

高等学校 理科（化学）

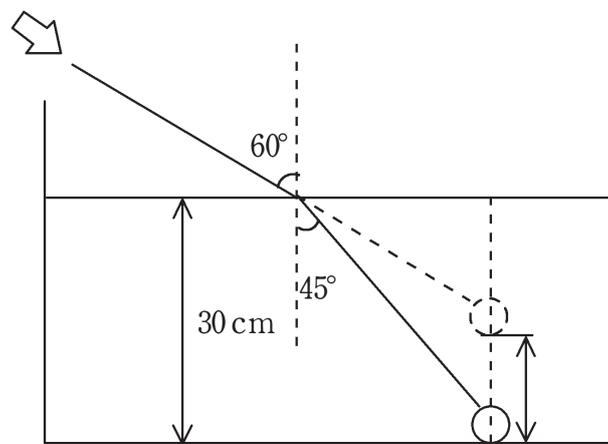
解答についての注意点

- 1 解答用紙は、マーク式解答用紙と記述式解答用紙の2種類があります。
- 2 大問 **1**～大問 **4** については、マーク式解答用紙に、大問 **5** については、記述式解答用紙に記入してください。
- 3 解答用紙が配付されたら、まずマーク式解答用紙に受験番号等を記入し、受験番号に対応する数字を、鉛筆で黒くぬりつぶしてください。
記述式解答用紙は、全ての用紙の上部に受験番号のみを記入してください。
- 4 大問 **1**～大問 **4** の解答は、選択肢のうちから、**問題で指示された解答番号**の欄にある数字のうち一つを黒くぬりつぶしてください。
例えば、「解答番号は 」と表示のある問題に対して、「**3**」と解答する場合は、解答番号 の欄に並んでいる ① ② ③ ④ ⑤ の中の ③ を黒くぬりつぶしてください。
- 5 間違ってぬりつぶしたときは、消しゴムできれいに消してください。二つ以上ぬりつぶされている場合は、その解答は無効となります。
- 6 その他、係員が注意したことをよく守ってください。

指示があるまで中をあけてはいけません。

1 次の(1)～(6)の問いに答えよ。

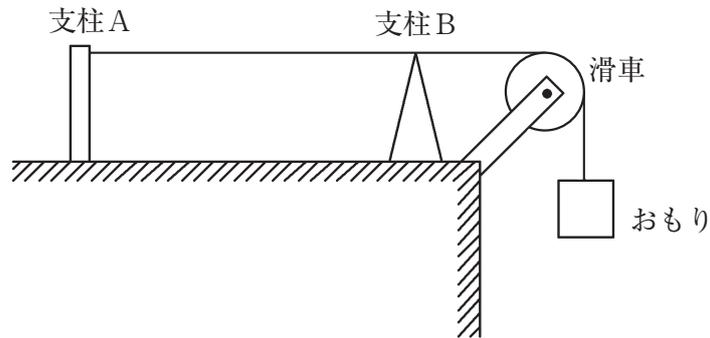
(1) 水槽の底に小物体を入れ、底から30 cmまで水を入れた。矢印の方向から見ると物体が浮かび上がっているように見えた。これは媒質の中を進行する波が境界面を越えてほかの媒質中へ進む場合、進行方向が変わる現象によるものである。物体から反射された光は、境界面で入射角 45° 、屈折角 60° で屈折した。物体は水を入れる前と比べて、水槽の底から何cm浮かび上がっているように見えるか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、物体の大きさは考えないものとする。解答番号は



- 1 10 cm 2 13 cm 3 15 cm 4 17 cm 5 20 cm

(2) ギターに使われている弦に支柱AとB、滑らかに回転することができる滑車とおもりを用いて、図のような装置を作った。おもりをつるし滑車を通して支柱Aにつなげた。滑車と支柱Aとの間に支柱Bを置くことによって弦を強く張った。弦は力を加えても伸び縮みはしないものとし、振動によって弦は支柱Bから離れないものとする。

線密度 ρ の弦の両端を固定し張力の大きさ S で張った。 S で張った弦をはじいたとき、弦を伝わる横波の速さ v は $v = \sqrt{\frac{S}{\rho}}$ と表される。



実験1 ABの中央を指ではじき、AB間に基本振動の定常波をつくった。

実験2 おもりの重さを2倍にし、AB間の距離が実験1の距離の半分になるように支柱Bを移動させ、ABの中央を指ではじいてAB間に基本振動の定常波をつくった。

このとき、実験2の振動数は実験1の振動数と比べて何倍になるか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 0.5倍 2 0.7倍 3 1.4倍 4 2.0倍 5 2.8倍

(3) 下の図1のように、断熱材で覆われている250 gの銅製の容器に水100 gを入れた。この中に体積や熱容量の無視できるヒーターを入れて毎分1050 Jの熱量を加えた。加えられた熱はすべて温度上昇に使われ、水が蒸発したり、熱が外部にもれたりすることはないものとする。表1は水の温度上昇と時間との関係を表したものであり、図2は表1をグラフで示したものである。次の問いに答えよ。ただし、水の比熱は $4.2 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ 、銅の比熱は $0.38 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ とする。

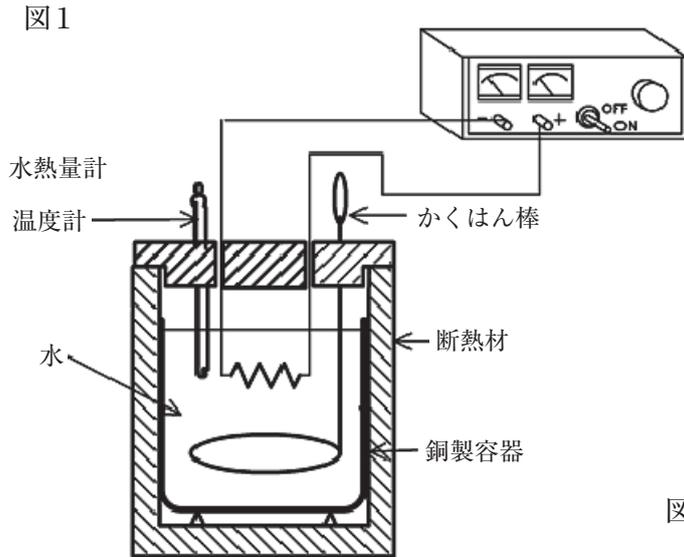
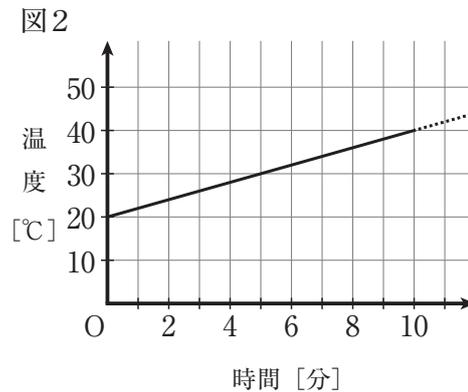


表1

時間 (分)	温度 (°C)
開始時	20
2	24
4	28
6	32
8	36
10	40



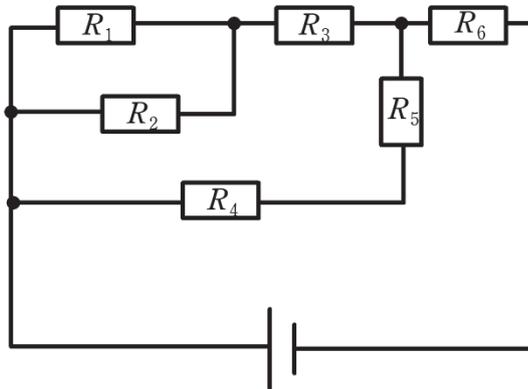
ア 容器の中の水100 gが10分間で吸収した熱量はいくらか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 4200 J 2 7500 J 3 8400 J 4 10500 J 5 16800 J

イ この実験において、温度計、かくはん棒を含めた水熱量計の熱容量はいくらか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 105 J/K 2 150 J/K 3 315 J/K 4 340 J/K 5 525 J/K

(4) 図は6個の抵抗と電池で作られた回路である。6個の抵抗はすべて抵抗の値が R であり、電池から流れる電流の大きさを I とする。また電池の内部抵抗は無視する。次の問いに答えよ。



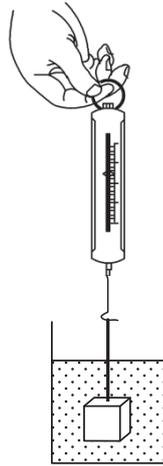
ア 回路全体の合成抵抗の値を1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 $\frac{7}{13}R$ 2 $\frac{6}{11}R$ 3 $\frac{11}{6}R$ 4 $\frac{13}{7}R$ 5 $\frac{9}{2}R$

イ 抵抗 R_1 に流れる電流の大きさを1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 $\frac{2}{11}I$ 2 $\frac{5}{24}I$ 3 $\frac{2}{7}I$ 4 $\frac{18}{11}I$ 5 $\frac{9}{2}I$

(5) 図のような、密度がわからない液体が入ったビーカーがあり、軽い糸を介してばねばかりでつるされた1辺2.0 cmの立方体の形をしたおもり（密度 10 g/cm^3 ）を、ビーカー内の底や側面に触れることなく液体に完全に沈めたところ、ばねばかりが50 gを示しておもりは静止した。このとき、おもりにはたらいっている浮力の大きさはいくらになるか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は



1 0.29 N

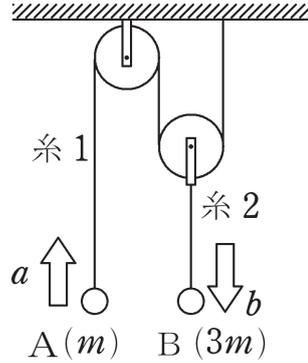
2 1.3 N

3 3.0 N

4 13 N

5 $2.9 \times 10^2 \text{ N}$

(6) 図のように、十分に長い糸1を定滑車と動滑車にかけて質量 m の小球Aをつるし、動滑車には糸2で質量 $3m$ の小球Bをつるして、A、Bを同じ高さに支えてから静かにはなす。重力加速度の大きさを g [m/s^2] とし、糸と滑車の質量、糸と滑車の間の摩擦を無視する。次の問いに答えよ。



ア 物体Aの加速度の大きさを a [m/s^2] とすると、物体Bの加速度の大きさ b [m/s^2] を a [m/s^2] を用いて表すとき、 b [m/s^2] はどのようなになるか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

- 1 $\frac{1}{3}a$ 2 $\frac{1}{2}a$ 3 a 4 $2a$ 5 $3a$

イ 糸1が物体Aをひく力の大きさを1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 $\frac{1}{3}mg$ 2 $\frac{2}{3}mg$ 3 $\frac{5}{4}mg$ 4 $\frac{9}{7}mg$ 5 $\frac{9}{5}mg$

ウ 支えの位置から静かにはなしてから、物体Aと物体Bの高さの差が h [m] になるまでの時間 t [s] を1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 $\sqrt{\frac{2h}{g}}$ 2 $\sqrt{\frac{2h}{3g}}$ 3 $\sqrt{\frac{5h}{6g}}$ 4 $\sqrt{\frac{14h}{3g}}$ 5 $\sqrt{\frac{16h}{3g}}$

2 次の(1)～(4)の問いに答えよ。

(1) DNAは遺伝子の本体であることが知られている。DNAについて、次の問いに答えよ。

ア 体細胞分裂における細胞周期と細胞1個あたりのDNA量の関係を示す組合せとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。ただし、体細胞分裂によって細胞が2つに分かれた直後の体細胞のDNA量を2とする。解答番号は

	間期	前期	中期	終期
1	2	2	2	2
2	2	2	4	4
3	2から4	2	4	4
4	2から4	4	4	4
5	4	4	2	2

イ DNAは、通常、二重らせん(2本鎖)構造をしている。このDNAの構造に関する文として最も適切なものはどれか。ただし、 $2n$ は核相が複相で、 n は核相が単相を示している。1～5から一つ選べ。解答番号は

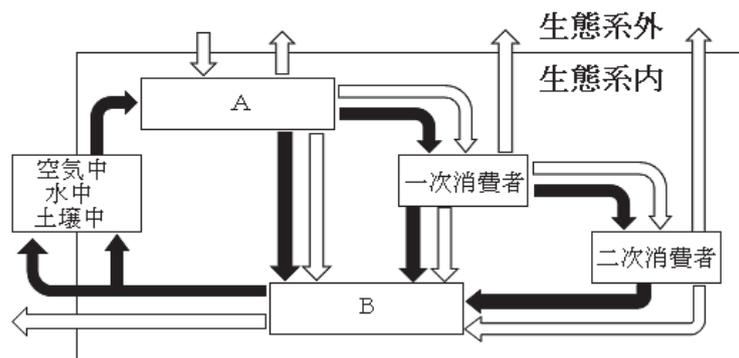
- 1 体細胞($2n$)のDNAは2本鎖であるが、配偶子(n)のものは常に1本鎖である。
- 2 体細胞($2n$)では、減数分裂によって生じた配偶子(n)のDNAは1本鎖であるが、受精によって本来の2本鎖になる。
- 3 体細胞($2n$)では、2本の相同染色体が対合しているので、それぞれの染色体上にある1本鎖DNAが対を形成して2本鎖になる。
- 4 体細胞($2n$)と同様に、配偶子(n)のDNAは、通常、2本鎖である。しかし、細胞分裂直後は1本鎖で、やがて複製されて2本鎖になる。
- 5 体細胞($2n$)と同様に、配偶子(n)のDNAは、通常、2本鎖である。また、細胞分裂直後のものでも2本鎖になっている。

イ 図中のAとBの説明として誤っているものをすべて選んだ組合せとして最も適切なものはどれか。
1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 根から吸収された水分は、Bを通過して葉に運ばれ、光合成などに使われる。
- ② 光合成で作られたデンプンは糖になり、Bを通過してからだの各部分に運ばれる。
- ③ AとBは、根から葉までつながっており、茎ではAはBより内側にある。
- ④ AとBは維管束を形成し、葉では葉脈と呼ばれる。

1 ① 2 ② 3 ①③ 4 ②④ 5 ①②④

(3) 下の図は、生態系における物質の流れ（**■**）とエネルギーの流れ（**⇨**）を模式的に示したものである。生態系における物質の流れとエネルギーの流れについて述べた次の文を読んで、あとの問いに答えよ。



太陽の(①)エネルギーは、生産者によって有機物中に(②)エネルギーとして蓄えられる。このエネルギーは食物連鎖によって消費者に移動し、生命活動に利用される。分解者も、遺体や排出物中の(②)エネルギーを利用する。これらの(②)エネルギーの一部は、各栄養段階において、代謝に伴う(③)エネルギーとなる。

ア 図中のA、Bと文章中の①～③にあてはまる語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。
1～5から一つ選べ。解答番号は

	A	B	①	②	③
1	生産者	分解者	光	熱	化学
2	生産者	分解者	光	化学	熱
3	生産者	分解者	熱	化学	光
4	分解者	生産者	光	熱	化学
5	分解者	生産者	光	化学	熱

イ 生態系における物質の流れとエネルギーの流れの説明について、正しいものを選んだ組合せとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 炭素は生態系内を循環するが、窒素は生態系内を循環しない。
- ② 炭素や窒素は生態系内を循環しない。
- ③ 炭素や窒素は生態系内を循環する。
- ④ エネルギーは生態系内を物質の移動とともに移動していき、最終的には熱エネルギーとして生態系外へ出るので生態系内を循環しない。
- ⑤ エネルギーは生態系内を物質の移動とともに移動していき、最終的には熱エネルギーとして生態系内を循環する。

1 ①⑤ 2 ②④ 3 ②⑤ 4 ③④ 5 ③⑤

ウ 次の生物のうち、一次消費者のみの組合せとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① ニホンカナヘビ ② モンシロチョウ ③ ニホンカモシカ ④ ヒマワリ
- ⑤ ナナホシテントウ ⑥ オウサマペンギン ⑦ 大腸菌

1 ①②④ 2 ①②⑤ 3 ②③
4 ②④⑦ 5 ①③⑥

(4) セキツイ動物は、呼吸の方法やからだの表面のようす、子の生まれ方の違いで、魚類・両生類・ハ虫類・鳥類・ホ乳類の5つのなかまに分けることができる。セキツイ動物について、次の問いに答えよ。

ア ウミガメは一生のほとんどを海の中で過ごす。ハ虫類に分類されている。ハ虫類の特徴の組合せとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① えら呼吸である ② 肺呼吸である ③ 体表はかたいうろこでおおわれている
- ④ 体表は毛でおおわれている ⑤ 殻のない卵を産む
- ⑥ 殻のある卵を産む ⑦ 胎生である

1 ①③⑤ 2 ①③⑥ 3 ②③⑤
4 ②③⑥ 5 ②④⑦

イ 次のうち、ハ虫類に分類されている動物のみの組合せとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- | | | |
|---|-----------|----------|
| 1 | イリエワニ | アカハライモリ |
| 2 | ウミイグアナ | シマヘビ |
| 3 | オオサンショウウオ | ニホンヤモリ |
| 4 | カミツキガメ | オオコウモリ |
| 5 | ニホントカゲ | ニホンヒキガエル |

3 次の(1)～(8)の問いに答えよ。

(1) 海水面の高さは、気圧によって変化する。海面上のある地点において台風が通過し、気圧が976hPaになったときの海水面の高さは、気圧が1013hPaの時と比べて何mm変化したと考えられるか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、海水面の高さは気圧の変化によってのみ変化し、気圧が1hPa変化すると海水面の高さは10mm変化するものとする。

解答番号は

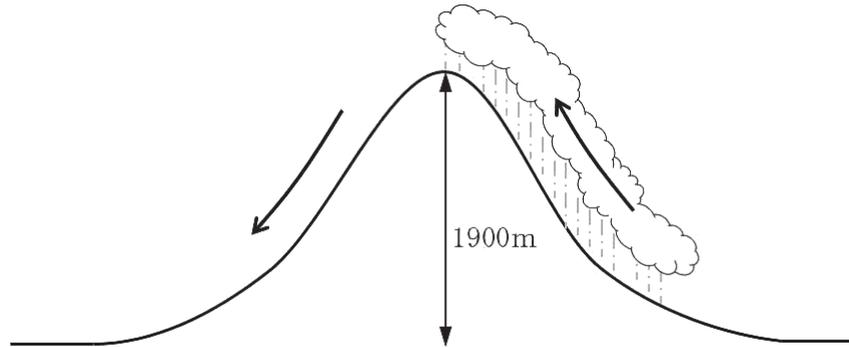
- 1 37mm上昇する。
- 2 37mm下降する。
- 3 370mm上昇する。
- 4 370mm下降する。
- 5 3700mm下降する。

(2) 次の文は、エルニーニョ現象について述べたものである。文中の空欄に入る語句の組合せとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

通常、赤道太平洋海域の表面水温は、西部が高く、東部が低くなっている。エルニーニョ現象が発生しているときには、通常よりも貿易風が(a)なり、赤道太平洋海域の東部の暖かい表層水の厚さが(b)なる。その結果、赤道太平洋海域の東部で、カタクチイワシの漁獲高が(c)なる。

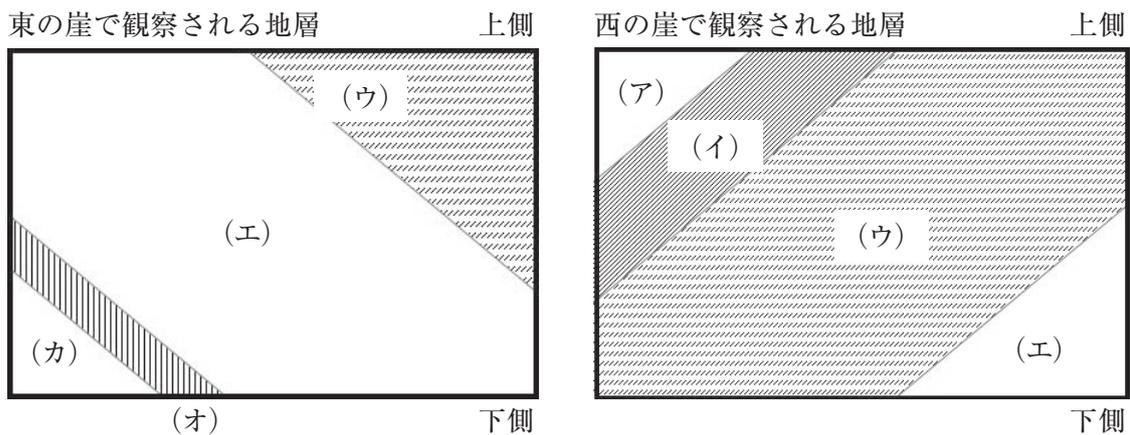
- | | a | b | c |
|---|----|----|----|
| 1 | 弱く | 薄く | 高く |
| 2 | 弱く | 厚く | 低く |
| 3 | 強く | 薄く | 低く |
| 4 | 強く | 厚く | 高く |
| 5 | 強く | 厚く | 低く |

(3) 風上側山ろく（高度0 m）で気温 22°C 、露点温度 17°C であった空気塊が、高さ1900mの山を越え、風下側山ろく（高度0 m）に達したときの気温として最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。ただし、乾燥断熱減率を $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 、湿潤断熱減率を $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ でそれぞれ一定とし、空気塊が露点温度に達した高度から山頂（高度1900m）までの間でのみ雲が発生し、発生した水滴は全て山頂までに雨として降ったものとする。解答番号は



- 1 25°C
- 2 27°C
- 3 29°C
- 4 31°C
- 5 33°C

(4) 南北方向にのびる道があり、その道をはさむようにして東西に崖がある。下図は東と西それぞれの崖で観察される地層を同じ位置、同じ高さ、同じ面積でスケッチしたものである。図より、この辺りの地層の傾きはどうかと考えられるか。また、(イ)の地層が、南北の道の地表に現れる(道に「露出」する)のは、この道をどちらに行った場合か。最も適切な組合せを1～5から一つ選べ。ただし、図の(ア)～(カ)はそれぞれ同じ地層を表し、また、この辺りの地層はすべて同じ方向に傾いているが、褶曲や断層はないものとする。解答番号は



- | 地層の傾き | 地表に表れる場合 |
|----------------|----------|
| 1 南西の方へ下がっている。 | 南へ行った場合。 |
| 2 南東の方へ下がっている。 | 北へ行った場合。 |
| 3 北西の方へ下がっている。 | 南へ行った場合。 |
| 4 北東の方へ下がっている。 | 北へ行った場合。 |
| 5 南東の方へ下がっている。 | 南へ行った場合。 |

(5) 次の文は、AさんとBさんが登山に行った時の様子と、そのときの二人の会話である。文中の空欄に入る数値や語句の組合せとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

10月のある日、AさんとBさんは登山に行きました。秋風がそよぎ、1日を通して雲がほとんど無い晴天でした。二人は5合目まで登ったところでひと休みしました。

Aさん 「今は雲一つなく晴れているけど、曇りの時は空にどのくらいの雲があるのかな？」

Bさん 「雲の量は観測機器で測定することが難しいから、ほとんど目視で行っているよ。気象庁の天気種類表では、雲量2以上（ a ）以下が晴れとなっているよ。」

登ってきた山の様子を見て、AさんがBさんに尋ねました。

Aさん 「この山はどのようにしてできたのかな？」

Bさん 「この山は火山なんだ。地下深部で、岩石が融けてできた（ b ）が上がってくるときに、地面を押し上げてできたんだよ。」

Aさん 「火山の力、自然の力はすごいんだね。」

二人は頂上をめざして再び登り始めました。山の頂上付近には大きな火口がありました。Aさんは実物の火口を見たのは初めてなので驚きました。火口の中をのぞき込むと、所々から白く見える火山ガスが出ていました。

Aさん 「この火山は噴火しているのかな？」

Bさん 「この程度では噴火とは言わないし、火山ガスの主成分は（ c ）だよ。現在、噴火活動は小康状態かな。」

Aさん 「いつかは噴火するってこと？」

Bさん 「まあ、そうだね。実際、桜島のように現在も噴火を続けている火山もあるし、富士山のように噴火活動と噴火活動の間の時期の火山もあるんだ。概ね過去1万年以内に噴火した火山及び活発な噴気活動のある火山を活火山というように気象庁は定義しているよ。」

	a	b	c
1	5	マグマ	水
2	5	溶岩	硫黄
3	8	マグマ	水
4	8	マグマ	塩化水素
5	8	溶岩	硫黄

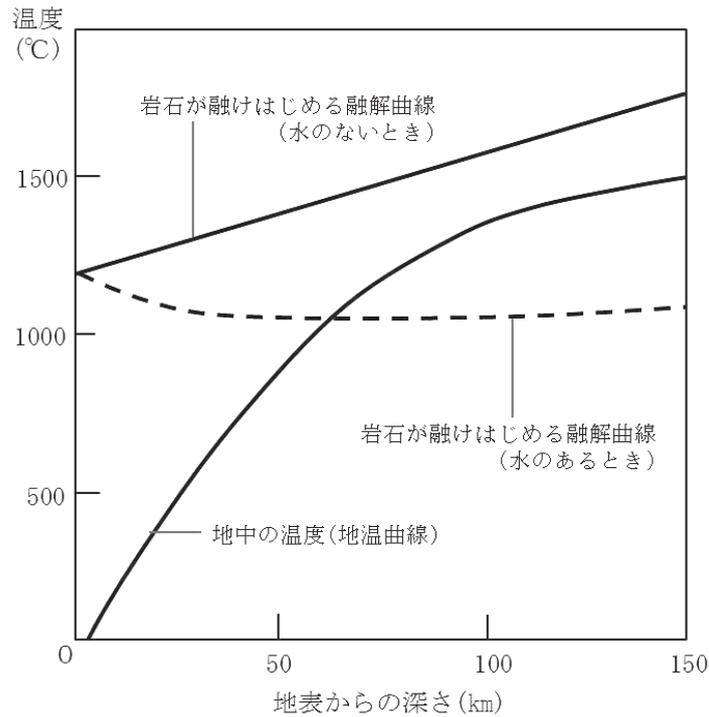
(6) 火山について述べた次の a～c の正誤の組合せとして最も適切なものはどれか。1～5 から一つ選べ。解答番号は

- a 火砕丘は南半球の火山特有のもので、日本には存在しない。
- b 三松正夫氏によって作成された昭和新山の隆起の記録は「三松ダイヤグラム」と呼ばれている。
- c 昭和新山が含まれる洞爺湖有珠山ジオパークは、世界ジオパークであるとともに、世界遺産に指定されている。

	a	b	c
1	正	正	誤
2	正	誤	誤
3	誤	正	正
4	誤	正	誤
5	誤	誤	正

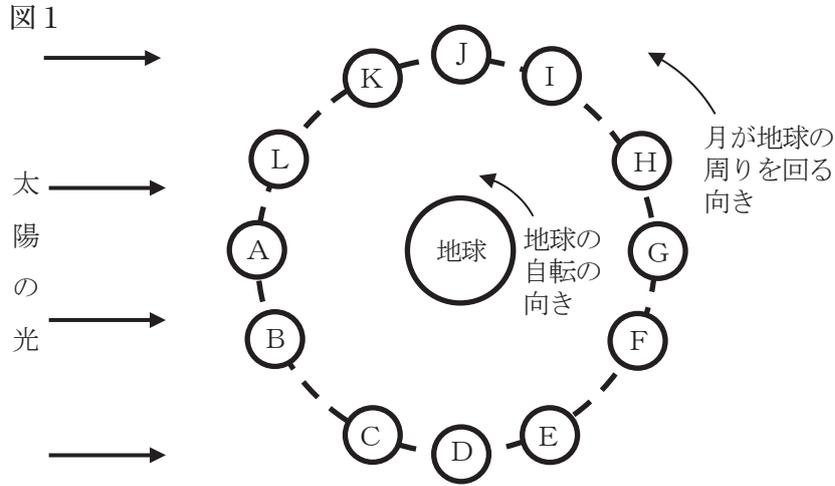
(7) 次の図は、地表からの深さに対する地中の温度と岩石の融解曲線を示している。図にあるように、地温曲線と融解曲線は交わらないため、岩石に水のない状態では岩石が溶融することはない。しかし、岩石に水が加わったときは、融解曲線が変化し岩石の部分溶融が起こる。地表からの深さが50kmと100kmの地点において、岩石に水が加わったときの岩石の部分溶融について図から読み取れることを述べたものとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は



- 1 地表からの深さ50km、100kmにある岩石ともに部分溶融が起こっていない。
- 2 地表からの深さ50km、100kmにある岩石ともに部分溶融が起こっている。
- 3 地表からの深さ50kmの岩石は部分溶融しているが、100kmにある岩石は部分溶融していない。
- 4 地表からの深さ50kmの岩石は部分溶融していないが、100kmにある岩石は部分溶融している。
- 5 地表からの深さが150kmよりも深い所で部分溶融が始まる。

(8) 図1は、地球と月の位置関係を模式的に表したものである。この図を見て、次のア～ウの問いに答えよ。



ア 図1のA～Lのうち、月が三日月として観測されるときと、上弦の月として観測されるときとの位置の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

	三日月	上弦の月
1	B	D
2	B	J
3	E	D
4	E	G
5	L	J

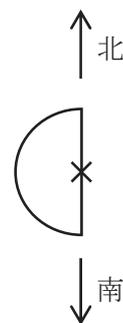
イ 新月が南中するときのおおよその時刻と、図1のDの位置の月が西に沈むときのおおよその時刻の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

	新月が南中するときの時刻	Dの位置の月が西に沈むときの時刻
1	午前0時ごろ	午前6時ごろ
2	午前0時ごろ	正午ごろ
3	正午ごろ	午前6時ごろ
4	正午ごろ	午後6時ごろ
5	正午ごろ	午前0時ごろ

ウ 図2は地球から月が半円形に観測されたときのスケッチであり、図2の×印の月面上に宇宙飛行士が立って地球を観測したと仮定する。このとき、宇宙飛行士によって地球がどのように観測されるかを述べたものとして最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。ただし、月面上の方角は図2の上方向を北、下方向を南とする。解答番号は

- 1 東の地平線に円形に観測される。
- 2 西の地平線に円形に観測される。
- 3 東の地平線に半円形に観測される。
- 4 西の地平線に半円形に観測される。
- 5 真上に半円形に観測される。

図2



4 次の(1)～(10)の問いに答えよ。ただし、原子量は次のとおりとする。

H = 1.0、C = 12、O = 16、S = 32

(1) 原子番号 Z の元素には、A と B の 2 つの同位体があり、A と B の質量数の和は x で、A の質量数は B の質量数より y だけ大きい。A の中性子数を x 、 y 、 Z を用いて表したとき、正しいものはどれか。1～5 から一つ選べ。解答番号は

1 $\frac{x+y}{2} + Z$ 2 $\frac{x+y}{2} - Z$ 3 $Z - \frac{x+y}{2}$

4 $\frac{x-y}{2} - Z$ 5 $Z - \frac{x-y}{2}$

(2) 次の①～④はオキソニウムイオンに関する文章である。正しいものの組合せはどれか。1～5 から一つ選べ。解答番号は

- ① オキソニウムイオンと水分子は同数の電子をもつ。
- ② 水分子が水素イオンを受け取ってオキソニウムイオンを形成する反応では、ブレンステッドの定義により、水分子は酸として働く。
- ③ オキソニウムイオンは一組の非共有電子対をもつ。
- ④ オキソニウムイオンの 3 つの O-H 結合のうち 1 つは配位結合で、他の 2 つに比べて弱い結合である。

- 1 ① ②
- 2 ① ③
- 3 ① ④
- 4 ② ③
- 5 ② ④

(3) ある金属 (Mとする) の硫酸塩 (MSO_4) はいくらかの水和水をもち水和物 ($MSO_4 \cdot nH_2O$) をつくる。この水和物を強熱すると、質量の36.0%が減少し、全て硫酸塩無水物 (MSO_4) となった。さらに加熱を続けると、水和物の状態から質量の68.0%が減少して全て酸化物 (MO) となった。この硫酸塩無水物の式量はいくらか。最も近いものを、1～5から一つ選べ。

解答番号は

1 80 2 90 3 128 4 160 5 170

(4) 次の①～③はコロイドに関する文章である。正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 流動性を示す液体状のコロイド溶液をゲル、流動性を失って半固体状となったものをゾルという。
- ② ブラウン運動は熱運動している溶媒分子がコロイド粒子に衝突し、コロイド粒子が不規則に動く現象である。
- ③ 親水コロイドであるデンプンのコロイド溶液に多量の電解質を加えると、凝析が起こる。

	①	②	③
1	正	正	正
2	正	正	誤
3	正	誤	正
4	誤	正	誤
5	誤	誤	誤

(5) 化学反応式 $A + 2B \longrightarrow 2C$ で表される反応がある。一定体積の容器内で温度を 25°C に保ち、 A と B の初濃度を変えて、反応初期の C の生成速度 v を求める実験ア～ウを行ったところ、次の表の結果が得られた。 25°C における反応速度定数はいくらか。最も近いものを、1～5 から一つ選べ。解答番号は

実験	[A] [mol/L]	[B] [mol/L]	v [mol/(L·s)]
ア	0.100	0.200	4.50×10^{-3}
イ	0.100	0.400	9.00×10^{-3}
ウ	0.0500	0.400	2.25×10^{-3}

- 1 $0.225 \text{ L}^2/(\text{mol}^2 \cdot \text{s})$ 2 $1.13 \text{ L}^2/(\text{mol}^2 \cdot \text{s})$ 3 $1.35 \text{ L}^2/(\text{mol}^2 \cdot \text{s})$
 4 $2.25 \text{ L}^2/(\text{mol}^2 \cdot \text{s})$ 5 $11.3 \text{ L}^2/(\text{mol}^2 \cdot \text{s})$

(6) 湖沼などの水中に含まれている有機物による汚染の程度を示す指標として化学的酸素要求量 (COD) がある。これは試料 1 L を酸化剤で処理したときに消費される酸化剤の量をそれに相当する酸素の質量 [mg/L] に換算した値である。

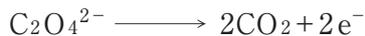
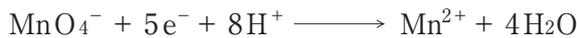
試料 50.0 mL と純水 50.0 mL にそれぞれ次の操作 1～3 を行った。

操作 1 硫酸を加えて酸性にした後、 5.00×10^{-3} mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を 10.0 mL 加え、沸騰水浴で 30 分加熱した。

操作 2 操作 1 の溶液に 1.25×10^{-2} mol/L のシュウ酸ナトリウム水溶液を 10.0 mL 加えてかくはんした。

操作 3 操作 2 の溶液を 5.00×10^{-3} mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定した。

操作 3 の滴定の結果、終点までに過マンガン酸カリウム水溶液は、試料では a [mL]、純水では b [mL] を要した。このとき、COD は a 、 b を用いてどのように表されるか。最も近いものを、1～5 から一つ選べ。ただし、過マンガン酸イオン、シュウ酸イオン及び酸素は、それぞれ次のように反応したとする。解答番号は



1 $0.200 \times (a - b)$ mg/L

2 $0.250 \times (a - b)$ mg/L

3 $0.625 \times (a - b)$ mg/L

4 $2.00 \times (a - b)$ mg/L

5 $4.00 \times (a - b)$ mg/L

(7) 次の①～③は化学物質の保存と取扱いに関する一般的な方法について述べた文章である。正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 黄リンは空気中で自然発火することがあり、空気から遮断するために、水中に保存する。
- ② 水酸化ナトリウム水溶液をガラスびんに保存するときには、ガラス栓を使用する。
- ③ ナトリウムやリチウムは空気に触れると酸化するので、水中に保存する。

	①	②	③
1	正	正	誤
2	正	誤	正
3	正	誤	誤
4	誤	正	誤
5	誤	正	正

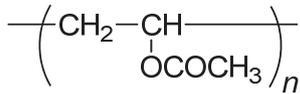
(8) 有機化合物に関する文章として、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。
解答番号は

- 1 C_5H_{10} の分子式で表されるアルケンの異性体は6種類である。
- 2 エタノールに濃硫酸を加え、 $170\text{ }^\circ\text{C}$ に保ちながら加熱すると、主にジエチルエーテルが生成する。
- 3 フェノールは炭酸よりも強い酸性を示す。
- 4 ベンゼンスルホン酸ナトリウムに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱するとナトリウムフェノキシドが生じる。
- 5 サリチル酸を無水酢酸と加熱するとサリチル酸メチルが生成する。

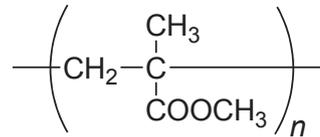
(9) 次の a ~ e の構造式で示される物質について述べた文章として、最も適切なものはどれか。

1 ~ 5 から一つ選べ。解答番号は

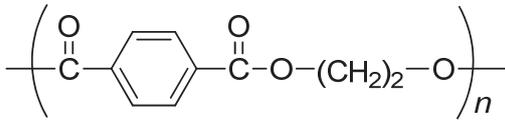
a



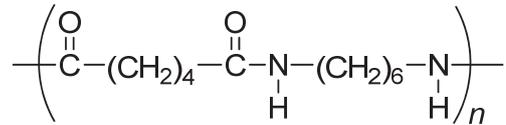
b



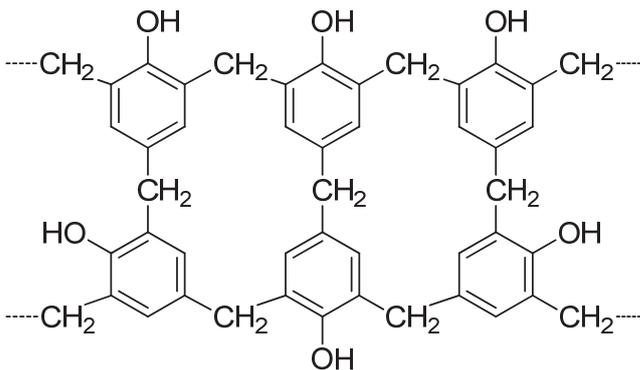
c



d



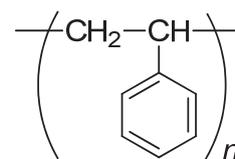
e



- 1 a は原料の酢酸ビニルから付加縮合で得られ、ビニロンの合成原料になる。
- 2 b は熱硬化性樹脂で、透明な有機ガラスの材料として用いられている。
- 3 c は一般にポリエステルとよばれ、衣料や飲料容器に用いられている。
- 4 d は原料のヘキサメチレンジアミンとアジピン酸から開環重合で得られ、絹のような繊維として用いられる。
- 5 e は熱可塑性樹脂で、電気絶縁性に優れ、プリント基板や電気部品に用いられる。

(10) 右の図はポリスチレンの構造式である。

平均分子量が 3.12×10^4 のポリスチレンを濃硫酸とともに加熱し、ベンゼン環の一部にスルホ基を導入した。得られた重合体3.00 g中に含まれるスルホ基を1.00 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で完全に中和させたところ、水酸化ナトリウム水溶液は12.5 mLを要した。この重合体に含まれるベンゼン環のうち何%がスルホン化されたか。最も近いものを1～5から一つ選べ。ただし、1つのベンゼン環に対して導入されたスルホ基は最大で1つであったとする。



解答番号は

1 13.4 %

2 26.0 %

3 35.0 %

4 43.3 %

5 65.0 %

5 炭酸ナトリウムは、炭酸カルシウム、塩化ナトリウム、アンモニアを原料として工業的に製造される。この反応の工程は次の5つからなる。

反応1：原料の炭酸カルシウムを加熱することにより二酸化炭素と物質①が生成する。

反応2：塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニア及び二酸化炭素を吸収させると、炭酸水素ナトリウムと塩化アンモニウムが生成する。

反応3：炭酸水素ナトリウムを加熱することにより、炭酸ナトリウム、水及び二酸化炭素が生成する。

反応4：物質①と水が反応して物質②が生成する。

反応5：塩化アンモニウムと物質②が反応し、物質③、水及びアンモニアが生成する。

これらの反応と物質について、次の(1)～(9)の問いに答えよ。ただし、アボガドロ定数は $N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ とし、原子量は次のとおりとする。

C = 12、O = 16、Na = 23、Cl = 35.5、Ca = 40

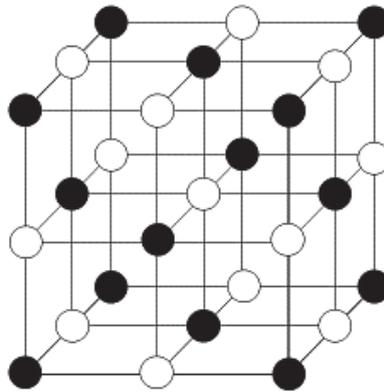
- (1) 物質①～物質③に適する化学式を書け。また、反応2及び反応3を化学反応式で示せ。
- (2) 炭酸ナトリウムの無水物9.54 kgを生成するのに塩化ナトリウムの飽和水溶液は最低何kg必要か。塩化ナトリウムの溶解度は水100 gに対して26.0 gとし、それぞれの反応は完全に進行したとして計算せよ。なお、計算に用いた化学反応式や考え方及び計算の過程も解答用紙に記入すること。
- (3) 反応2において、塩化ナトリウムの飽和水溶液には温度を一定に保ちながらアンモニアを溶解させてから二酸化炭素を溶解させ、二酸化炭素の溶解量を大きくしている。この順で溶解させる理由を答えよ。
- (4) 物質①は、乾燥剤として用いることができる。不純物として水分を含む次のア～キの気体から水分を除去するのに物質①を用いることが不適切な気体はどれか。記号で全て答えよ。
- | | | | | | | | |
|---|-------|---|-------|---|----|---|-------|
| ア | アンモニア | イ | 硫化水素 | ウ | 水素 | エ | 二酸化炭素 |
| オ | 一酸化炭素 | カ | 一酸化窒素 | キ | 塩素 | | |
- (5) 炭酸ナトリウム十水和物は、乾燥した空気中でしばらく放置すると、水和水の一部が失われる。このような現象を何というか。
- (6) 炭酸カルシウムは、二酸化炭素を含んだ水と接触すると、水に可溶性物質を生じる。これにより、炭酸カルシウムを主成分とする大理石や石灰岩は二酸化炭素を含む地下水によって溶かされ、長い年月を経て、鍾乳石などができる。溶かされた物質から鍾乳石が生成する反応を化学反応式で示せ。

(7) 物質①にコークスCを混ぜ、電気炉で強熱すると、灰色の硬いイオン性結晶ができる。次のア、イの問いに答えよ。

ア この物質に水を加えて発生する気体は何か。物質名で答えよ。

イ この気体を、硫酸水銀(Ⅱ)を含んだ希硫酸中に通じると、水が付加する。これによって生成する安定な物質の構造式を、価標を省略せずに書け。

(8) 下の図は物質①の結晶構造であり、陽イオンの位置を○で、陰イオンの位置を●で示している。この結晶は立方格子で、単位格子の大きさは1辺が0.48 nmであり、これらの単位格子が規則正しく積み重なってできている。次のア～エの問いに答えよ。



ア 単位格子中に陽イオンと陰イオンはそれぞれ何個含まれているか。

イ 最近接の陽イオンと陰イオンの中心間の距離は何nmか。

ウ 1個の陰イオンの最も近くに存在する陽イオンは何個か。

エ この結晶の密度は何g/cm³か。ただし、0.48³=0.11とする。

(9) 日本ではアンモニアを回収する代わりに塩化アンモニウムを製品として取り出すことが多い。塩化アンモニウムは化学肥料として重要な物質である。次のア、イの問いに答えよ。

ア アンモニアの電離定数を K 、水のイオン積を K_w とするとき、濃度 C mol/L の塩化アンモニウム水溶液の水素イオン濃度 $[H^+]$ を K 、 K_w 、 C を用いて表せ。ただし、加水分解度は1に比べて十分に小さいものとする。

イ 0.10 mol/L の塩化アンモニウム水溶液 (25℃) の pH はいくらか。有効数字2桁で求めよ。ただし、25℃におけるアンモニアの電離定数 K は 1.7×10^{-5} mol/L、水のイオン積 K_w は 1.0×10^{-14} mol²/L²、 $\log_{10} 1.7 = 0.23$ とする。

