

2022年度 入学試験問題  
(仙台・東京・東海・高松会場)

理 科

(50分)

〔注意〕

- 
- ① 問題は①～④まであります。
  - ② 解答用紙はこの問題用紙の間にはさんであります。
  - ③ 解答用紙には受験番号、氏名を必ず記入のこと。
  - ④ 各問題とも解答は解答用紙の所定のところへ記入のこと。
- 

西大和学園高等学校



問題は次のページから始まります。

1 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

空気中に含むことができる水蒸気量には限度があり、それは気温によって決まる。各気温における水蒸気量の限度を飽和水蒸気量といい、表に示す。今、30℃で湿度が75%の空気 X を考える。

気温 [℃]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
飽和水蒸気量 [g/m <sup>3</sup> ]	5.2	5.6	6.0	6.4	6.8	7.3	7.8	8.3	8.8	9.4

気温 [℃]	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
飽和水蒸気量 [g/m <sup>3</sup> ]	10.0	10.7	11.4	12.1	12.8	13.6	14.5	15.4	16.3	17.3

気温 [℃]	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
飽和水蒸気量 [g/m <sup>3</sup> ]	18.4	19.4	20.6	21.8	23.1	24.4	25.8	27.2	28.8	30.4

- (1) 体積10m<sup>3</sup>の空気 X 中に含まれる水蒸気量は何 g か。
- (2) 体積10m<sup>3</sup>の空気 X を体積を変えずに冷やしていくと、ある温度で湿度が100%に達する。このときの気温を何というか。漢字で答えよ。
- (3) (2)において、表における気温と気温の間は、飽和水蒸気量が同じ割合で変化しているものと仮定した場合、(2)の温度を答えよ。ただし、割り切れない場合は小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで答えよ。
- (4) (2)の空気 X をさらに冷やして20℃にすると、何 g の水滴が生じるか。

湿度の高い空気のかたまりが上昇すると、温度が下がり、雲ができる。雲が発生していないときは100m 当たり1.0℃下がり、雲が発生してからは100m 当たり0.5℃下がる。

- (5) 気温28℃、湿度30%の空気が地表付近から2000m まで上昇し、地表付近と比べて体積が20%膨張したとする。このとき、空気1 m<sup>3</sup>に含まれる水蒸気量は何 g か。
- (6) 空気のかたまりを上昇させる力について説明した以下の文について、空欄①、②に入る語句の組み合わせを次の中から1つ選び、記号で答えよ。

空気のかたまりを上昇させる力が大きくなるのは、上昇した空気のかたまりの密度が同じ高さにある周囲の空気のかたまりよりも ( ① )、その温度が周囲の空気のかたまりよりも ( ② ) ときである。

- ア. ① 大きく      ② 高い      イ. ① 大きく      ② 低い  
ウ. ① 小さく      ② 高い      エ. ① 小さく      ② 低い

- (7) 空気のかたまりが上昇し雲を発生させると温度変化が小さくなる。その理由を、簡潔に答えよ。

空気中の水蒸気の変化は、私たちの生活の中で目に見える現象として確認することができる。その代表的な例として「雲海」と「結露」について考える。



- (8) 写真のような雲海ができる条件を考える。雲海はいくつかの条件が揃って初めて発生する自然現象である。雲海ができる条件として最も適切なものを次の中から1つ選び、記号で答えよ。

- ア. 湿度が低く、十分な放射冷却があり、緩やかな風が吹く状態で空気中の水蒸気量が飽和水蒸気量を超えること。
- イ. 湿度が低く、十分な放射冷却があり、緩やかな風が吹く状態で空気中の水蒸気量が飽和水蒸気量に近づくこと。
- ウ. 湿度が低く、十分な放射冷却があり、無風状態で空気中の水蒸気量が飽和水蒸気量を超えること。
- エ. 湿度が低く、十分な放射冷却があり、無風状態で空気中の水蒸気量が飽和水蒸気量に近づくこと。
- オ. 湿度が高く、十分な放射冷却があり、緩やかな風が吹く状態で空気中の水蒸気量が飽和水蒸気量を超えること。
- カ. 湿度が高く、十分な放射冷却があり、緩やかな風が吹く状態で空気中の水蒸気量が飽和水蒸気量に近づくこと。
- キ. 湿度が高く、十分な放射冷却があり、無風状態で空気中の水蒸気量が飽和水蒸気量を超えること。
- ク. 湿度が高く、十分な放射冷却があり、無風状態で空気中の水蒸気量が飽和水蒸気量に近づくこと。

- (9) ある冬の朝、しめ切った部屋（たて4 m、横4 m、高さ3 m）の温度が5℃、湿度が40%だった。この部屋でストーブと加湿器を運転させたところ、部屋の温度が20℃、湿度が60%に上昇した。加湿器を確認したところ、運転前と比べて水の量は500g減少し、部屋の窓を確認すると水滴が確認できた。

加湿器をつけてから窓で水滴になった水は何gか。ただし、部屋の水蒸気は加湿器によってのみ増加し、窓での結露によってのみ減少するものとする。

2 西さんと南くんは池の水の中に生息する微生物を採集し、光学顕微鏡にて観察している。下記はそのときの会話である。会話文を読み、以下の問いに答えよ。

西：たくさんの微生物が見えるね。アメーバやゾウリムシ、ミジンコ、ミカヅキモが確認できるわ。

南：本当だ。教科書で写真は見たことがあるけれど、実物を見るとやっぱり感動するね。でも、ずいぶんと大きさが違うんだなあ。

西：そうね。今言った4つの中だと **ア** が一番大きいわね。それは **ア** だけが **イ** 生物だからじゃないかしら。

南：確かに、**ア** 以外は全て **ウ** 生物だもんね。微生物は肉眼では観察しにくいくらい小さいから、それぞれの大きさをなんて気にしたことなかったよ。生物の体は細胞からできているって教科書に書いてあったけど、細胞の大きさも違いがあるのかな。

西：授業で先生が「ミカヅキモはヒトの卵よりも大きくて、ヒトの卵は、ヒトの肝細胞よりも大きくて、ヒトの肝細胞は大腸菌よりも大きい」って言ってたわ。

南：やっぱり大きさが違うんだね。大きさが異なるのには理由があるのかな。

西：私はそれなりに理由があると思うの。例えば、ミカヅキモがヒトの卵より大きいのは、ミドリムシは **ウ** 生物だけど、ヒトの卵は **イ** 生物の一部だから、細胞が担っているのはたらきの多さが全然違うんじゃないかしら。例えば、ミカヅキモは光合成をしたり敵から身を守ったり色々しないといけないけれど、ヒトの卵は他の細胞が栄養を与えてくれたり敵から身を守ったりしてくれるもの。細胞のもつはたらきを、子孫を残すために栄養分を貯め込むことに特化できたから、全てを1個体でやっているミカヅキモより卵は小さいとは考えられないかしら。

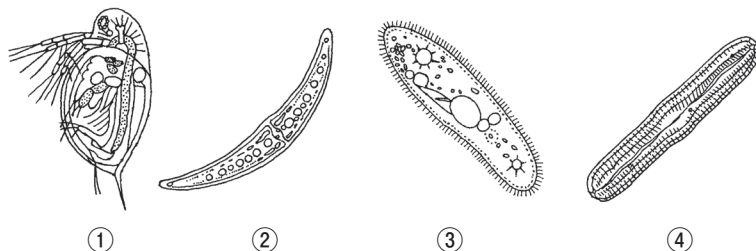
南：なるほど。すごいよ、西さん。ただ単に細胞の大きさを暗記してるんじゃないで、いろんなことを考えているんだね。

西：ヒトの肝細胞と大腸菌の大きさが違うのだって何か理由があると思うわ。ほら、大腸菌には遺伝子の本体である DNA を含む **エ** や、細胞呼吸の一部を担う **オ** と呼ばれる細胞内の構造物がないでしょ。色々な細胞内の構造物が存在しないぶん小さいと考えれば納得がいく気がするの。

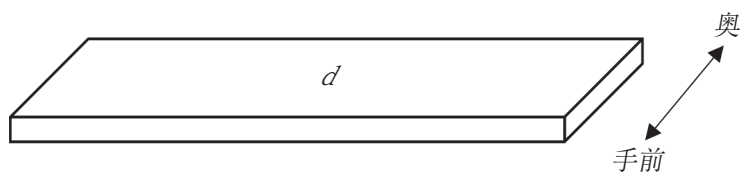
南：微生物や細胞の大きさに違いがある理由を考えると面白いね。

西：すべてに当てはまるとは限らないけれど、偶然に思えることでもその理由を考えることで生物への理解がより深まるわね。

- (1) 以下の微生物のスケッチ図の中で、西さんと南くんが確認していないものを次の中から1つ選び、番号で答えよ。



- (2) 空欄ア～オに入る適語を答えよ。ただし空欄アにはアメーバ、ゾウリムシ、ミジンコ、ミカヅキモのいずれかが入る。
- (3) 「d」という文字が印字されたスライドガラスを作製し、印字された側を上にして以下のような向きで光学顕微鏡のステージにセットした場合、接眼レンズをのぞくとどのように見えるか、解答欄に書け。



- (4) 下線部 a において、肝細胞がたくさん集まって肝臓は構成されている。ヒトの肝臓のはたらきを述べた次の文の中から誤っているものを1つ選び、番号で答えよ。
- ① タンパク質が分解されることによって生じたアンモニアを、尿酸に変える。
  - ② 食物などに紛れ込んだ有害な物質を無毒化する。
  - ③ 小腸で吸収した糖分の一部を蓄える。
  - ④ 胆汁を生成し、すい臓から分泌されるリパーゼによる脂肪の分解を助ける。

(5) 下線部bにおいて、細胞呼吸について述べた次の文の中から誤っているものを1つ選び、番号で答えよ。

- ① 細胞呼吸は、肺による酸素と二酸化炭素のガス交換の呼吸とは区別される。
- ② 細胞呼吸のエネルギー源として炭水化物が用いられた場合、水と二酸化炭素が発生する。
- ③ 植物は光合成によって合成された栄養分を細胞呼吸のエネルギー源に用いる。
- ④ 大腸菌に  がいないということは、エネルギーが存在しなくても生きていることを意味している。

(6) バナナサイズのみカヅキモが存在しないように、 生物はある一定の大きさを超えて大きくなることはない。 生物は細胞表面の細胞膜を介して栄養分や老廃物などを細胞内外に輸送していることを考慮し、かつ「体積」・「表面積」・「増加率」という3つの語を用いて、大きくなり続けることができない理由を述べた以下の文を完成させよ。

細胞が大きくなりすぎると  ため、いずれ栄養分や老廃物などの物質輸送が間に合わなくなるから

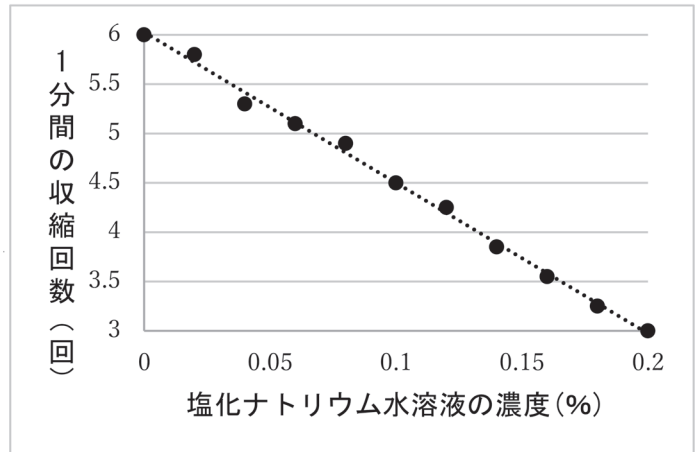
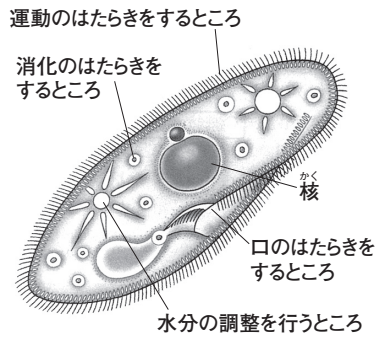
(7) 1個体当たりの質量が $10^{-12}$  ( $\frac{1}{10^{12}} = 1$ 兆分の1)gの細菌6個体が、20分ごとに1回分裂することを続けた場合、地球と等しい質量( $6 \times 10^{24}$ kg)になるには最低でも何時間かかるか、割り切れない場合は小数第1位を四捨五入して、整数で答えよ。

ただし、初めに存在した細菌数を $N_0$ 、1回の分裂に要する時間(分)を $G$ とし、地球と等しい質量になるまでに $n$ 回分裂するとしたとき、 $nG$ 分後における細菌数 $N$ は、 $N = N_0 \times 2^n$ で表せる。また、 $2^{10}$ は $10^3$ として計算せよ。

(8) 次のページの図はゾウリムシの模式図にそれぞれの器官のはたらきを記入したものである。そのうち、水分の調節を行うところは収縮胞と呼ばれ、通常、拡張と収縮を繰り返し、常に水を排出している。

西さんはゾウリムシを蒸留水から0.20%まで濃度の異なる塩化ナトリウム水溶液にそれぞれ10個体ずつ入れ、ある物質によって動きを止めたのちに光学顕微鏡で観察した。観察した範囲の濃度ではいずれの個体も生存していた。そこで、1分間あたりの収縮胞の平均収縮回数を調べ、その結果をグラフに示した。これよりわかることとして最も適当なものを、次の文の中から1つ選び、番号で答えよ。



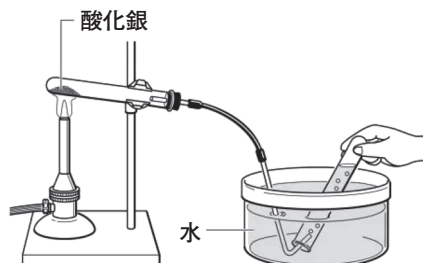


- ① 1分間の収縮回数は整数となるはずなので、このグラフは誤っている。
- ② ゾウリムシの一部が途中で死滅したことで、1分間の回数が小数となった。
- ③ 外液の濃度が0.4%を超えると収縮細胞は吸水し始め、再び1分間の収縮回数が増加し始める。
- ④ 池の中のゾウリムシでは、収縮細胞はほとんど動いていない。
- ⑤ 外液が低濃度のときは細胞内へ吸水し、高濃度のときは細胞外へ排水している。
- ⑥ 外液が高濃度になるほど、1回の収縮にかかる時間は増加している。
- ⑦ 外液の濃度が0%のときは収縮速度が速すぎて、ゾウリムシが死滅する可能性が高い。

- 3 次の文を読み、以下の問いに答えよ。割り切れない場合は小数第3位を四捨五入して、小数第2位まで答えよ。

1種類の物質が加熱により2種類以上の物質に変化する反応を熱分解という。熱分解する物質として酸化銀、炭酸水素ナトリウム、塩素酸カリウム、ろくしょう緑青の主成分である孔雀石くじやく(マラカイト)がある。以下の【実験1】～【実験6】を行った。

【実験1】 図のように酸化銀1.0gを乾いた試験管に入れて加熱すると、気体Aを発生しながら分解した。気体Aの発生が無くなり、酸化銀が完全に分解した後、ガラス管を水中から出し、ガスバーナーの火を消した。



- (1) 酸化銀は加熱すると、銀と気体Aに分解する。銀の原子を○、酸素の原子を●としたとき、酸化銀のモデルは○●○で表される。気体Aの分子1個のモデルを答えよ。
- (2) 酸化銀の分解のように、酸化物が酸素を失う化学変化を何というか。漢字で答えよ。
- (3) 酸化銀のように、2種類以上の元素でできている物質を次の中からすべて選び、記号で答えよ。

- ア. 塩素
- イ. 水
- ウ. アンモニア
- エ. 塩化ナトリウム
- オ. 水酸化ナトリウム

【実験2】 炭酸水素ナトリウムの粉末4.20gを水に溶かし、十分な量の塩酸を加えると気体Bが2.20g発生した。反応後の水溶液を加熱し、水を蒸発させると、結晶Cが得られた。

【実験3】 炭酸水素ナトリウムの粉末4.20gを試験管に入れ、十分な時間加熱すると気体Bが0.56L発生し、試験管の中には固体Dが残った。固体Dを水に溶かし、十分な量の塩酸を加えるとさらに気体Bが0.56L発生した。反応後、水溶液を加熱し水を蒸発させると、結晶Cが得られた。

- (4) 【実験2】の下線部の化学変化を化学反応式で答えよ。

(5) 固体 D の性質として最も適当なものを次の中から 1 つ選び、記号で答えよ。

- ア. 炭酸水素ナトリウムよりも水によく溶け、水溶液は青色リトマス紙を赤色にする。
- イ. 炭酸水素ナトリウムよりも水によく溶け、水溶液にフェノールフタレイン溶液を入れると赤色になる。
- ウ. 炭酸水素ナトリウムよりも水に溶けにくく、水溶液は赤色リトマス紙を青色にする。
- エ. 水に溶かしてうすい水酸化ナトリウム水溶液を加えると中和する。

(6) 【実験 2】、【実験 3】より、気体 B の密度は何 g/L か。

【実験 4】 塩素酸カリウム  $\text{KClO}_3$  の粉末に触媒として二酸化マンガンを加えて加熱すると、塩化カリウムと酸素が生成した。

(7) 塩素酸カリウムはマッチ棒の頭(頭薬)に含まれており、発火させた後、勢いよく炎が上がるのは塩素酸カリウム自身が分解して酸素を放出するからである。【実験 4】の反応を、化学反応式で答えよ。

孔雀石は銅イオン  $\text{Cu}^{2+}$ 、炭酸イオン  $\text{CO}_3^{2-}$ 、水酸化物イオン  $\text{OH}^-$  からできており、その組成は  $\text{Cu}_x(\text{CO}_3)_y(\text{OH})_z$  と表すことができる。

【実験 5】 孔雀石を熱分解したところ、酸化銅  $\text{CuO}$ 、二酸化炭素、水が生成した。このとき、得られた酸化銅、二酸化炭素、水の質量の割合はそれぞれ 72%、20%、8% であった。

(8) 【実験 5】の結果より、孔雀石の組成  $\text{Cu}_x(\text{CO}_3)_y(\text{OH})_z$  の  $x$ 、 $y$ 、 $z$  に当てはまる数値をそれぞれ答えよ。ただし、それぞれのイオンの比は最も簡単な整数比で表すこととする。電子の質量は、原子全体の質量と比べて非常に小さいので、イオンの質量は、イオンに含まれる原子の質量の総和と等しいと考えてよい。また、各原子 1 個の質量比は次の通りである。

$$\text{H} : \text{C} : \text{O} : \text{Cu} = 1.0 : 12 : 16 : 63.5$$

【実験 6】 孔雀石に炭素を加えて加熱したところ、銅、二酸化炭素、水が生成した。

(9) (8)を踏まえて、【実験 6】の化学変化を、化学反応式で答えよ。

4 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

I

電気回路において、電流や電圧を測定するための計器(電流計や電圧計)には、内部抵抗が存在し、それらの計器自体が抵抗の役割を果たしてしまう。そのため、計器を接続することによって回路中の電流や電圧が変化してしまう。この変化について考えていく。図1のような電気回路を組む。電源の電圧は24V、抵抗Rの抵抗値は $2.0\Omega$ である。

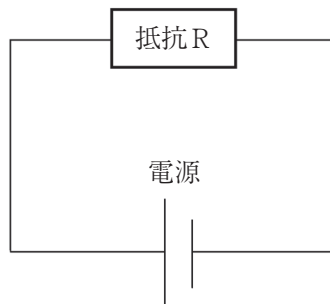


図1

(1) 抵抗Rに流れる電流の大きさを求めよ。

次に、実際に抵抗Rに流れる電流を測定するために、図1の回路に内部抵抗が $0.50\Omega$ の電流計を接続する。このとき、電流計は $0.50\Omega$ の抵抗の役割を果たすものとする。

図1の回路に内部抵抗が $0.50\Omega$ の電流計を接続したとき、抵抗Rに流れる電流の大きさは、( a )Aとなり、電流計を接続する前の( b )倍となった。電流計を接続することによる電流の変化を小さくするためには、電流計の内部抵抗は可能な限り( c )ほうがよい。

(2) 電流計を接続した回路図を描け。ただし、電流計の記号はⒶを用いること。

(3) 上の文章の空欄(a)～(c)を埋めよ。ただし、(c)には「大きい」か「小さい」のいずれかの語句が入る。

## II

以下の実験に用いる電流計は、内部抵抗が $0.50\Omega$ 、測定できる電流の最大値が $5.0\text{A}$ のものであり、 $5.0\text{A}$ 以上の電流が流れると、「エラー」と表示される。それを防ぐために、図2のように別の抵抗を並列に接続することによって、電流計に流れる電流を減らすことを考える。この抵抗のことを分流器と呼ぶ。

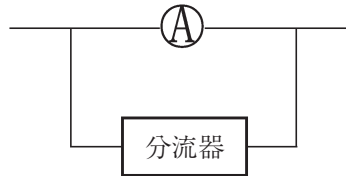


図2

- (4) 図1の回路に電流計と、抵抗値が $0.10\Omega$ の分流器を接続したとき、抵抗Rに流れる電流の大きさを求めよ。
- (5) 図1の回路に電流計と、抵抗値が $0.10\Omega$ の分流器を接続したとき、電流計に流れる電流の大きさを求めよ。
- (6) 図3の電気回路において、電源の電圧 $V$ を $0\text{V}$ から $1\text{V}$ ずつ上げていくと、2つの電流計に「エラー」が表示された。このときの電源の電圧 $V$ の範囲を答えよ。ただし、抵抗は $20\Omega$ 、分流器の抵抗値は $0.10\Omega$ とする。また、電流計に「エラー」が表示されてもそのままの大きさの電流が流れているものとする。

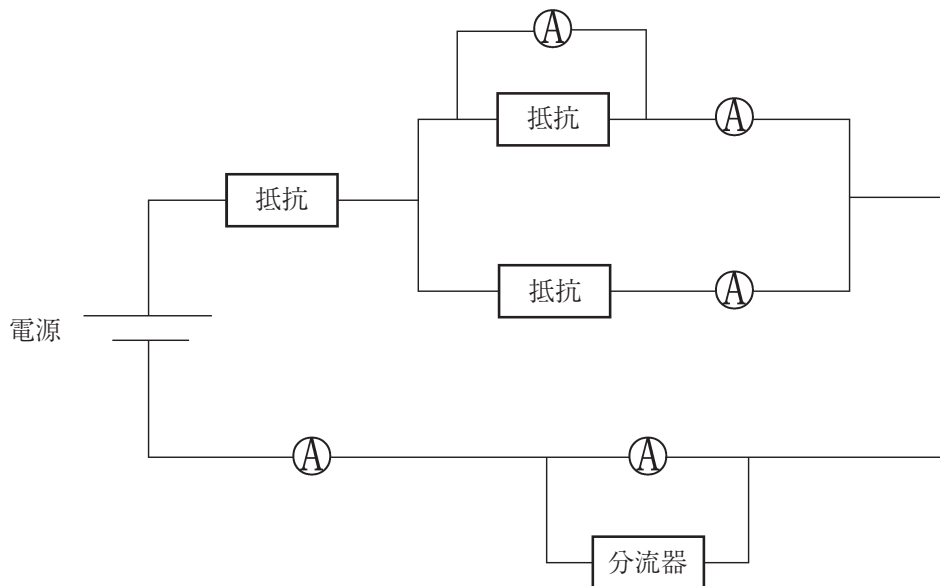


図3









理科 解答用紙

受験番号	氏名

※の欄には何も書かないこと。

1	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	※
	$g$		$^{\circ}C$	$g$	$g$	
	(6)	(7)				
	(8)	(9)				
		$g$				
2	(1)	(2)				※
	ア	イ	ウ	エ	オ	
	(3)	(4)	(5)	(6)		
	(7)	(8)				
	時間					
3	(1)	(2)	(3)			※
	(4)					
	(6)	(7)				
	$g/L$					
	(8)					
x	y	z				
4	(1)	(3)		(2)		※
		(a)	(b)	(c)		
	(4)	(5)	(6)			
	$A$	$A$	$\leq v \leq$			

※
---