

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)～(9)の問いに答えよ。

(1) 3種類の抵抗器 a、b、c をそれぞれ用いて図1のような回路をつくり、電源装置の電圧を変化させて、抵抗器にかかる電圧と抵抗器に流れる電流を測定した。図2はその結果をグラフに表したものである。

ア 抵抗器 a、b、c の抵抗の値の大小関係として、正しいものはどれか。1～5 から一つ選べ。

解答番号は

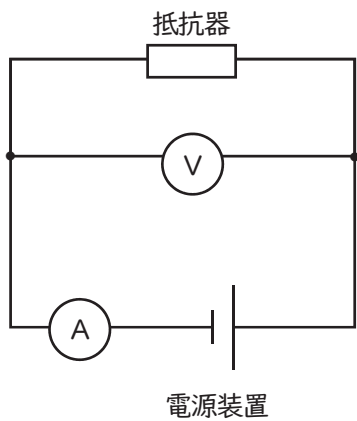


図1

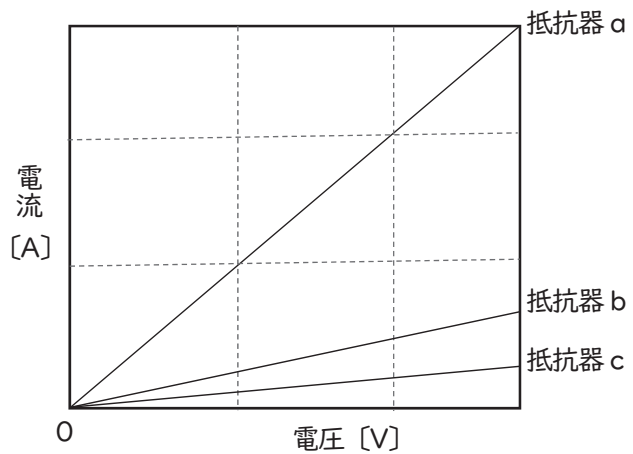
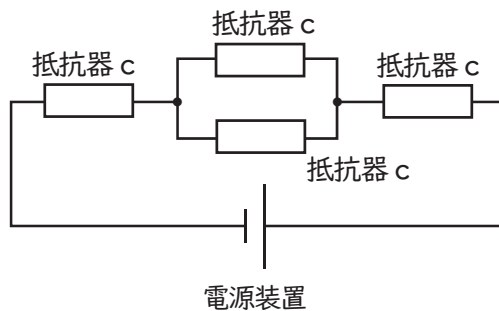


図2

- 1 $a < b < c$ 2 $a < c < b$ 3 $b < a < c$
 4 $c < a < b$ 5 $c < b < a$

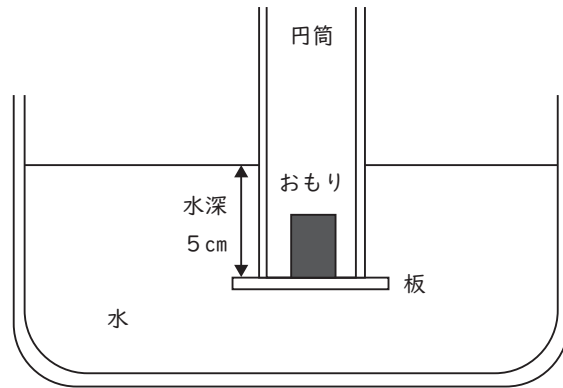
イ アで使用した抵抗器 c と同じ抵抗器 4 個と電源装置を使用し、下の図のように回路をつくった。抵抗器 c の抵抗の大きさを R [Ω]、電源装置の両端の電圧を V [V] とするとき、回路全体を流れる電流の大きさは何 A か。1～5 から一つ選べ。解答番号は



図

- 1 $\frac{V}{R}$ 2 $\frac{V}{3R}$ 3 $\frac{V}{4R}$ 4 $\frac{V}{5R}$ 5 $\frac{2V}{5R}$

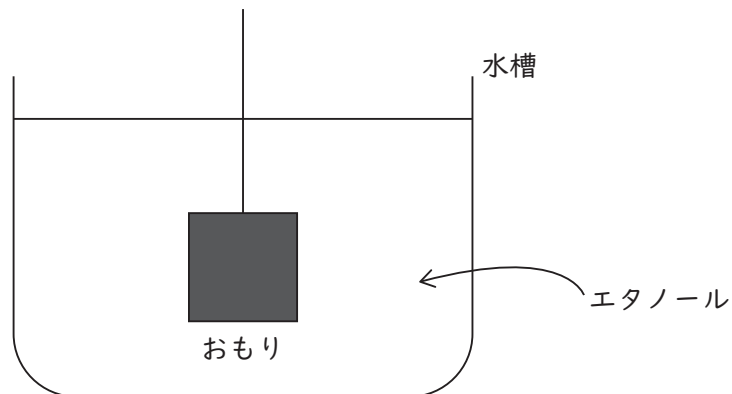
- (2) 円筒の底におもりをのせた板を押し当て、水が入らないように水中にせずめた後、円筒を、水面に対して垂直にしたまま静かに引き上げる実験を行った。実験では、円筒の断面積が 50 cm^2 、おもりの重さが 2.5 N の場合、水深 5 cm のところ板が円筒から離れた。板が円筒から離れる瞬間の、板にかかる水圧として最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、板の厚さと重さ及び大気圧は無視できるものとし、また、質量 100 g の物体にかかる重力の大きさを 1 N とする。
- 解答番号は



図

- 1 0.05 Pa 2 5 Pa 3 125 Pa 4 500 Pa 5 50000 Pa

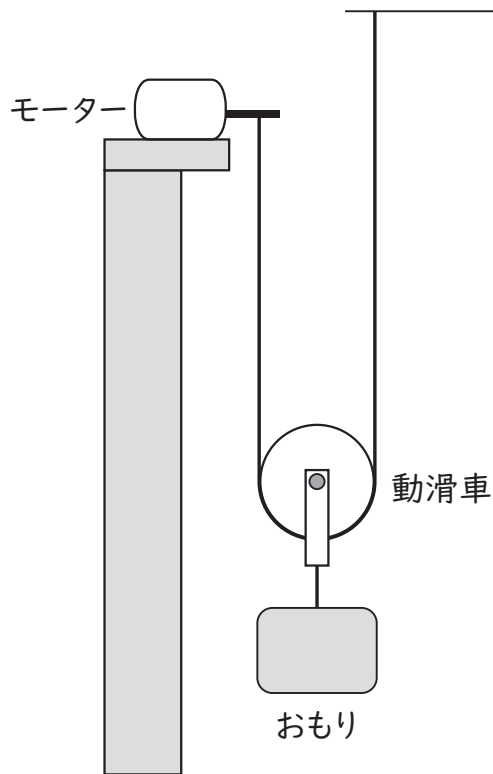
- (3) 質量 0.60 kg 、1辺 5.0 cm の立方体のおもりを図のように、ひもにつるしたまま、エタノールに入った水槽に入れた。使用しているひもは伸縮せず、体積は無視できるものとする。エタノールの密度を 0.80 g/cm^3 とすると、このおもりにかかる浮力の大きさは何Nか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、おもりの上面は液面より下にあり、おもりの下面は水槽の底についていない。また、質量 100 g の物体にかかる重力の大きさを 1.0 N とする。
- 解答番号は



図

- 1 1.0 N 2 1.3 N 3 1.6 N 4 4.0 N 5 6.3 N

(4) 図のように、軽くて伸縮しないひもをモーター及び天井に固定し、動滑車を取付けた。動滑車につながれた質量500gのおもりを、仕事率0.40 Wのモーターを用いて一定の速さで引き上げるとき、モーターがひもを巻き上げる速さは何cm/sか、最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、質量100gの物体にかかる重力の大きさを1.0Nとする。また、ひもや動滑車の質量、摩擦はすべて無視できるものとし、モーターがした仕事は、すべておもりを引き上げる仕事に変わったものとする。解答番号は



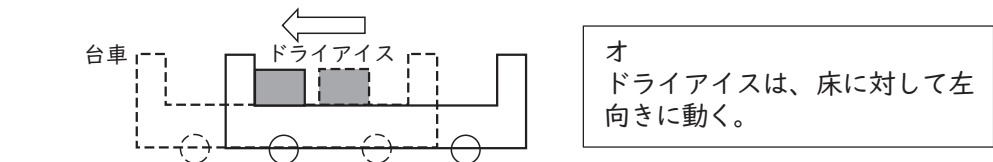
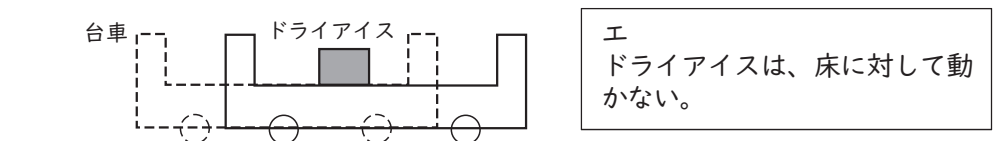
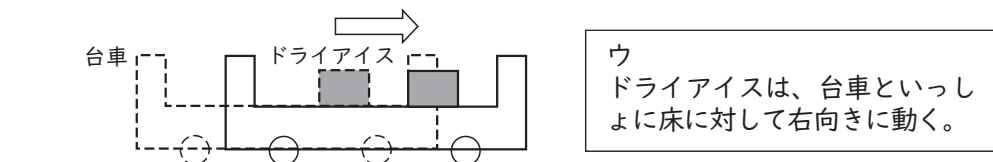
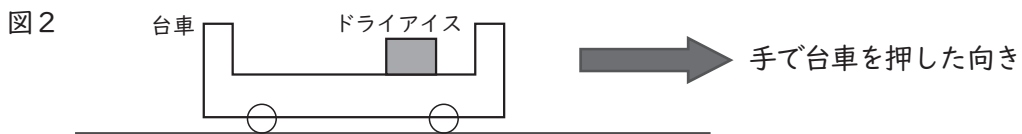
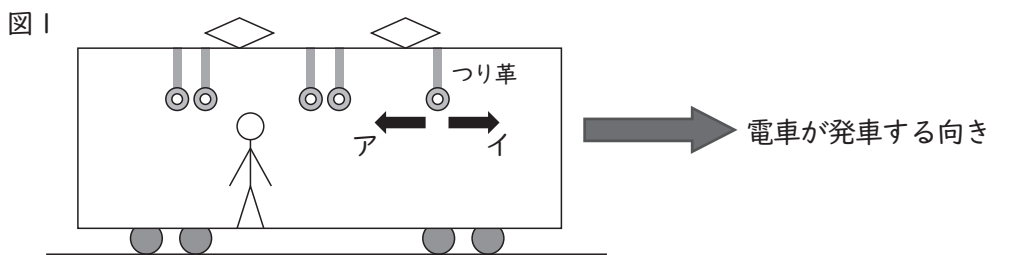
図

- 1 4.0 cm/s 2 8.0 cm/s 3 16 cm/s 4 32 cm/s 5 40 cm/s

(5) 図1は、Aさんが乗る電車内のようすを模式的に示したものである。電車が、図1中に示した矢印の向きに急に発車するとき、電車の天井からぶら下がっているつり革は天井に固定されている点に対して、アとイのどちら向きに振れると考えられるか。

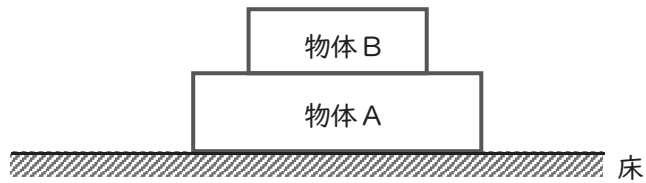
また、図2は、つり革の動きに興味を持ったAさんが、水平な床上で静止した台車を押し、台車上に置いたドライアイスがどのような動きをするかを調べた実験のようすを示したものである。台車を、図2中に示した矢印の向きに急に押したときの、ドライアイスの位置は、台車を押す前と比べて、ウ～オのうち、どのようになると考えられるか。

それぞれの組合せとして最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、ドライアイスと台車の表面の間には摩擦がないものとする。解答番号は



	つり革	ドライアイス
1	ア	ウ
2	ア	エ
3	ア	オ
4	イ	ウ
5	イ	エ

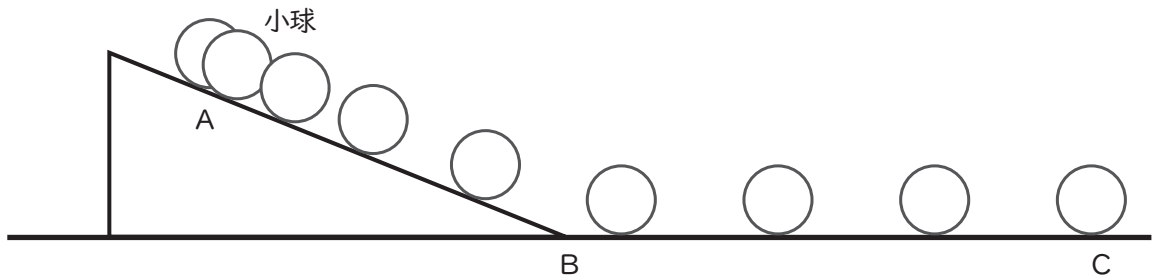
(6) 図のように、水平な床の上に重さ W_A の物体Aを置き、その上に重さ W_B の物体Bを置いた。
 「床が物体Aを押す力の大きさ」と等しいものを1～5から一つ選べ。解答番号は



図

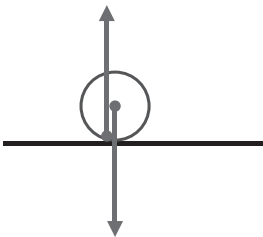
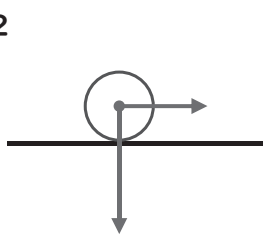
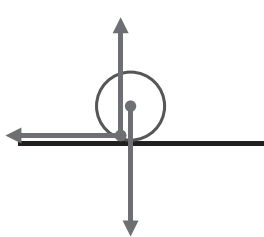
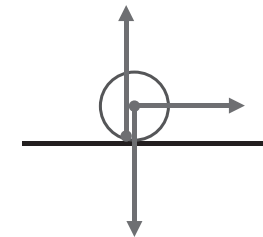
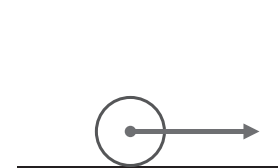
- 1 W_A 2 W_B 3 $W_A + W_B$ 4 $W_A - W_B$ 5 $W_B - W_A$

(7) 図は、斜面上のA地点から小球を転がしたときのストロボ写真をもとに、10分の1秒ごとの小球の位置を表したものである。BC間では、摩擦はなく、小球は一直線を進み、10分の1秒ごとの位置の間隔は等しかった。



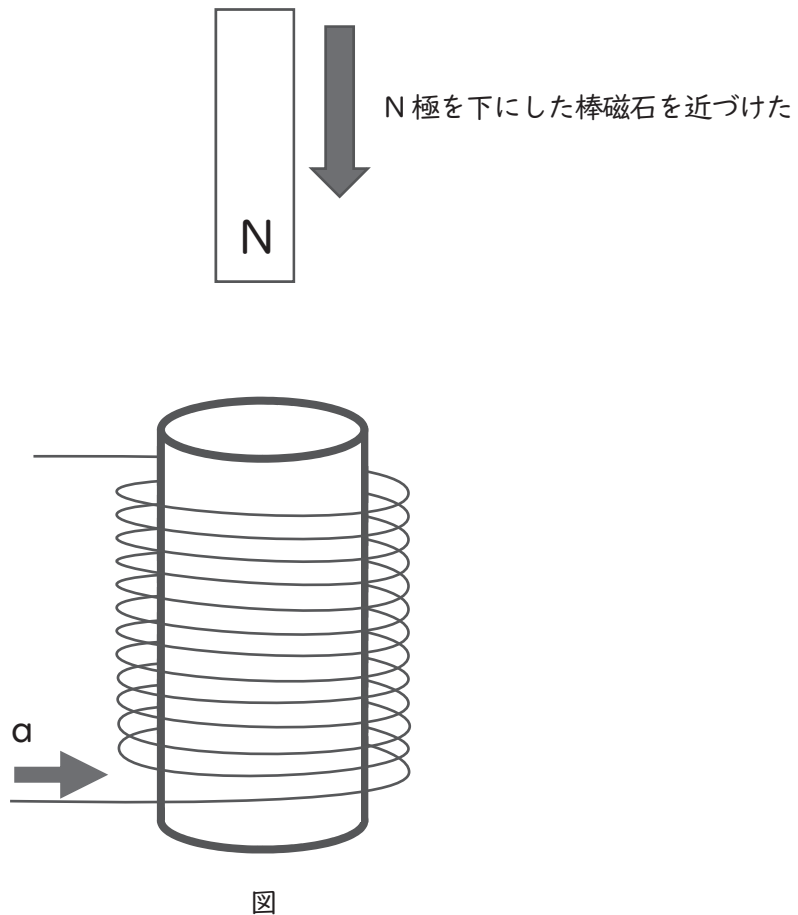
図

BC間を小球が転がっているときの、小球にはたらく力を矢印ですべて示した図として最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 
- 2 
- 3 
- 4 
- 5 

(8) トイレットペーパーの芯に導線を巻き付けたコイルを用いて磁石を近づける実験を行った。コイルの上側からN極を下にした棒磁石を近づけたところ、コイルに図のαの向きに電流が流れた。コイルに流れる電流についての記述として適切でないものを1～5から一つ選べ。

解答番号は



- 1 コイルの巻き数を多くすると、流れる電流は強くなる。
- 2 磁力の強い棒磁石を使用すると、流れる電流は強くなる。
- 3 棒磁石の動きを速くすると、流れる電流は強くなる。
- 4 棒磁石をコイルの上端付近で、左右に動かしても、電流は流れる。
- 5 棒磁石を静止させたまま、棒磁石にコイルを近づけても、電流は流れない。

(9) 図1のように水平にした虫眼鏡に太陽の光を当て、地面に太陽の光が1点に集まるようにすると、地面と虫眼鏡の距離が10 cmになった。

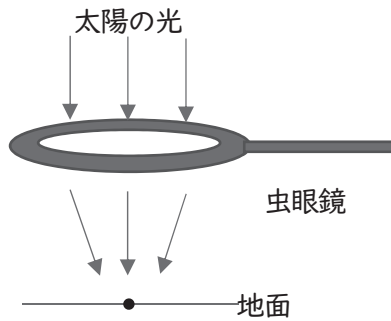


図1

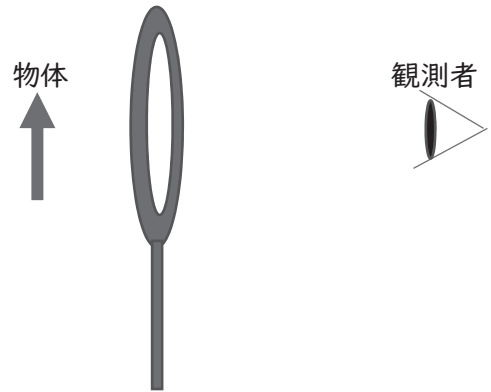


図2

次に、図2のように、図1と同じ虫眼鏡を使って物体を見ると、虫眼鏡を通して見える物体の像がもとの物体と同じ大きさに見えるのは、虫眼鏡と物体の距離が何cmのときか。また、その像は、正立像か倒立像か。1～5の組合せのうち、最も適切なものを一つ選べ。ただし、虫眼鏡の厚みは考えなくてよいものとする。解答番号は

- | | | |
|---|-------|-----|
| 1 | 5 cm | 正立像 |
| 2 | 5 cm | 倒立像 |
| 3 | 10 cm | 正立像 |
| 4 | 20 cm | 倒立像 |
| 5 | 20 cm | 正立像 |

2 次の(1)～(3)の問いに答えよ。

(1) 生物の特徴とそのはたらきに関する次の文章を読み、次の問いに答えよ。

すべての生物のからだは、A細胞からできている。細胞のつくりによって、原核生物とB真核生物に分けられる。真核生物の細胞は、核以外にも様々なC細胞小器官などを含んでいる。細胞の中では、生命を維持するために、物質が合成されたり分解されたりしている。

ア 下線部Aに関連して、次の①～⑤のうち、全ての細胞に共通して含まれるものを選んだときの、最も適切な組み合わせはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① アデノシン三リン酸 ② クロロフィル ③セルロース
④ ヘモグロビン ⑤ 水

1 ①、② 2 ①、⑤ 3 ②、④ 4 ③、④ 5 ④、⑤

イ 下線部Bに関連して、次の生物①～⑤のうち、真核生物をすべて選んだ組み合わせとして、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 酵母菌 ② 乳酸菌 ③ ネンジュモ ④ ゾウリムシ ⑤ オオカナダモ

1 ②、③、⑤ 2 ④、⑤ 3 ①、②、③ 4 ①、④、⑤ 5 ③、④、⑤

ウ 下線部Cに関連する記述として、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 真核生物は、細胞小器官をもつが細胞質基質をもたない。
2 ミトコンドリアは、細胞質には含まれない。
3 葉緑体は、グルコースなどの有機物を分解して、エネルギーを取り出すはたらきをしている。
4 アントシアンは、液胞に含まれる。
5 多くの動物細胞は、細胞膜の外側に細胞壁をもつ。

(2) 遺伝情報の発現に関する次の文章を読み、次の問いに答えよ。

① DNAの塩基配列を写し取ってRNAがつくられる過程を②転写という。mRNAの塩基配列にもとづいてアミノ酸が並び、タンパク質が合成される過程を翻訳という。翻訳においては、mRNAの塩基配列がタンパク質のアミノ酸配列に読み替えられる。タンパク質の合成の開始、タンパク質の合成の終了、およびアミノ酸の種類は、mRNAの連続した三つの塩基の組(トリプレット)によって指定される。このようなトリプレットを(a)という。翻訳の場となる(b)は、タンパク質とRNAから構成されている。それぞれの(a)が指定するアミノ酸は(c)によって(b)に運ばれる。(b)で合成されたポリペプチドは、固有の立体構造をとり、酵素などとしてはたらく。

ア 下線部①に関連して、ある2本鎖DNAの塩基組成を調べたところ、以下のことが分かった。

- ・この2本鎖DNAを構成する1本鎖をそれぞれH鎖とI鎖としたとき、H鎖だけを見るとT(チミン)もC(シトシン)も12%ずつ含まれていた。
- ・2本鎖DNA全体に含まれるA(アデニン)の割合は8%であった。
- I鎖に含まれるCの割合として、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 24% 2 36% 3 48% 4 64% 5 72%

イ 下線部②に関連して、転写においては、遺伝情報を含むDNAが必要である。それ以外に必要な物質の組み合わせとして、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 DNAのヌクレオチド、RNAのヌクレオチド
- 2 DNAのヌクレオチド、DNAを合成する酵素
- 3 RNAのヌクレオチド、mRNAを合成する酵素
- 4 RNAのヌクレオチド、DNAを合成する酵素
- 5 RNAのヌクレオチド、tRNAを合成する酵素

ウ 上の文章中の(a)～(c)に入る語の組み合わせとして、最も適切なものはどれか。

1～5から一つ選べ。解答番号は

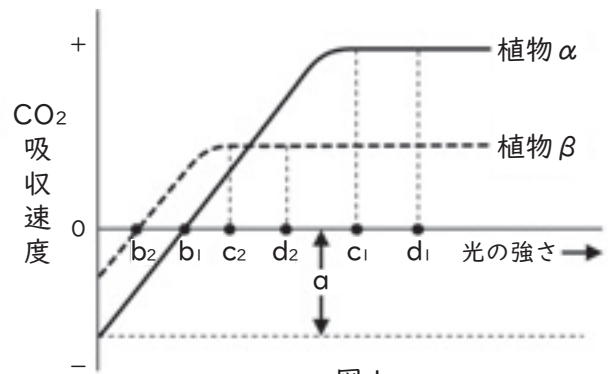
- | | (a) | (b) | (c) |
|---|------|-------|-----------|
| 1 | コドン | リボソーム | tRNA |
| 2 | コドン | ゴルジ体 | tRNA |
| 3 | オペロン | リボソーム | RNAポリメラーゼ |
| 4 | オペロン | ゴルジ体 | RNAポリメラーゼ |
| 5 | コドン | リボソーム | RNAポリメラーゼ |

(3) 植生の遷移に関する次の文章を読み、次の問いに答えよ。

ある場所の植生は時間と共に変化していく。この現象を遷移といい、日本のように降水量の多い環境では、溶岩台地等の裸地から遷移が始まる場合、草原→低木林→(A)→(B)→(C)へと移行することが多い。(A)から(C)へ移り変わる過程において、林床に届く光量は徐々に少なくなっていく。光環境は、遷移の進行を促す要因の1つである。

ア 文中の(A)～(C)に入る語句の組み合わせとして、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 | 陽樹林 | 陰樹林 | 混交林 |
| 2 | 陰樹林 | 陽樹林 | 混交林 |
| 3 | 混交林 | 陰樹林 | 陽樹林 |
| 4 | 陰樹林 | 混交林 | 陽樹林 |
| 5 | 陽樹林 | 混交林 | 陰樹林 |



イ 図1は横軸に植物の葉に照射される光の強さ、縦軸にその葉の単位面積当たりのCO₂吸収速度を取ったグラフである。図中のaは何を表しているか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、図1の植物αとβは、ある地域の主要な陽樹と陰樹である。解答番号は

- | | | |
|-----------------|-------------|-----------------|
| 1 植物αの光合成速度 | 2 植物βの光合成速度 | 3 植物αの見かけの光合成速度 |
| 4 植物βの見かけの光合成速度 | 5 植物αの呼吸速度 | |

ウ 図中の光の強さの名称の組合せとして、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 b ₁ , b ₂ = 光飽和点 | c ₁ , c ₂ = 光限界点 |
| 2 b ₁ , b ₂ = 光補償点 | c ₁ , c ₂ = 光飽和点 |
| 3 b ₁ , b ₂ = 光限界点 | c ₁ , c ₂ = 光補償点 |
| 4 b ₁ , b ₂ = 光臨界点 | c ₁ , c ₂ = 光飽和点 |
| 5 b ₁ , b ₂ = 光臨界点 | c ₁ , c ₂ = 光補償点 |

エ 下線部について、最終的に(C)へ移り変わった時の林床の光の強さは図中のどの範囲に該当するか。最も適切なものを、1～5のうちから一つ選べ。解答番号は

- | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 b ₂ - b ₁ 間 | 2 b ₁ - c ₂ 間 | 3 c ₂ - d ₁ 間 | 4 c ₂ - c ₁ 間 | 5 c ₁ - d ₂ 間 |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|

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。

堆積岩は、土砂や生物の遺がいなどが(①)に堆積してできた岩石である。堆積岩は、堆積物の大きさや成分で分類され、シルトと呼ばれる粒径 $\frac{1}{256} \sim \frac{1}{16}$ mmの碎屑物で形成されたものは(②)である。また、チャートの大部分は(③)を主成分としている。

ア 文章中の①～③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

	①	②	③
1	海底や湖底	泥岩	炭酸カルシウム
2	海底や湖底	砂岩	二酸化ケイ素
3	海底や湖底	泥岩	二酸化ケイ素
4	山地や平野	砂岩	炭酸カルシウム
5	山地や平野	泥岩	炭酸カルシウム

イ 地層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 堆積岩を観察したとき、構成する粒が2 mmより大きく丸みを帯びている場合、堆積当時は海岸から遠い深海底であったことが推定できる。
- 2 ビカリアの化石が含まれている場合、その地層は古生代に堆積したと推定できる。
- 3 地層が堆積した時代を表すとき、地球上に現れた生物の変化などに基づいた表し方を地質年代という。
- 4 堆積当時の自然環境の推定に用いられる化石を示相化石といい、比較的短期間生存していた生物の化石が望ましい。
- 5 地層に石灰岩が含まれている場合、堆積当時に火山の噴火があったことが推定できる。

(2) 地震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 震度は各地点での地震動のゆれの大きさを表すもので、震度計によって計測される。日本の気象庁による震度階級では、震度6と震度7がそれぞれ強弱にわけられている。
- ② マグニチュードは地震の規模を表す尺度のことで、2大きくなるとエネルギーは1000倍大きくなる。
- ③ 一般的に、震源の浅い地震については、初期微動継続時間は震源までの距離に比例する。

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

(3) 気象に関する次の問いに答えよ。

ア 北半球における大気の運動について述べた次の文章中の①～③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

空気塊には、高圧側から低圧側に向かって（①）がはたらき、さらに地球の自転の影響により、（②）がはたらくため、高気圧では風は（③）に吹き出している。

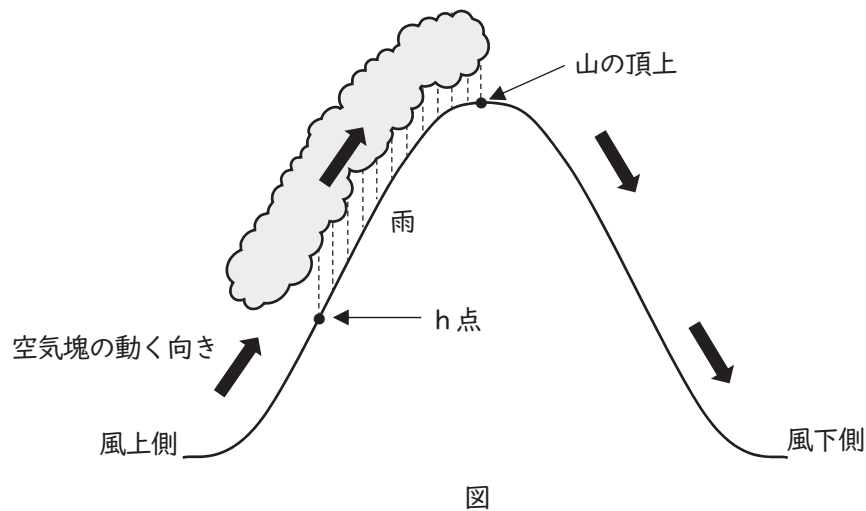
	①	②	③
1	摩擦力	コリオリの力（転向力）	時計回り
2	気圧傾度力	コリオリの力（転向力）	時計回り
3	摩擦力	遠心力	時計回り
4	気圧傾度力	遠心力	反時計回り
5	摩擦力	コリオリの力（転向力）	反時計回り

イ 気象について述べた文として、誤っているものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

- 1 日本付近を通過する台風の進行方向の右側を危険半円といい、台風の進行速度に吹き込む風速が加わるため、風が強くなる。
- 2 海水と陸地の比熱の違いによって生じる大気の移動のうち、日中に海から陸に向かって吹く風を海風という。
- 3 寒冷前線の方が、温暖前線よりも進行速度が速いため、やがて追いつくと閉塞前線となる。
- 4 上空ほど気圧は低いため、空気塊が上昇すると断熱膨張によって温度が下がり、露点以下に達することで、水蒸気が水滴や氷の粒となって雲ができる。
- 5 風が弱くよく晴れた夜間に起こる放射冷却は、夏には起こることはない。

ウ 下図のように、風上側山ろく（高度0 m）で20.0℃であった空気塊が、山の斜面に沿って上昇し、山の頂上（高度2500 m）を超えて風下側山ろく（高度0 m）まで下降した。このとき、風上側の山の斜面で雨が降り、乾いた空気塊が風下側山ろくに吹き降りた影響により、風下側山ろくでは空気塊の温度が26.5℃になった。h点から山の頂上の間でのみ雲が発生し、発生した水滴はすべて山の頂上までに雨として降ったとき、h点の高度として最も適切な数値はどれか。1～5から一つ選べ。ただし、乾燥断熱減率は1.0℃/100 m、湿潤断熱減率は0.5℃/100 mでそれぞれ一定であり、高度による水蒸気圧の変化は考えないものとする。解答番号は



- 1 650 m 2 1200 m 3 1300 m 4 1850 m 5 2000 m

(4) 宇宙に関する次の問いに答えよ。

ア 次の特徴を持つ太陽系内の惑星の組合せとして、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 水素とヘリウムを主成分とした大気をもち、平均密度が最も小さい。
- ② 公転周期が約88日と最も短く、地球からは夕方か明け方の短い時間しか観測できない。
- ③ 自転軸の傾きが、公転面に対して平行に近い状態（約98度）になっている。
- ④ 最大の惑星であり、ガリレオ衛星を含む多くの衛星をもつ。

	①	②	③	④
1	土星	金星	天王星	木星
2	木星	金星	天王星	土星
3	土星	水星	天王星	木星
4	土星	金星	海王星	木星
5	木星	水星	海王星	土星

イ 宇宙の研究を行った人物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 ハーシェルは全天の星の観測を行い、天王星を発見しただけでなく、天の川銀河を円盤状に描き出した。
- ② ハッブルは銀河の後退速度と銀河までの距離の間にある比例関係を発見し、宇宙が膨張していることを実証した。
- ③ ケプラーは惑星の運動に関して、公転周期の二乗が軌道長半径の三乗に比例するという法則を発見した。

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

ウ 地球の自転について述べた文として、誤っているものはどれか。1～5から一つ選べ。

解答番号は

- 1 地球は、北極と南極を結んだ地軸を中心として1日に1回自転しており、北極上空から見て反時計回りに回転している。
- 2 札幌と那覇で同じ物体の重さを比較すると、異なる値となる。これは、地球の自転による遠心力のために、重力加速度が変化するからである。
- 3 北半球におけるフーコーの振り子では、地球の自転の影響を受けて、振り子の振動面が上から見て時計回りに回転する。
- 4 地球の自転による天体の見かけの動きを日周運動といい、1時間に約15度ずつ、天の北極を中心として反時計回りに移動しているように見える。
- 5 地球の形は、自転の影響で回転楕円体となっているが、ジオイドは地球の真の形を表しているため、完全な球形をしている。

エ 地球の地軸が公転面の法線に対して23.4度傾いているとしたとき、大阪市のある地点（北緯 p 度）における春分・秋分、夏至、冬至のそれぞれの日の太陽の南中高度を求める式の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

	春分・秋分	夏至	冬至
1	$90 - p$	$113.4 + p$	$66.6 + p$
2	$90 + p$	$113.4 - p$	$66.6 - p$
3	$90 - p$	$113.4 - p$	$66.6 + p$
4	$90 - p$	$113.4 - p$	$66.6 - p$
5	$90 + p$	$113.4 + p$	$66.6 + p$

4 次の(1)～(9)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

(1) 次の銅に関する記述の中から、正しいものを1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 濃硝酸と反応し、主に一酸化窒素を生成する。
- 2 銅(II)イオンを含む水溶液に過剰のアンモニア水を加えると、ジアンミン銅(II)イオンが生成される。
- 3 銅(II)イオンを含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、青白色の沈殿を生じる。
- 4 銅と亜鉛からなる合金を、青銅(ブロンズ)という。
- 5 塩化銅(II)水溶液を白金線につけたものをガスバーナーの外炎の中に入れると、黄色の炎色反応を示す。

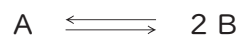
(2) 次の気体の発生に関する記述について、反応が十分に進まず、実験室的製法として適切でないものを1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 酸素は、酸化マンガン(IV)を触媒として、塩素酸カリウムを分解して発生させる。
- 2 硫化水素は、硫化鉄(II)に希硫酸を加えて発生させる。
- 3 二酸化硫黄は、銅に濃硫酸を加え加熱して発生させる。
- 4 アンモニアは、塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱して発生させる。
- 5 二酸化炭素は、石灰石に希硫酸を作用させて発生させる。

(3) 27°C、 4.2×10^5 Paで密度が5.0 g/Lの気体がある。この気体として推定されるものは何か。
最も適切なものを1～5の中から一つ選べ。ただし気体は理想気体とし、気体定数は $R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol)とする。解答番号は

- 1 N₂
- 2 NO
- 3 O₂
- 4 NH₃
- 5 CO₂

(4) 温度一定で、体積2 Lの密閉容器に気体Aを入れると、次の式によって気体Bが生じる。



気体Aを1.0 mol入れたとき、そのうちのX molだけ分解され、平衡に達した。平衡定数を $K = 1$ として、この時容器内に存在するBの物質質量として最も適切な値を1～5から一つ選べ。

解答番号は

- 1 0.25
- 2 0.50
- 3 1.00
- 4 1.25
- 5 1.50

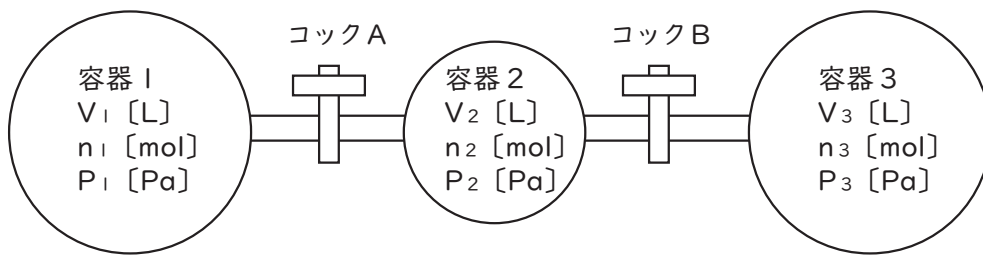
(5) 次の①～③はハロゲンに関する記述である。正誤の組み合わせとして最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 単体の酸化力は、 $I_2 > Br_2 > Cl_2 > F_2$ の順に強い。
- ② 単体の沸点は、 $I_2 > Br_2 > Cl_2 > F_2$ の順に高い。
- ③ 水素化合物の沸点は、 $HI > HBr > HCl > HF$ の順に高い。

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

(6) 図のように、耐圧容器 1、2 及び 3 がコック A、B で連結されている。それぞれの容器には気体が入っており、容積、物質質量及び圧力は下図のとおりで、いずれの容器も温度 T [K] に保たれている。

コック A、B を開いて放置したところ、圧力 P [Pa] の気体となった。このときの P を表す式として正しいものを 1 ~ 5 から一つ選べ。なお、温度は T [K] に保たれ、コック及び連結部分の体積は無視できるものとし、気体どうしの反応はないものとする。解答番号は



図

1 $\frac{V_1+V_2+V_3}{P_1V_1+P_2V_2+P_3V_3}$

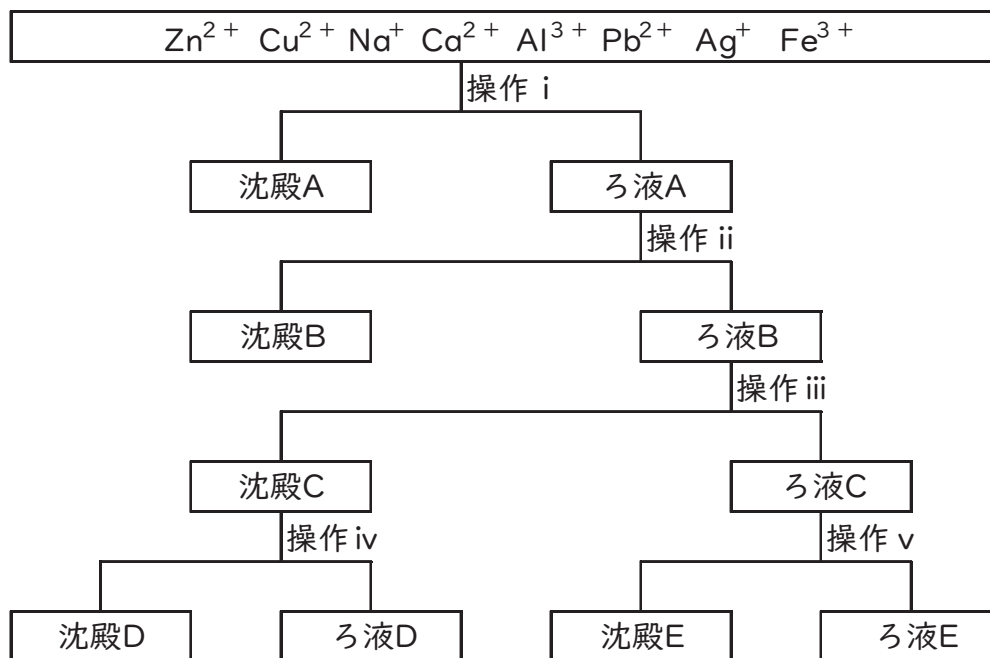
2 $\frac{P_1V_1+P_2V_2+P_3V_3}{V_1+V_2+V_3}$

3 $\frac{P_1V_1+P_2V_2+P_3V_3}{(V_1+V_2+V_3)^3}$

4 $\frac{P_1+P_2+P_3}{V_1+V_2+V_3}$

5 $\frac{V_1+V_2+V_3}{P_1+P_2+P_3}$

(7) Zn^{2+} Cu^{2+} Na^+ Ca^{2+} Al^{3+} Pb^{2+} Ag^+ Fe^{3+} の 8 種類の金属イオンを含む水溶液に次の操作 i ~ v を行った。



操作 i 希塩酸を加える。

操作 ii ろ液Aに硫化水素を通じる。

操作 iii ろ液Bを加熱した後、希硝酸を加える。その後、過剰のアンモニア水を加える。

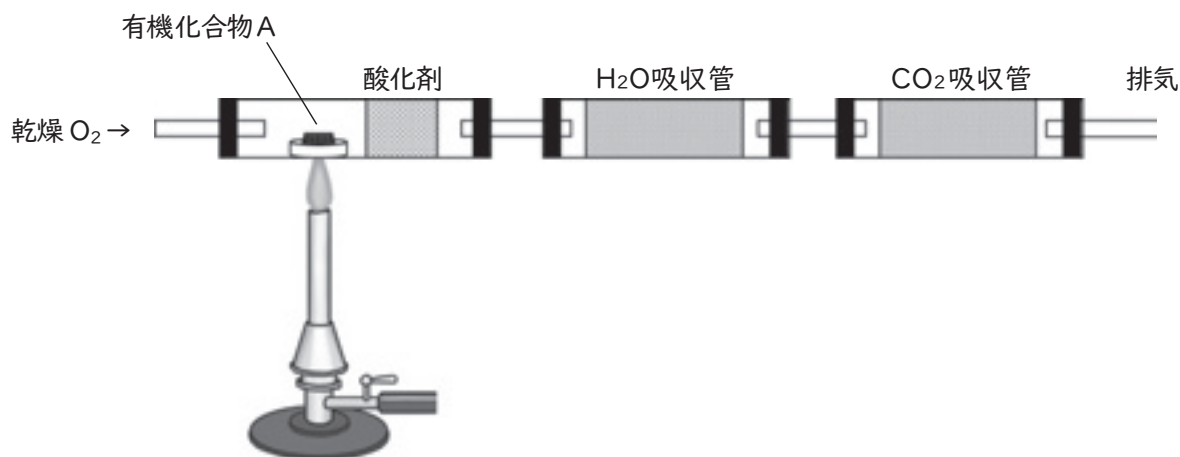
操作 iv 沈殿Cに過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加える。

操作 v ろ液Cに硫化水素を通じる。

この時、沈殿D、ろ液D、沈殿Eに含まれる金属イオンの組み合わせとして最も適切なものを I ~ 5 から一つ選べ。解答番号は

	沈殿D	ろ液D	沈殿E
1	Cu^{2+}	Pb^{2+}	Al^{3+}
2	Fe^{3+}	Zn^{2+}	Al^{3+}
3	Cu^{2+}	Zn^{2+}	Al^{3+}
4	Al^{3+}	Fe^{3+}	Zn^{2+}
5	Fe^{3+}	Al^{3+}	Zn^{2+}

(8) 分子量72の炭素、水素、酸素からなる有機化合物Aの構成元素の比率を調べるために、下図の装置で360mgのAを完全燃焼させたところ、二酸化炭素が880mg、水が360mg生じた。



図

ア この実験に関する次の記述の中で、最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 有機化合物Aを構成する炭素：水素の質量の比は、3：1である。
- 2 有機化合物Aを構成する炭素：酸素の質量の比は、6：1である。
- 3 有機化合物Aを構成する水素：酸素の質量の比は、2：1である。
- 4 有機化合物Aを構成する炭素：水素の物質量の比は、1：2である。
- 5 有機化合物Aを構成する炭素：酸素の物質量の比は、3：1である。

イ 有機化合物Aには、多くの構造異性体が存在することが分かった。その中で、ケトンである構造異性体は何種類か。1～5の中から一つ選べ。解答番号は

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

(9) 有機化合物A、B、Cに対して、次の実験を行った。ただし、有機化合物A～Cは、スクロース、アミロース、セルロースのいずれかである。

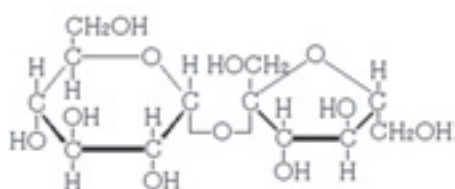
実験Ⅰ A～Cを入れた水に、それぞれヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えると、Aを含む水では色が変化し、Bを含む水とCを含む水の色は変化しなかった。

実験Ⅱ A～Cを、それぞれ希硫酸に加え加熱し、加水分解すると、Aを含む水溶液からは単糖Dを、Bを含む水溶液からは単糖Dと単糖Eを、Cを含む水溶液からは単糖Fを得た。

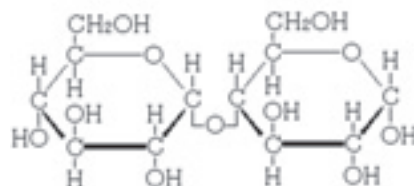
糖類B、Fの構造式として考えられるものの組み合わせとして、最も適切なものはどれか。

1～5から一つ選べ。解答番号は

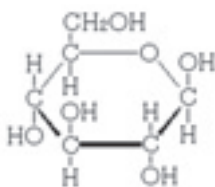
a



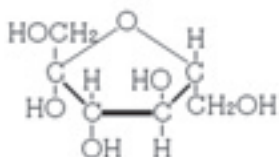
b



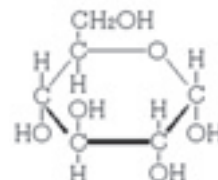
c



d



e



	B	F
1	a	c
2	a	d
3	a	e
4	b	c
5	b	d

- 5 次の【I】～【III】の文章を読み、(1)～(10)に答えよ。また、原子量は次のとおりとする。
H=1.0、C=12、N=14、O=16、S=32、Ca=40

【I】リンは原子番号15で、周期表の(ア)族に属する非金属元素である。リンの単体には、黄リンと赤リンが存在し、その性質は互いに異なる。このように同じ元素からなる単体で、性質の異なる物質どうしを互いに(イ)という。

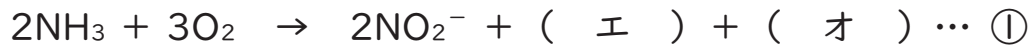
リンは肥料の三要素の一つで、若芽や根などの成長点および種子に多く含まれ、発芽や細胞分裂に必要である。(a) 自然に産出するリン鉱石の主成分はリン酸カルシウムであり、そのリン鉱石を適量の硫酸と反応させると、リン酸二水素カルシウムと硫酸カルシウムの混合物が得られる。得られた混合物は過リン酸石灰といい、リン酸肥料として用いられている。水に不溶性のリン鉱石は、そのままでは肥料に不適であるが、過リン酸石灰にすることで肥料となる。その理由は、過リン酸石灰中の(ウ)だけが水に可溶なためである。

- (1) 空欄(ア)には適当な数字を、(イ)には適当な語句を入れよ。
- (2) 下線部(a)について、この反応を化学反応式で示せ。
- (3) 空欄(ウ)に適当な語句を入れよ。
- (4) リン鉱石は水に溶けず、(ウ)は水に溶ける。その理由を「クーロン力」という語を使い説明せよ。

【II】窒素も肥料の三要素の一つである。植物の細胞を構成するタンパク質や、核酸を構成する中心的な元素で、植物の生育をたすける。土壌に尿素が肥料として与えられると、尿素は土壌中に含まれる水に溶解して、加水分解されて、アンモニアと二酸化炭素になる。一部のアンモニアは水の存在下でアンモニウムイオンとなり、アンモニアとアンモニウムイオンは平衡状態にある。また、(b) アンモニアの一部は亜硝酸イオン(NO_2^-)を経て、硝酸イオンになる。植物はこれらのアンモニウムイオンや硝酸イオンを吸収して生育に利用する。

硫酸アンモニウムが肥料として与えられる場合には、アンモニウムイオンの一部はそのまま植物に吸収されるが、一部は平衡状態にあるアンモニアへと変化し、下線部(b)に示した反応により硝酸イオンとなり吸収される。そのとき、(c) 土壌中の水溶液を中和するために、炭酸カルシウムなどが与えられる。

(5) 次の①式、②式は下線部 (b) の反応を簡略化して、化学反応式で表したものである。



①式の (エ)、(オ) にあてはまる式を書き、右辺を完成させよ。ただし、(エ)、(オ) の中には、化学式、イオン式などが入る。(エ)、(オ) は順不同。必要であれば式の前に係数をつけること。

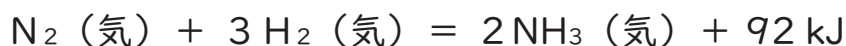
(6) 下線部 (b) の反応が起こると、土壌中の水溶液の pH はどのように変化するか。理由とともに説明せよ。

(7) 下線部 (c) について、以下の問いに答えよ。

硫酸アンモニウム 4.5 kg が土壌に与えられ全て硫酸イオンとなったとき、この硫酸イオンを硫酸カルシウムにして中和するため必要な炭酸カルシウムは何 kg か。有効数字 2 桁で答えよ。なお、硫酸イオンは他の物質と反応しないものとする。計算に用いた考え方および計算の過程も解答用紙に記入すること。

【Ⅲ】 化学肥料の発明が食料増産に果たした役割は大きい。窒素肥料が本格的に生産されるようになったのは、(d) ハーバー・ボッシュ法 が開発された以後である。これは、空気中に多量に存在する窒素ガスからアンモニアを合成する方法で、この製法により得られたアンモニアを酸で中和してできる硫酸アンモニウムや硝酸アンモニウムなどが、窒素肥料として用いられる。

(8) 下線部 (d) の製法は、ルシャトリエの原理を実際の化学工業に応用して、成功した例として知られている。この反応の熱化学方程式は、次のようになる。



ルシャトリエの原理より、平衡状態でのアンモニアの生成量をできるだけ多くするためには、温度と圧力をどのような条件にすることが望ましいか。理由とともに簡潔に説明せよ。

(9) 下線部 (d) の製法が工業化されるまでには、解決すべき以下のような問題点があった。下記の文章を読み (カ)、(キ) にあてはまる最も適当な語句を入れよ。

(8) の条件では、アンモニアの生産量は多くなるが、反応速度が遅く、アンモニアの生産時間がかかりすぎてしまう。そこでハーバーらは、2500近い物質の中から、この反応にもっともよく適合する四酸化三鉄を主成分とする (カ) を見つけ出し、工業化への道を開いた。

次に (8) の条件では、反応装置の耐久性や安全性に問題が生じてしまう。反応塔に普通の鋼を用いると、しだいに原料の水素が鋼に溶け込み、鋼に強度を与える役割を持つ成分である (キ) と反応し、メタンとして除かれていくため、鋼の強度が低下し、爆発する危険性がある。ボッシュは、装置の内側を軟鋼にすることでこの反応を抑え、外側を硬鋼にすることで強度を保つ、特殊な二重鋼管を開発し、この問題を解決した。

(10) 下線部 (d) の製法を化学反応式で表すと、次のようになる。気体はすべて理想気体としてふるまうものとして、以下の問いに答えよ。



- ① 各気体成分のモル濃度を $[\text{N}_2]$ 、 $[\text{H}_2]$ 、 $[\text{NH}_3]$ とするとき、反応 (i) の濃度平衡定数 K_c を表す式を書け。
- ② 各気体成分の分圧を P_{N_2} 、 P_{H_2} 、 P_{NH_3} とするとき、反応 (i) の圧平衡定数 K_p を表す式を書け。
- ③ 気体定数 R [$\text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$]、絶対温度 T [K]、濃度平衡定数 K_c を用いて、反応 (i) の圧平衡定数 K_p を表す式を書け。
- ④ 容器の容積と温度を一定に保ちながら、窒素 5.00 mol と水素 5.00 mol を反応させた。平衡状態に達した後の容器の圧力は、反応開始時の圧力の 0.80 倍になった。このとき平衡状態にある気体を別の容器に移し、アンモニアだけを取り除いた。これに新たに窒素と触媒を加え、容積と温度を一定に保ちながら反応させた。その結果、平衡状態に達した後の水素とアンモニアの分圧は等しくなった。加えた窒素の物質量はいくらか。有効数字 2 桁で答えよ。なお、計算に用いた考え方および計算の過程も解答用紙に記入すること。