Ⅱ)は、試料を完全燃焼させるための酸化剤として用いる。

(b) 水の量を正確に測定できるように、燃焼管の後は「塩化カルシウム管→ソーダ石灰管」の順序で配置する。

(c) 元素分析の結果に基づき算出された炭素、水素および酸素の質量を各原子のモル質量で割った値の比を最も簡単な整数比に直し、化合物 A の組成式を決定できる。

<解答群>

- ① (a)のみ
- ② (b)のみ
- ③ (c)のみ
- ④ (a)と(b)
- ⑤ (a)と(c)
- ⑥ (b)と(c)
- ⑦ (a)と(b)と(c)

2. トルエンに関する次の文(a)～(c)のうち、正しいのは 21 である。

(a) 常温で固体である。

(b) 過マンガン酸カリウム水溶液と反応させると、安息香酸カリウムが生じる。

(c) 常温で混酸を作用させると、付加反応により、おもに *o*-ニトロトルエンおよび *p*-ニトロトルエンが生じる。

<解答群>

- ① (a)のみ
- ② (b)のみ
- ③ (c)のみ
- ④ (a)と(b)
- ⑤ (a)と(c)
- ⑥ (b)と(c)
- ⑦ (a)と(b)と(c)

3. 繊維に関する次の文(a)～(c)のうち、正しいのは 22 である。

(a) 綿はセルロースを主成分とする植物繊維であり、 α -グルコースが結合した多糖である。

(b) ナイロン 66 はポリアミド系合成繊維であり、ヘキサメチレンジアミンとアジピン酸の縮合重合により得られる。

(c) アクリル繊維はアクリル酸の付加重合によって得られ、羊毛に似た風合いをもつ。

<解答群>

- ① (a)のみ
- ② (b)のみ
- ③ (c)のみ
- ④ (a)と(b)
- ⑤ (a)と(c)
- ⑥ (b)と(c)
- ⑦ (a)と(b)と(c)

4. 次の文の(a)～(c)に当てはまる語の組合せのうち、正しいのは 23 である。

水に難溶なパルミチン酸に(a)水溶液を加えると完全に溶解した。この透明な溶液に塩酸を滴下すると、パルミチン酸が再び析出した。また、パルミチン酸に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、(b)の発生とともに溶解するため、この反応は(c)の検出に利用される。

<解答群>

(a)	(b)	(c)
① 水酸化ナトリウム	二酸化炭素	カルボキシ基
② 水酸化ナトリウム	二酸化炭素	ヒドロキシ基
③ 水酸化ナトリウム	酸素	カルボキシ基
④ 水酸化ナトリウム	酸素	ヒドロキシ基
⑤ 塩化ナトリウム	二酸化炭素	カルボキシ基
⑥ 塩化ナトリウム	二酸化炭素	ヒドロキシ基
⑦ 塩化ナトリウム	酸素	カルボキシ基
⑧ 塩化ナトリウム	酸素	ヒドロキシ基

5. 次の文の(a)～(c)に当てはまる語の組合せのうち、正しいのは 24 である。

アミノ酸は酸と塩基の両方の性質を示し、強酸性水溶液中ではおもに(a)として存在する。また、アミノ酸はアルコールと反応すると(b)を生成する。分子内にベンゼン環とヒドロキシ基をもつアミノ酸である(c)は、タンパク質を構成するおもな成分の一つであり、絹や牛乳に多く含まれる。

<解答群>

	(a)	(b)	(c)
①	陽イオン	エステル	フェニルアラニン
②	陽イオン	エステル	チロシン
③	陽イオン	アミド	フェニルアラニン
④	陽イオン	アミド	チロシン
⑤	陰イオン	エステル	フェニルアラニン
⑥	陰イオン	エステル	チロシン
⑦	陰イオン	アミド	フェニルアラニン
⑧	陰イオン	アミド	チロシン

- 〔V〕 1. スクロース 1.00 mol とマルトース 2.00 mol の混合物がある。これを完全に加水分解して単糖にしたとき、グルコースとフルクトースの物質質量比は 25 であり、フルクトースの質量は 26 g である。

< 25 の解答群 >

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

< 26 の解答群 >

- ① 162
- ② 180
- ③ 198
- ④ 342
- ⑤ 360
- ⑥ 540
- ⑦ 684
- ⑧ 720

2. 核磁気共鳴法は、有機化合物の構造決定だけではなく、純度(試料全体の中で対象物質が占める割合)の測定にも使われる。ある粉末試料に含まれる有機化合物 X の純度を調べたい。X を含む粉末試料 10 mg と 3.0×10^{-5} mol の有機化合物 Y を混合し、核磁気共鳴法により分析すると、混合物中の X と Y の物質質量比が 1 : 3 であることがわかった。X の分子量が 200 のとき、粉末試料 10 mg 中の X の質量を求めることで、粉末試料中の X の純度が 27 % であることがわかる。

<解答群>

- ① 10
- ② 20
- ③ 30
- ④ 40
- ⑤ 50
- ⑥ 60
- ⑦ 70
- ⑧ 80
- ⑨ 90
- ⑩ 100

化学おわり