

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) 図1のように、200 gのおもりを伸び縮みしない糸に付け、天井の点Oから吊り下げて振り子を作った。点Bを基準面、基準面からおもりまでの高さを H [cm] とする。糸が張った状態でおもりを点Bから $H = 30$ cmの点Aまで持ち上げ、静かにはなした。以下のア、イについて答えよ。ただし、糸の重さやおもりの大きさ、空気抵抗は考えないものとする。

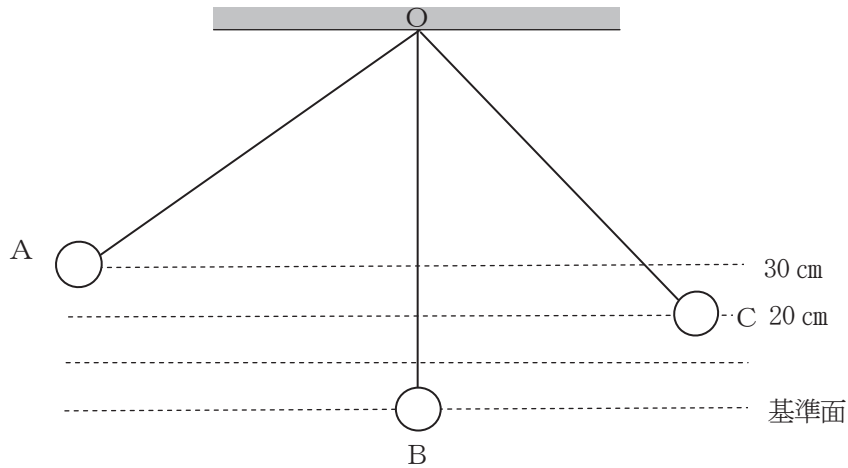


図1

ア おもりが点Aから点Bを通り、 $H = 20$ cmの点Cを通過した瞬間に糸が切れた。糸が切れた直後のおもりにはたっている力の向きを図2の1～5から一つ選べ。解答番号は

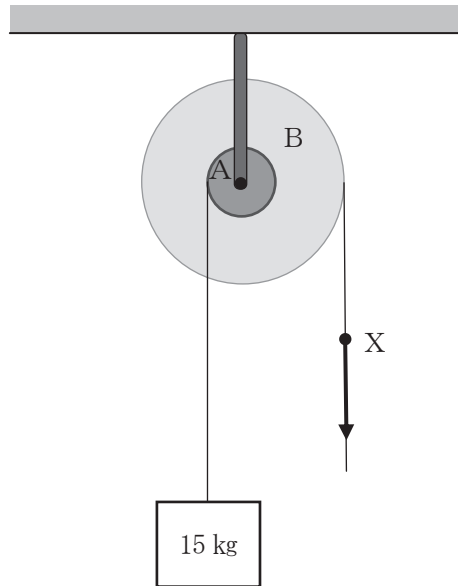


図2

イ 糸が切れたあと、おもりは放物運動をした。放物運動の最高点に達したおもりの高さを H' [cm]、最高点でのおもりのもつ運動エネルギーを K [J] とする。このとき、それぞれの値について、最も適切な組合せを次の1～5から一つ選べ。ただし、糸が切れる前後でおもりがもつ力学的エネルギーは変化しないものとする。解答番号は

	高さ	運動エネルギー
1	$H' = 20$	$K = 0$
2	$H' = 20$	$K > 0$
3	$20 < H' < 30$	$K = 0$
4	$20 < H' < 30$	$K > 0$
5	$H' = 30$	$K = 0$

(2) 図のような輪軸を用いて、小さい輪Aに巻かれた伸び縮みしないひもに質量15 kgの物体を結び、大きい輪Bに巻かれたひもの点Xをゆっくり下向きに引き、物体を1.4 m引き上げた。以下のア、イについて答えよ。ただし、ひもの重さは考えないものとし、小さい輪Aと大きい輪Bの半径の比を1 : 3、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。



図

ア ひもを引く力の大きさは何Nか。次の1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 5 N 2 45 N 3 49 N 4 74 N 5 147 N

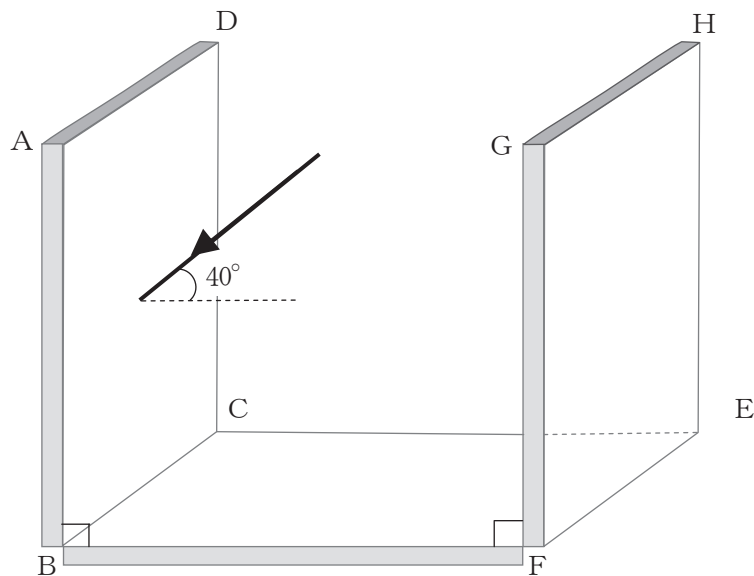
イ 物体を1.4 m引き上げるのに3.0秒かかった。このときのひもを引く力の仕事率は何Wか。次の1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 7 W 2 23 W 3 63 W 4 69 W 5 617 W

(3) 80 km/hで走っている電車の窓から外を見ると、雨粒が鉛直方向と 60° の角をなして降っているように見えた。雨粒は地面に対して鉛直下向きに一定の速さで降っているものとして、雨粒が地面に対して落下する速さは何m/sか。次の1～5から一つ選べ。ただし、 $\sqrt{3}=1.7$ とする。
 解答番号は

- 1 13 m/s 2 22 m/s 3 38 m/s 4 47 m/s 5 80 m/s

(4) 正方形の鏡3枚を用意し、図のように、鏡B C E Fを水平に、鏡A B C Dと鏡E F G Hをそれぞれ垂直に立てて置き、光を面A B F Gに平行に入射角 40° で鏡A B C Dに当てた。鏡A B C Dと鏡B C E Fは固定したまま、鏡E F G Hを辺E Fを軸に鏡B C E Fの向きへ反時計回りに少しずつ倒していく。それぞれの鏡で一度ずつ光が反射すると、鏡E F G Hで反射した光が鏡B C E Fと平行になるのは、鏡E F G Hを最初の位置から何度倒したときか。次の1～5から一つ選べ。
 解答番号は



図

- 1 10° 2 20° 3 25° 4 40° 5 50°

(5) 真空放電管の電極AとDが陰極、電極BとCが陽極となるようにそれぞれ電源に繋ぎ、AB間にのみ高い電圧をかけると蛍光板にまっすぐ進む陰極線が現れた。以下のア、イについて答えよ。

ア 実験1として、CD間にも電圧をかけると、図1のように陰極線はCの方へ曲がり、そのまま直進した。次に電極Cを陰極、電極Dを陽極となるように繋ぎ電圧をかけると、陰極線はDの方へ曲がり、そのまま直進した。

この実験1から分かることは何か。最も適切なものを次の1～5から一つ選べ。

解答番号は

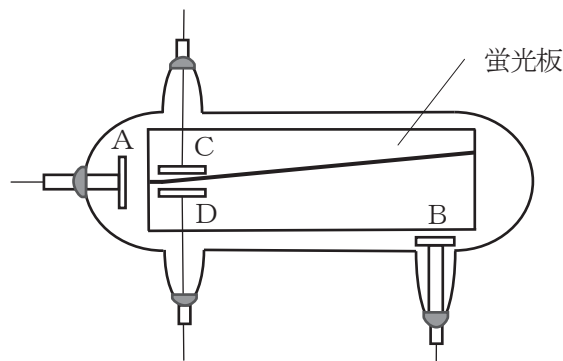


図1

- 1 電流は、負極から正極へ流れる。
- 2 電流は、常に導線中を光りながら流れている。
- 3 陰極線には質量がある。
- 4 陰極線は、目に見える粒子の流れである。
- 5 陰極線は、負の電荷を帯びている。

イ 次に実験2として、CD間に電圧をかけない状態で、図2のように、真空放電管をまたぐように上部から、手前をN極、奥をS極にして、U字形磁石を近づけた。陰極線は図2中の①か②のどちらの向きに曲がるか。また、陰極線には何と呼ばれる力がはたらいっているか。それぞれの解答について、最も適切な組合せを次の1～5から一つ選べ。解答番号は

- | | 陰極線 | 力 |
|---|-----|--------|
| 1 | ① | 磁気力 |
| 2 | ① | クーロン力 |
| 3 | ① | ローレンツ力 |
| 4 | ② | クーロン力 |
| 5 | ② | ローレンツ力 |

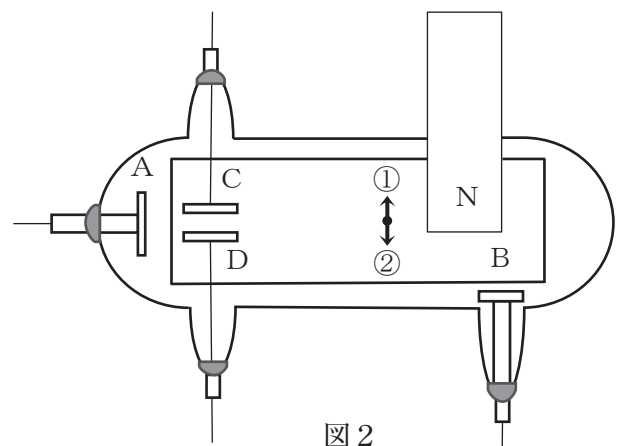
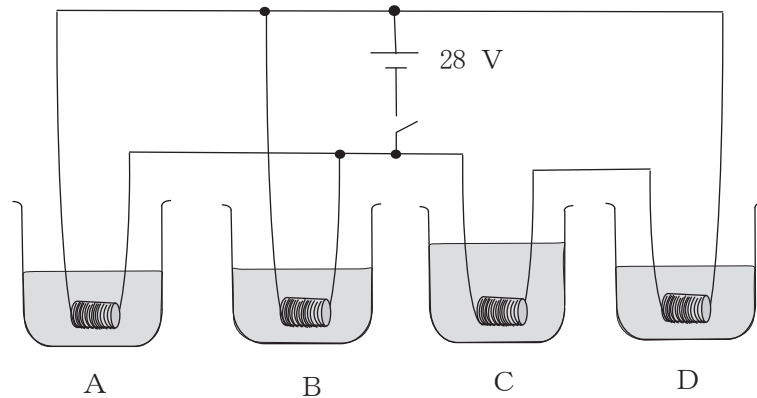


図2

(6) $10\ \Omega$ の電熱線 R_A 、 $8.0\ \Omega$ の電熱線 R_B 、 $6.0\ \Omega$ の電熱線 R_C 、 $4.0\ \Omega$ の電熱線 R_D をビーカー A～Dにそれぞれ入れ、図のような装置をつくり、ビーカー内の水の温度を測定した。ビーカー A、B、C、Dには水がそれぞれ $100\ \text{g}$ 、 $100\ \text{g}$ 、 $160\ \text{g}$ 、 $M\ [\text{g}]$ 入っていて、スイッチを入れる前の水温はすべて等しかった。以下のア、イについて答えよ。ただし、水の比熱を $4.2\ \text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とし、熱の出入りは、電熱線と水のみで行われるものとする。



図

ア スイッチを入れてしばらくしてから水の温度を測ると、時間あたりのビーカー A の温度変化はビーカー D の温度変化の 2 倍であった。ビーカー D には何 g の水が入っていたか。次の 1～5 から一つ選べ。解答番号は

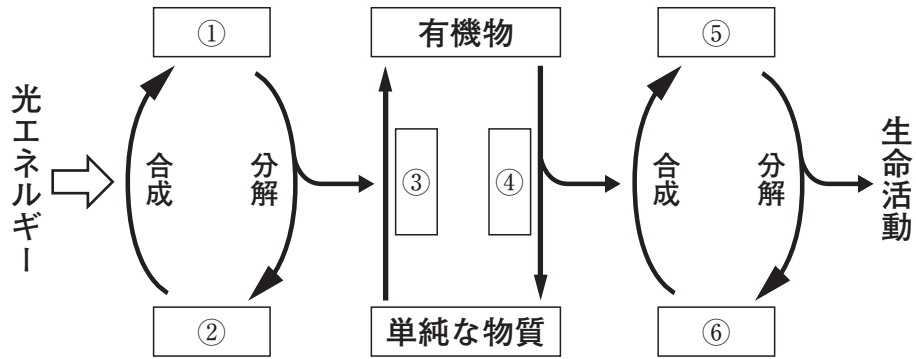
- 1 40 g 2 50 g 3 80 g 4 125 g 5 250 g

イ スイッチを入れてからビーカー A の水の温度を 5.0°C 上げるのに必要な時間は、ビーカー B の水の温度を 5.0°C 上げるのに必要な時間の何倍か。次の 1～5 から一つ選べ。解答番号は

- 1 0.64倍 2 0.80倍 3 1.0倍 4 1.3倍 5 1.6倍

2 次の(1)～(4)の問いに答えよ。

(1) 下の図は、物質の代謝とエネルギーの代謝を模式的に示したものである。次の問いに答えよ。



図

ア 図中の①～⑥に入る語の組合せとして、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	②	③	④	⑤	⑥
1	ADP	ATP	同化	異化	ADP	ATP
2	ADP	ATP	異化	同化	ADP	ATP
3	ADP	ATP	異化	同化	ATP	ADP
4	ATP	ADP	同化	異化	ATP	ADP
5	ATP	ADP	異化	同化	ATP	ADP

イ 次の文は、ATPについて述べたものである。次の文中の(①)～(④)にあてはまる語の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

ATPは、(①)という塩基と(②)という糖が結合した(③)に、リン酸が3分子結合した物質である。呼吸では、エネルギーを取り出す材料として、おもに(④)という糖が使われる。

	①	②	③	④
1	アデニン	デオキシリボース	アデノシン	グリコーゲン
2	アデニン	リボース	アデノシン	グリコーゲン
3	アデニン	リボース	アデノシン	グルコース
4	アデノシン	デオキシリボース	アデニン	グリコーゲン
5	アデノシン	リボース	アデニン	グルコース

(2) 下の表は、健康なヒトの静脈にイヌリンを注射し、一定時間後の、血しょう、原尿、尿に含まれる成分の一部とその量を示したものである。イヌリンは、ヒトの体内では利用も合成もされず、腎臓でろ過はされるが、再吸収されることなくすべて排出される物質である。次の問いに答えよ。

表

	血しょう (g /100 mL)	原尿 (g /100 mL)	尿 (g /100 mL)
尿素	0.03	0.03	2
イヌリン	0.1	0.1	12

ア 表から、1日に生産される原尿の量は何Lか。最も近いものを、1～5から一つ選べ。ただし、尿は1日に1.5 L生成されるものとする。解答番号は

- 1 15 L 2 120 L 3 125 L 4 150 L 5 180 L

イ 健康なヒトの腎臓における尿生成について述べた次の①～⑥の記述のうち、正しい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 タンパク質は原尿に含まれるが、毛細血管で再吸収されるため、尿中に含まれない。
- ② タンパク質は原尿に含まれるが、毛細血管で再吸収されないため、尿中に排出される。
- ③ タンパク質は原尿に含まれていないので、尿中にも含まれない。
- ④ グルコースは原尿に含まれるが、毛細血管で再吸収されるため、尿中に含まれない。
- ⑤ グルコースは原尿に含まれるが、毛細血管で再吸収されないため、尿中に排出される。
- ⑥ グルコースは原尿に含まれていないので、尿中にも含まれない。

- 1 ① ④ 2 ① ⑤ 3 ② ⑥ 4 ③ ④ 5 ③ ⑤

ウ 次の文は、腎臓の構造について述べたものである。次の文中の(①)～(④)にあてはまる語の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

ヒトの腎臓は、左右に一对あり、1個の腎臓は腎単位(ネフロン)と呼ばれる尿を生成する単位構造を約(①)万個有している。腎単位(ネフロン)は、(②)とこれに続く細尿管(腎細管)からできている。また、(②)は(③)とそれを包み込んでいる(④)からなる。

	①	②	③	④
1	100	腎小体(マルピーギ小体)	糸球体	ボーマンのう
2	100	腎小体(マルピーギ小体)	ボーマンのう	糸球体
3	20	腎小体(マルピーギ小体)	糸球体	ボーマンのう
4	20	腎う	糸球体	ボーマンのう
5	20	腎う	ボーマンのう	糸球体

(3) ヒトの体は、細菌やウイルスなどの病原体に対して、様々な防御の仕組みをもっている。第1の防御は、外部環境からの病原菌などの異物の侵入を防いでいる。a皮膚や消化管・器官の上皮によるもの、第2の防御は、b食細胞などの食作用により異物を排除する自然免疫、第3の防御は、リンパ球によるc獲得免疫（適応免疫）である。次の問いに答えよ。

ア 下線部 a について、第1の防御に関して述べた次の①～⑤の記述のうち、正しい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 強い酸性の胃液には殺菌作用がある。
- ② リゾチームは細菌の細胞膜を分解する。
- ③ ケラチンと生細胞からなる角質層が、ウイルスの侵入防止に働く。
- ④ 消化管上皮には繊毛が存在し、病原体を排出する。
- ⑤ 皮脂腺や汗腺からの分泌物が皮膚を弱酸性に保ち、細菌の繁殖を防ぐ。

1 ① ② 2 ① ⑤ 3 ② ④ 4 ③ ④ 5 ③ ⑤

イ 下線部 b について、ヒトの体で食作用を行う細胞の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

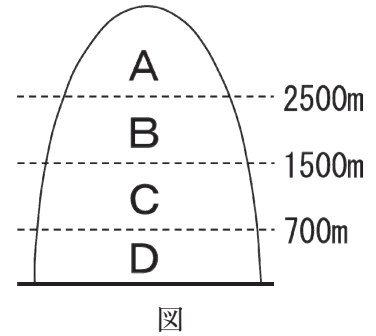
- | | |
|-----------|---------|
| 1 ヘルパーT細胞 | キラーT細胞 |
| 2 樹状細胞 | キラーT細胞 |
| 3 マクロファージ | 好中球 |
| 4 マクロファージ | ヘルパーT細胞 |
| 5 好中球 | ヘルパーT細胞 |

ウ 下線部 c には、体液性免疫と細胞性免疫がある。これらの免疫に関する記述として、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 体液性免疫ではB細胞のみが、細胞性免疫ではT細胞のみが働く。
- 2 体液性免疫では二次応答が起こるが、細胞性免疫では起こらない。
- 3 1種類の記憶細胞は、複数の抗原の情報を記憶する。
- 4 拒絶反応は細胞性免疫の一種で、キラーT細胞が直接、細胞を攻撃する。
- 5 ウイルスに感染した細胞が除去されるのは、おもに体液性免疫による。

(4) 地球上のどこでどのようなバイオームがみられるかは、気温と(①)によってほぼ決定される。日本は、このうち(①)については比較的恵まれているので、日本のどこでどのようなバイオームがみられるかを決めている要因としては、気温が重要である。気温は緯度の違いや標高の違いで変化する。日本では、標高が100 m高くなれば、気温は約(②)℃低下するので、同じ緯度でも標高の違いに対応したバイオームがみられる。

右の図は、日本の本州中部山岳地域におけるバイオームの垂直分布を模式的に示したものである。図のAとBとの境界は(③)と呼ばれている。次の問いに答えよ。



ア 文中の(①)～(③)にあてはまる語の組合せとして、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	②	③
1	降水量	0.6	森林限界
2	降水量	0.6	高木限界
3	降水量	1.2	森林限界
4	日照時間	0.6	高木限界
5	日照時間	1.2	高木限界

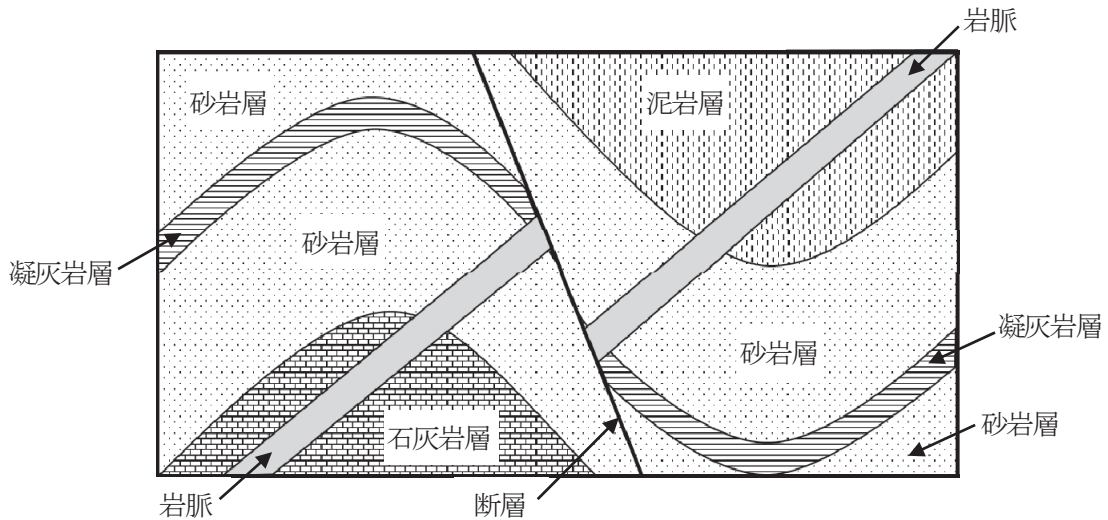
イ 図中のA～Dの分布帯に関する記述として、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 Aは高山帯を示しており、年間を通して植物は成育しない。
- 2 Aは亜高山帯を示しており、針葉樹林が代表的なバイオームである。
- 3 Bは山地帯を示しており、夏緑樹林が代表的なバイオームである。
- 4 Cは山地帯を示しており、照葉樹林が代表的なバイオームである。
- 5 Dは低地帯(丘陵帯)を示しており、照葉樹林が代表的なバイオームである。

3 次の(1)～(4)の問いに答えよ。

(1) 地質について述べた次の文章を読んで、あとの問いに答えよ。

ある地域で地質調査を行ったところ、下の図に示すような地質断面図が得られた。この地域には、褶曲した堆積岩層と岩脈が分布している。なお、堆積岩層と岩脈は断層によってずれている。



図

ア 図中の褶曲、岩脈、断層の形成順序として、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

- | | 古い ← | → | 新しい |
|---|------|----|-----|
| 1 | 褶曲 | 岩脈 | 断層 |
| 2 | 岩脈 | 断層 | 褶曲 |
| 3 | 断層 | 岩脈 | 褶曲 |
| 4 | 褶曲 | 断層 | 岩脈 |
| 5 | 岩脈 | 褶曲 | 断層 |

イ 岩脈の岩石を観察すると、全体が白っぽい色をしており、大きく成長した結晶を、細かい結晶やガラスが取り囲んでいる組織をしていた。この岩石の名称として、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 玄武岩 2 流紋岩 3 花こう岩 4 閃緑岩 5 斑れい岩

(2) 宇宙に関することについて述べた次の文章を読んで、あとの問いに答えよ。

ア 太陽系の天体について述べた次の①～③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

- ① 地球型惑星は主に岩石でできた固体の表面をもっているが、木星型惑星は固体の表面をもっていない。
- ② 小惑星の大部分は木星軌道と土星軌道間に存在するが、地球軌道より内側まで入ってくるものもある。
- ③ 海王星の外側には数多くの小天体が発見されており、太陽系外縁天体と呼ばれる。

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

イ 恒星の進化段階について述べた次の①～③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

- ① 超新星は、星間雲から誕生したばかりの星である。
- ② 星間雲が、近くの明るい星に照らされて輝いているものを散光星雲という。
- ③ 中性子星は、太陽ほどの大きさの星である。

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

ウ 宇宙の膨張について述べた次の①～③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

- ① ごく近くの銀河を除いて、銀河のスペクトル線は波長の長いほうにずれている。
- ② 宇宙の誕生直後は、非常に低温・低密度であったことがわかっている。
- ③ 現在、ハッブルの法則（ハッブル・ルメートルの法則）を用いて見積もった宇宙の年齢は、約1000億年である。

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

(3) 地球の内部構造について述べた次の文章を読んで、あとの問いに答えよ。

地球内部は、構成している物質の違いによって、大きく3つに分けられる。最深部には、(A) を主成分とする核がある。核は2層に分かれており、外核が液体、内核が固体の状態である。内核が外核よりも高温であるにもかかわらず固体の状態であるのは、内核のほうが外核より圧力が (B) からである。

核の外側には、岩石でできたマントルと a 地殻がある。マントルを構成する岩石は地殻を構成する岩石よりも密度が大きいため、地殻よりもマントルのほうが地震波の速度が (C) なる。また、b マントルは固体の岩石からなるが、長い時間をかけてゆっくりと流動している。

ア 文章中のA～C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	C
1	ケイ素	高い	遅く
2	ケイ素	低い	速く
3	鉄	高い	速く
4	鉄	低い	遅く
5	鉄	高い	遅く

イ 文章中の下線部 a に関連して、一般的な地殻の特徴について述べた次の①～③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

- ① 大陸地殻上部と海洋地殻は、同じ種類の岩石からできている。
- ② 海洋地殻よりも、大陸地殻のほうが分厚い。
- ③ 海洋地殻の中では地震が頻発するが、大陸地殻の中では地震が起こらない。

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

ウ 文章中の下線部 b に関連して、マンツルの流動性と関係する現象について述べた文として、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 日本列島付近の大陸地殻の下には、高温の物質が上昇する大規模なブルームが存在している。
- 2 大陸地殻はマンツルに浮いていると見なすことができるので、モホロビチツチ不連続面の深さは標高が高い地域ほど浅くなる。
- 3 アセノスフェアは、海洋地殻とマンツルとの境界部にあり、リソスフェアよりも流動性が高い。
- 4 大陸上にあった氷床が融けると、その下の地殻はマンツルの流動を伴って隆起する。
- 5 マンツルの大規模な対流によって、地球内部に熱が蓄えられる。

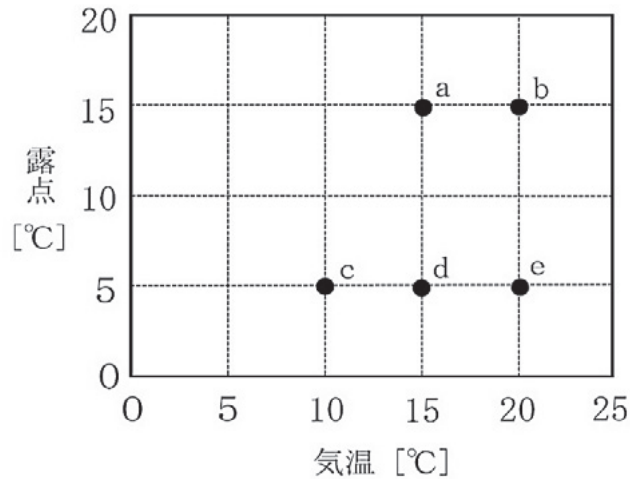
(4) 太陽放射と湿度について述べた次の文章を読んで、あとの問いに答えよ。

ア 地球が受ける太陽放射エネルギーについて述べた次の文章中の空欄に入る式や数値の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

地球を球形とし、その半径を R [m]、太陽定数を S [W/m^2] とするとき、単位時間に地球全体が受け取る太陽放射エネルギーは (①) [W] と表される。このエネルギーを地表面全体に平均すると、 1 m^2 あたり約 (②) [W] となる。

	①	②
1	$2\pi R S$	$0.5 S$
2	$2\pi R S$	$0.75 S$
3	$\pi R^2 S$	$0.25 S$
4	$\pi R^2 S$	$0.5 S$
5	$4\pi R^2 S$	$0.25 S$

イ 下の図は、空気塊 a～e の気温と露点を示したものである。空気塊 a～e のうち、相対湿度が最も低いものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は



図

- 1 空気塊 a
- 2 空気塊 b
- 3 空気塊 c
- 4 空気塊 d
- 5 空気塊 e

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、N = 14、O = 16、S = 32、Fe = 56

(1) 身のまわりの物質とその用途の組合せとして適当でないものはどれか。1～5から一つ選べ。

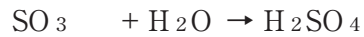
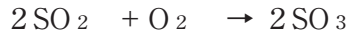
解答番号は

	物質名	用途
1	炭酸水素ナトリウム	胃腸薬、ベーキングパウダー
2	塩化カルシウム	乾燥剤
3	硫酸バリウム	X線撮影の造影剤
4	ポリエチレンテレフタレート	飲料容器
5	サリチル酸メチル	解熱鎮痛剤

(2) イオン結合からなる物質に関する次の記述のうち、誤りを含むものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 固体では電気を通さないが、融解すると電気を通す。
- 2 結合力が大きいので硬く、強くたたいても割れにくい。
- 3 融点が高いものが多く、一般に常温・常圧の下では固体である。
- 4 NaFとNaBrでは、イオン間の距離が小さいNaFの方が融点が高い。
- 5 イオン結晶は、一般に水に溶けやすいが、AgClやCaCO₃のように水に溶けにくい物質もある。

(3) 12 kgのFeS₂を反応させたところ、質量パーセント濃度が98%、密度が1.8 g/cm³の濃硫酸が得られた。得られた濃硫酸の体積は何Lか。なお、一連の反応式は次の通りである。最も適当な数値を、1～5から一つ選べ。解答番号は

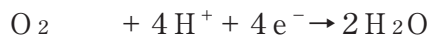


1 9 2 11 3 14 4 18 5 28

(4) 次の文中のa、bにあてはまる数値の正しい組合せはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

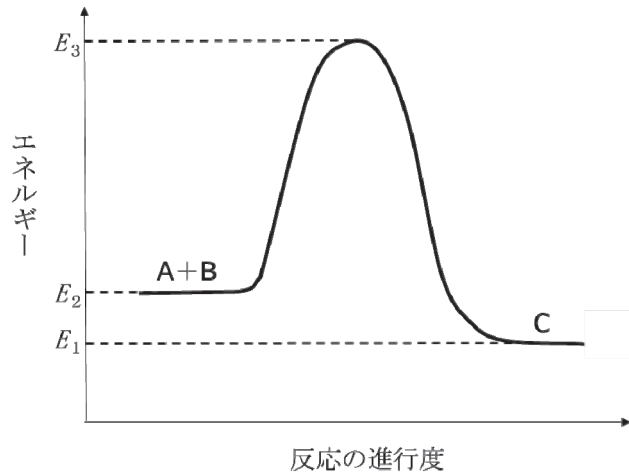
過マンガン酸カリウムKMnO₄と酸素が酸化剤としてはたらくときのイオン反応式は次式で示される。



硫酸酸性下で 1.0×10^{-3} molの鉄(Ⅱ)イオンFe²⁺を鉄(Ⅲ)イオンFe³⁺に酸化するためには、 5.0×10^{-3} mol/Lの過マンガン酸カリウム水溶液が (a) mL必要である。また、この反応を酸素を用いて行う場合、酸素は (b) mol必要である。

	a	b
1	25	1.6×10^{-4}
2	25	2.0×10^{-4}
3	40	2.5×10^{-4}
4	40	1.6×10^{-3}
5	40	2.5×10^{-3}

(5) 下図は可逆反応 $A + B \rightleftharpoons C$ について、エネルギー変化を示したものである。これに関する記述として誤りを含むものを、1～5 から一つ選べ。解答番号は



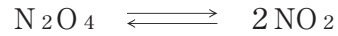
図

- 1 逆反応は吸熱反応である。
- 2 正反応と逆反応の反応熱の絶対値は等しい。
- 3 エネルギーの値が E_3 のときの状態は不安定である。
- 4 逆反応の活性化エネルギーの値は E_3 と E_1 の差で表される。
- 5 触媒を用いると、 E_1 、 E_2 、 E_3 のいずれの値も小さくなる。

(6) 物質Aと物質Bが反応すると、物質Cが生じる。この反応の化学反応式は $2A + B \rightarrow 2C$ 、反応速度 $v = k [A]^2 [B]$ (k : 反応速度定数) で表される。反応開始時の物質Aと物質Bのモル濃度はそれぞれ、 $[A] = 4.0 \text{ mol/L}$ 、 $[B] = 2.0 \text{ mol/L}$ であり、このときの反応速度は $6.4 \times 10^{-3} \text{ mol/(L} \cdot \text{s)}$ であった。物質Bのモル濃度が反応開始時の半分になった時の反応速度は何 $\text{mol/(L} \cdot \text{s)}$ か。最も適当な数値を、1～5 から一つ選べ。ただし、温度は一定とする。
解答番号は

- | | | | | | |
|---|----------------------|---|----------------------|---|----------------------|
| 1 | 2.0×10^{-4} | 2 | 4.0×10^{-4} | 3 | 8.0×10^{-4} |
| 4 | 1.3×10^{-3} | 5 | 1.8×10^{-2} | | |

(7) 温度一定の下で、密閉容器に一定量の N_2O_4 ガスを入れたところ、次の式に示す反応によって、入れた N_2O_4 の物質量のちょうど20%が NO_2 に変化して平衡に達した。このときの容器内の圧力は、 $8.4 \times 10^4 \text{ Pa}$ であった。 N_2O_4 の分解反応の圧平衡定数 K_p の値は何Paか。最も適当な数値を、1～5から一つ選べ。解答番号は



なお、 N_2O_4 の分解反応の圧平衡定数 K_p は次式で与えられる。

$$K_p = \frac{(P_{\text{NO}_2})^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}} \text{ [Pa]} \quad (P_{\text{NO}_2} : \text{NO}_2 \text{ の分圧、} P_{\text{N}_2\text{O}_4} : \text{N}_2\text{O}_4 \text{ の分圧)}$$

- | | | | | | |
|---|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|
| 1 | 8.0×10^3 | 2 | 1.0×10^4 | 3 | 1.2×10^4 |
| 4 | 1.4×10^4 | 5 | 1.6×10^4 | | |

(8) 化合物A、B、Cは互いに異性体であり、分子式 $C_{10}H_{12}O_2$ のエステルである。また、これらの化合物はいずれもベンゼン環をもち、ベンゼンの水素原子2個が他の基で置換されている場合には、パラ置換体であることがわかっている。これらの化合物の構造を調べるために次の実験を行った。化合物Cの構造式として最も適当なものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

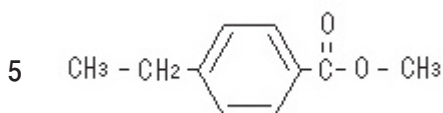
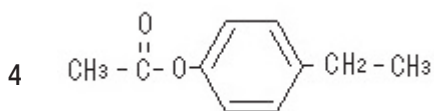
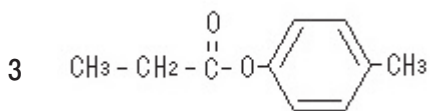
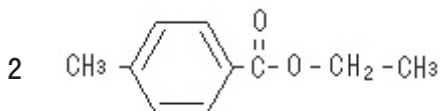
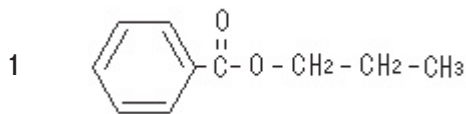
実験Ⅰ A、B、Cをそれぞれ水と混合し、少量の硫酸を加えて温めると、AからはDとEが得られ、BからはDとFが、CからはGとHが得られた。

実験Ⅱ Dに炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると気体が発生した。また、Dはトルエンを強い酸化剤で酸化して得られた化合物と同じものであった。

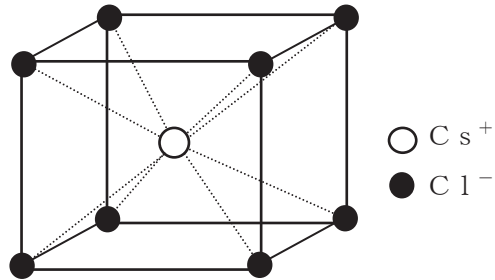
実験Ⅲ EとFをそれぞれおだやかに酸化すると、EからはIが得られ、Iはさらに酸化されてGが得られた。また、FからはJが得られた。Iはフェーリング液を還元して赤色沈殿を生じたが、GとJはいずれもフェーリング液とは反応しなかった。

実験Ⅳ Jの水溶液にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると、黄色結晶が析出した。

実験Ⅴ Hに塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、青紫色を呈した。



(9) 下図は塩化セシウム結晶の単位格子を示している。Cs⁺とCl⁻のイオン半径をそれぞれ、 a [cm]、 b [cm]、塩化セシウムの密度を d [g/cm³]、塩化セシウムの式量を M とするとき、アボガドロ定数 [1/mol] を表す式として正しいものを、1～5 から一つ選べ。ただし、最も近い位置にあるCs⁺とCl⁻は接しているものとする。解答番号は

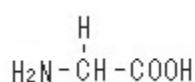


図

- | | | | | | |
|---|---------------------------------|---|---------------------------------|---|---------------------------------|
| 1 | $\frac{\sqrt{2} dM}{d(a+b)^3}$ | 2 | $\frac{3\sqrt{3} dM}{4(a+b)^3}$ | 3 | $\frac{3\sqrt{3} M}{4d(a+b)^3}$ |
| 4 | $\frac{3\sqrt{3} dM}{8(a+b)^3}$ | 5 | $\frac{3\sqrt{3} M}{8d(a+b)^3}$ | | |

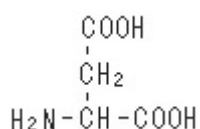
(10) グリシン、アスパラギン酸、リシン、チロシンのうち、異なる2分子からなる鎖状のジペプチドAがある。ジペプチドAに濃硝酸を加えて熱すると黄色になり、さらにアンモニア水を加えて塩基性になると、橙黄色になった。また、ジペプチドAの分子量は296であった。ジペプチドAを含め何種類の構造異性体が考えられるか。正しい数を、下の1～5のうちから一つ選べ。

ただし、側鎖にアミノ基またはカルボキシ基がある場合、これらもペプチド結合を形成できるものとする。また、光学異性体は区別しないものとする。解答番号は



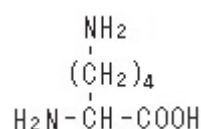
グリシン

(分子量：75)



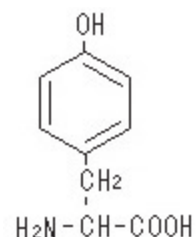
アスパラギン酸

(分子量：133)



リシン

(分子量：146)



チロシン

(分子量：181)

- 1 2種類
- 2 3種類
- 3 4種類
- 4 5種類
- 5 6種類

- 5 次の【Ⅰ】、【Ⅱ】の文章を読み、(1)～(11)に答えよ。ファラデー定数は $F = 96500 \text{ C/mol}$ また、原子量は次のとおりとする。Fe = 56、Cu = 64、Ag = 108

【Ⅰ】金属原子の価電子は、もとの原子に固定されずに、金属中を自由に動き回ることができる。

このような電子を（ア）という。そのため金属は、表面で光をよく反射し、独特の光沢を示す。また電気・熱の伝導性が大きい。

銅は赤味を帯びた独特の光沢を持ち、電気・熱の伝導性は、銀に次いで大きい。銅と水とは、熱水はもちろん高温の水蒸気と接触させても反応しない。しかし、長く雨風にさらすと酸化が進み、二酸化炭素などの作用により表面に青緑色のさびである（イ）を生じる。①銅は酸化作用のある希硝酸には気体を発生して溶けて、硝酸銅（Ⅱ）を生成する。

また、銅（Ⅱ）イオンを含む水溶液に、強塩基や少量のアンモニア水を加えると、②青白色の沈殿を生じる。さらに、③アンモニア水を過剰に加えると、沈殿が溶けて深青色の水溶液となる。

- (1) 空欄（ア）、（イ）について、適当な語句を入れよ。
- (2) 下線部①について、この反応を化学反応式で示せ。
- (3) 下線部③の深青色の水溶液から、下線部②の青白色の沈殿を生じさせるためにはどうすればよいか。最も適切なものを1～5より一つ選べ。
- 1 水酸化ナトリウム水溶液を加える。
 - 2 塩酸を加える。
 - 3 熱水を加える。
 - 4 硝酸カリウム水溶液を加える。
 - 5 炭酸水素ナトリウム水溶液を加える。
- (4) 下線部③で水溶液が深青色になった理由は、テトラアンミン銅（Ⅱ）イオンが生じたことによる。この錯イオンのイオン式を書け。

【Ⅱ】銅は硫化物として産出することが多く、銅鉱石として代表的なものは、黄銅鉱である。黄銅鉱を石灰石やケイ砂とともに高温の炉で加熱すると、硫化銅（Ⅰ）が得られる。④硫化銅（Ⅰ）を転炉内で酸素を吹き込みながら加熱すると、粗銅が得られる。

その後、⑤純銅を（ a ）極、粗銅を（ b ）極として、硫酸酸性の硫酸銅（Ⅱ）水溶液を0.3 V程度の電圧で電気分解する。このとき、粗銅に含まれる不純物を、金、亜鉛、銀、鉄とすると、（カ）と（キ）が陽イオンとなって水溶液中に溶解し、金と（ク）は、イオンにならずに（ケ）として沈殿する。溶液中に溶けている陽イオンの中で銅（Ⅱ）イオンが最も還元されやすく、（c）極に純度の高い銅が析出する。

（実験）不純物として鉄と銀を含む粗銅200 gと純銅を用いて、上記の電気分解を行った。9.65 Aの電流を400分間流したところ粗銅の質量が120 gとなり、4.00 gの（ケ）が得られた。

(5) 空欄（カ）～（ケ）に適切な語句を入れよ。

(6) 空欄（a）～（c）に入る適切な語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

1～4から一つ選べ。

	a	b	c
1	陽	陰	陽
2	陽	陰	陰
3	陰	陽	陽
4	陰	陽	陰

(7) 下線部④について、硫化銅（Ⅰ）から銅が得られる化学変化を化学反応式で示せ。

(8) 下線部⑤のように、電気分解により不純物を含んだ金属から、純粋な金属を取り出すことができる。この操作の名称を答えよ。

(9) 実験において、陽極で起こる2つの反応をそれぞれイオン反応式で示せ。

(10) 実験において、陽極では何 mol に対応する量の電子が流れたか。有効数字2桁で答えよ。
なお計算に用いた化学反応式や考え方および計算の過程も解答用紙に記入すること。

(11) 実験において、粗銅中の銅の質量パーセント（%）を有効数字2桁で答えよ。ただし、粗銅の組成は変化しないものとする。なお計算に用いた化学反応式や考え方および計算の過程も解答用紙に記入すること。

