

2023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 火山に関する次の文を読み、あとの問いに答えよ。

地下の岩石が融けてできた高温、液状のマグマは地下深部から上昇してくる。マグマが上昇するのは、まわりよりもマグマの密度が (①) ためである。上昇するマグマは、地下数 km ～数十 km の深さでマグマだまりを形成する。

マグマが冷え固まってできた岩石を (②) という。マグマが地下深部でゆっくり冷えてできた岩石を (③) といい、この岩石の鉱物は結晶が大きく成長しており、このような組織を (④) という。

また、マグマが地表や地表近くで急に冷えてできた岩石を (⑤) という。この岩石の鉱物の多くはその粒子が細かくガラス質の部分があり、これを (⑥) という。しかし、一部には大きい粒子も見られ、これを (⑦) という。このような組織を (⑧) という。

マグマが地表付近に移動して圧力が下がり、マグマに含まれる気体成分が一気に発泡すると噴火が生じる。噴火の激しさはマグマの粘性と関係がある。粘性の高いマグマが爆発的に噴火すると、巨大な陥没地ができることもある。また、粘性の高い溶岩であっても、爆発的な噴火をせず、火口からゆっくりと押し出された溶岩が、あまり流れずに盛り上がった地形をつくることがある。

- (1) 文中の①～⑧に適する語句を答えよ。
- (2) マグマに含まれる気体成分で最も割合の大きいものを答えよ。
- (3) マグマの成分のうち、粘性を決定するものを答えよ。
- (4) 粘性の高いマグマが地下深部で冷えてできた岩石の名称を答えよ。
- (5) 下線部の火山地形の名称を答えよ。
- (6) マグマの粘性の高い火山を次の中からすべて選び、記号で答えよ。

ア. 昭和新山 イ. 伊豆大島火山 ウ. 雲仙普賢岳 エ. マウナロア山

マントル中で発生するマグマは、マグマだまりで冷えていくにしたがって融点の高い鉱物から順に結晶化し、マグマだまりの底に沈み、鉱物の結晶化によって、残ったマグマの化学組成は変化していく。このような結晶化によって、もとのマグマから化学組成の異なるさまざまなマグマができることを、マグマの結晶分化作用という。

マグマだまりにおいて、マグマ X の中でかんらん石や輝石、斜長石などが結晶化して、もとの質量の60%の鉱物がマグマだまりの底に沈んだとする。沈んだ鉱物全体を Y とする。表はマグマ X および Y の化学組成を示しており、数値は酸化物の質量比を百分率で表している。

表

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	合計
マグマ X [%]	50.5	16.0	11.0	10.0	10.0	2.5	100.0
Y [%]	44.5	15.0	12.5	15.0	12.5	0.5	100.0

(7) マグマだまりに残ったマグマは、もとのマグマ X に比べて、質量の比でどの酸化物の割合が減少しているか。次の中からすべて選び、記号で答えよ。

ア. SiO₂ イ. Al₂O₃ ウ. FeO エ. MgO オ. CaO カ. Na₂O

(8) マグマだまりに残ったマグマの SiO₂ の量は質量で何 % か。答えが割り切れない場合は、小数第 2 位を四捨五入して小数第 1 位まで答えよ。

(9) 火山の噴火による災害として火砕流がある。火砕流を「温度」、「構成物」、「流れの速さ」に注目して簡単に説明せよ。

2 気体の発生について、あとの問いに答えよ。

下の【実験1】～【実験5】で発生した気体をA～Eとする。A～Eは、水素、窒素、酸素、塩素、アンモニア、二酸化炭素、硫化水素、メタンのうちのいずれかである。

【実験1】マグネシウムに塩酸を加えると、気体Aが発生した。

【実験2】二酸化マンガンをオキシドールを加えると、気体Bが発生した。

【実験3】塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを混ぜて加熱すると、気体Cが発生した。

【実験4】ある量の炭酸カルシウムに塩酸を加えると、気体Dが2.2g発生した。この気体Dの体積は1.2Lであった。

【実験5】塩化銅水溶液を電気分解すると、陽極から気体Eが発生した。

(1) 気体Aの性質について述べたものを、次の中からすべて選び、記号で答えよ。

- ア. 鼻をつく刺激臭がする。
- イ. 石灰水を白く濁らせる。
- ウ. この気体を集めた試験管の口に火のついたマッチをゆっくり近づけると、ポンと音を立てて燃える。
- エ. 火のついた線香を入れると線香が炎を上げて燃える。
- オ. 空気中に体積で約5分の1含まれている。
- カ. 気体の中で最も軽い。

(2) 【実験2】で気体Bが発生するときの化学反応式を示せ。

(3) 気体Bは、水上置換法で集めることができる。これは、気体Bにどのような性質があるためか。次の中から1つ選び、記号で答えよ。

- ア. 水に溶けにくい。
- イ. 水に溶けやすい。
- ウ. 空気よりも密度が大きい。
- エ. 空気よりも密度が小さい。
- オ. 助燃性がある。

(4) 次のア～エの実験を行ったとき、気体Dが発生するのはどれか。次の中から1つ選び、記号で答えよ。また、その化学反応式を示せ。

- ア. 酸化銀を加熱した。
- イ. 炭酸水素ナトリウムを加熱した。
- ウ. 水の電気分解を行った。
- エ. 硫化鉄に塩酸を加えた。

(5) 気体Eは何色をしているか。

- (6) 原子の質量比を、表1に示す。ある気体を発生させたところ、4.8Lで3.4gであった。この気体はA～Eのどれか、記号で答えよ。ただし、気体はその種類によらず、同じ体積の中に同じ数の分子が含まれているものとする。

表1

原子	H	C	N	O	S	Cl
質量比	1	12	14	16	32	35.5

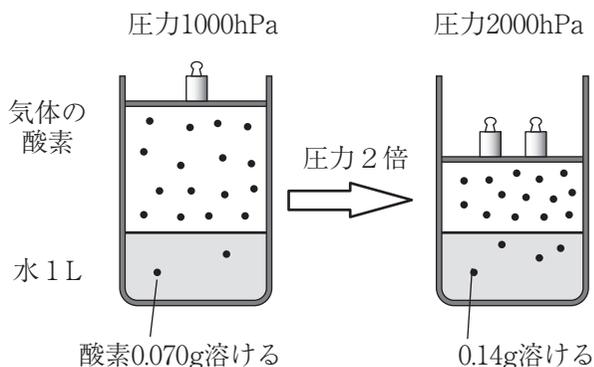
気体の溶解度について、イギリスのヘンリーが次の法則を発見した。

「一定温度で、溶解度の小さい気体が一定量の溶媒に溶けると、気体の溶解量（質量）は、その気体の圧力に比例する。」

この法則は、ヘンリーの法則と呼ばれている。

例えば、図のように、酸素の圧力が1000hPaで、水1Lに酸素が0.070g溶けると、圧力を2倍の2000hPaにすると、水1Lに溶ける酸素の質量は0.14gとなる。

気体が酸素のみで、その圧力が1000hPaのときに水1Lに溶ける酸素の質量を表にまとめたものが表2、気体が窒素のみで、その圧力が1000hPaのときに水1Lに溶ける窒素の質量を表にまとめたものが表3である。



図

表2

水と酸素の温度 [°C]	0	20	40	60
水1Lに溶ける酸素の質量 [g]	0.070	0.044	0.033	0.028

表3

水と窒素の温度 [°C]	0	20	40	60
水1Lに溶ける窒素の質量 [g]	0.029	0.019	0.015	0.012

- (7) ヘンリーの法則と表2から読み取れることを、次の中からすべて選び、記号で答えよ。
- ア. 酸素は、温度が高くなるほど水に溶けにくくなる。
 - イ. 酸素を水にたくさん溶かすためには、水の温度を上げ、圧力を小さくするとよい。
 - ウ. アンモニアは、ヘンリーの法則が成り立たない気体である。
 - エ. 窒素とメタンでは、分子1個の質量は窒素の方が大きいため、窒素の方が溶解度は大きくなる。
- (8) 0°C において、酸素の圧力を 3000hPa にして、水の量を 2L にしたとき、溶解する酸素の質量は何 g になるか。
- (9) 圧力が 1000hPa の空気中に、窒素と酸素が $4:1$ の体積比で含まれている。このとき、窒素と酸素のそれぞれの圧力も $4:1$ となり、窒素と酸素の圧力を合計したものが 1000hPa となる。温度が 20°C 、圧力が 1000hPa の空気中で、水槽に 20°C の水 72L が入っているとき、この水に溶けている窒素と酸素の質量の比を、最も簡単な整数比で表せ。

問題は次のページに続きます。

- 3 マメ科のエンドウの種子には、黄色の種子と緑色の種子とがあり、種子を黄色にする遺伝子が種子を緑色にする遺伝子に対して顕性である。あとの問いに答えよ。

【実験Ⅰ】黄色の種子をつける純系の株（X）に咲いた花と、緑色の種子をつける純系の株（Y）に咲いた花について、**a** ～ **d** のようにつけ合わせさせた。なお、花の形は○印で略してある。

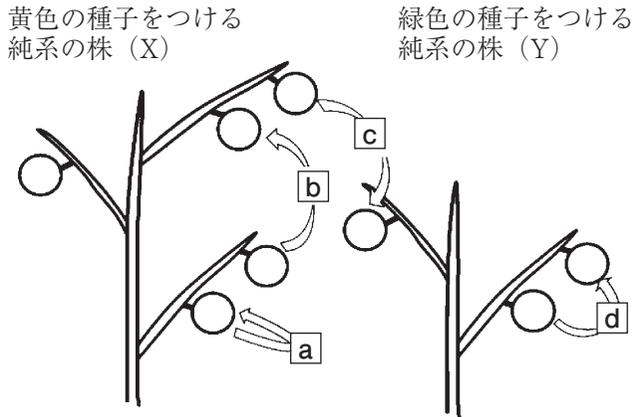


図 1

- a** X の花の花粉を同じ花のめしべにつけ合わせる。
- b** X の花の花粉を同じ株の別の枝にある花のめしべにつけ合わせる。
- c** X の花の花粉を Y の花のめしべにつけ合わせる。
- d** Y の花の花粉を同じ枝にある別の花のめしべにつけ合わせる。

【実験Ⅱ】実験Ⅰの **c** のつけ合わせでできた種子（この種子を 1 代目とする）から育った、異なる株どうしをつけ合わせて種子（この種子を 2 代目とする）をとった。

- (1) エンドウを用いて、遺伝に関する法則を初めて発見した科学者の名前を答えよ。
- (2) 遺伝に関する法則には、生殖細胞のつくられ方と非常によく関係しているものがある。次の文の①と②に適する語句をそれぞれ答えよ。

生殖細胞は、染色体の数が半分になる（ ① ）分裂という細胞分裂でつくられる。対になって存在する遺伝子は、(①) 分裂のときに分かれて、別々の生殖細胞に入る。この遺伝に関する法則を（ ② ）の法則という。

(3) 遺伝子の違いにより、植物は種子だけでなく花にも形質の違いが生じる。下の表は花の各部分の数を示したものである。次の3種類の植物の花はア～オのどれか。それぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。

(i) エンドウ (ii) ツツジ (iii) アブラナ

表

	がく	花びら	おしべ	めしべ
ア	4	4	4+2 ^{※1}	1
イ	5	5	9+1 ^{※1}	1
ウ	6 ^{※2}		6	1
エ	5	[5] ^{※3}	10	1
オ	5	5	多数	1

※1 4+2とは、6本のおしべのうち4本は同じだが、残りの2本は何らかの点でちがうことを示す。(9+1も同じ)

※2 この花では、がくと花びらの大きさ、形、色などがほとんど同じである。

※3 [5]とは、5枚の花びらがくっついていることを示す。

(4) ある植物の両親を親株P、親株Qとし、この両親からできた種子の1つを子Fとする。図2は、親株P、子Fの細胞の核の中に存在する染色体と遺伝子を、模式的に表したものである。●は種子を黄色にする遺伝子を、○は種子を緑色にする遺伝子を表している。親株Qの染色体と遺伝子を模式的に表すとどのようになるか。考えられるものを図2にならい、すべてかけ。

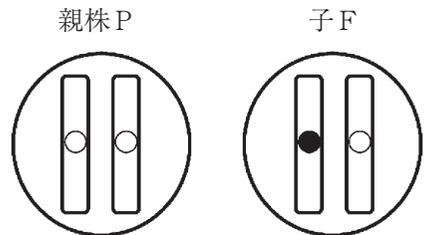


図2

(5) 【実験Ⅰ】の **a** ～ **d** のかけ合わせのうち、黄色の種子だけが得られるものをすべて選び、記号で答えよ。

(6) 【実験Ⅱ】で得られた2代目のすべての種子のうち、2300個が黄色であった。このとき、緑色の純系である種子はおよそ何個あると考えられるか。最も適当なものを次の [] から選べ。

[580個 770個 2300個 4600個 9200個]

- (7) 【実験Ⅱ】のあと、2代目の種子も株となるまで育てて、育った株どうしの組み合わせを様々に変えてかけ合わせた。得られた3代目の種子も同様に株となるまで育て、組み合わせを様々に変えてかけ合わせた。以降、種子の栽培と育った株どうしのかけ合わせを続けた。すると x 代目のある1組の親株から得られた $x + 1$ 代目の種子は、黄色の種子と緑色の種子の比がはじめて $1 : 1$ になった。 x 代目とは何代目か。数字で答えよ。
- (8) 種子を黄色にする遺伝子を A 、種子を緑色にする遺伝子を a としたとき、株 X 、株 Y のもつ遺伝子の組み合わせはそれぞれ AA 、 aa で表される。エンドウは自然状態でも、自家受精をすることで子孫を残すことができる。【実験Ⅰ】の **c** のかけ合わせでできた種子（1代目）を育てて、自家受精以外の有性生殖ができないように育てた場合、 y 代目で集団内の Aa の割合が初めて7%未満になった。 y 代目とは何代目か。数字で答えよ。

問題は次のページに続きます。

- 4 次の文を読み、あとの問いに答えよ。ただし、1 kg の物体にはたらく重力の大きさを10N とし、必要であれば $\sqrt{2}=1.41$ 、 $\sqrt{3}=1.73$ 、 $\sqrt{6}=2.45$ を用いること。

身の回りの物体にはさまざまな力がはたらいている。例えば手に持った物体を空中ではなすと、物体は落下する。これは物体に重力がはたらいているからである。道路を走っている車がブレーキをかけると、車はやがて止まる。これは路面と車のタイヤとの間に摩擦力がはたらき、車の運動をさまたげるからである。また、水平な机の上に置いた物体は動かない。これは、机から（あ）力がはたらき、物体を支えるためである。ばねの先に物体をつり下げた場合も、ばねが伸びて物体は静止する。これも、ばねが元に戻ろうとする力である（い）力により、物体が支えられるためである。

力にはさまざまなはたらきがある。上の例でも、物体を落下させたり走っている車を止めたりするような（う）というはたらき、机やばねが物体を支えるというはたらきが確認でき、それ以外にも（え）というはたらきがある。

- (1) 文中の（あ）、（い）に適する語句を、すべて漢字で答えよ。
- (2) 文中の（う）、（え）に最も適するものを、次の中からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えよ。

- ア. 物体を動かす
- イ. 物体の運動状態を変える
- ウ. 物体の質量を変える
- エ. 物体を変形させる

図1のような三角形の台と水平面を用意した。台の高さは十分高く、斜面の角度は 30° である。斜面はなめらかで摩擦力がはたらかないが、台を置いた水平面はあらい床で、摩擦力がはたらく状態となっている。また台は水平面に対して動かないものとする。

いま、台の下端から質量 A [kg] の物体を、水平面からの高さが B [m] になるまで斜面上に沿ってゆっくり持ち上げた。物体を静かにはなすと、図2のように物体は斜面をすべって水平面に達した後、水平面上をしばらくすべって静止した。これを物体の質量 A と持ち上げる高さ B を変えて6回行い、物体が水平面に達したときの速さ C [m/秒]、および静止するまでに水平面上をすべった距離 D [m] を測定した。結果は次の表1のようになった。ただし、物体の大きさは考えず、また物体が斜面から水平面に移る際に速さは変化しないとする。

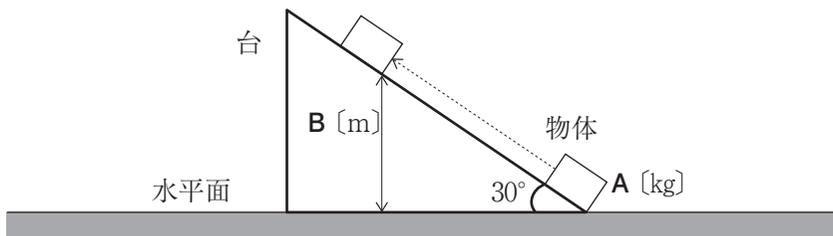


図1

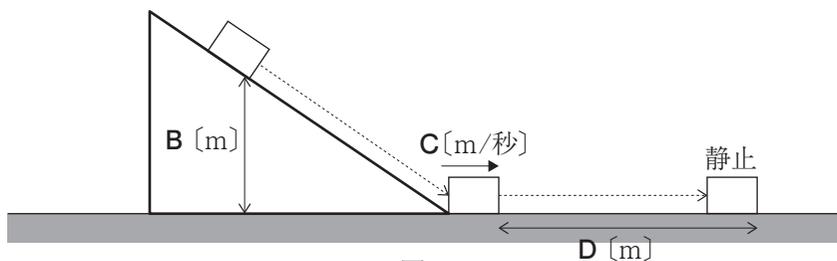


図 2

表 1

実験	①	②	③	④	⑤	⑥
A [kg]	5	10	15	20	25	30
B [m]	10	10	20	30	40	45
C [m/秒]	14.1	14.1	20	24.5	28.2	(か)
D [m]	20	20	40	60	(お)	

(3) 実験①～④の結果をもとに考えたとき、表1の(お)、(か)に入る数値を、小数第1位を四捨五入して整数で答えよ。

(4) この運動について説明する次の文の(き)、(く)に適する語句を、すべて漢字で答えよ。

水平面に置かれた物体を斜面に沿って持ち上げるとき、物体にはたらく重力に逆らって仕事をする。このときした仕事が、物体の(き)エネルギーとなる。(き)エネルギーは物体が斜面をすべる間に(く)エネルギーへと変わる。その後、摩擦力により運動を止めるように仕事をされ、物体は静止する。

(5) 実験②において、物体を水平面から10mの高さまで、斜面に沿って持ち上げる間にした仕事は何Jか。

月面上では、重力が地球上の $\frac{1}{6}$ 倍になる。図1の台と水平面、物体を月面上に運び、図2と同様の実験を3回行った。結果は表2のようになった。

表2

実験	⑦	⑧	⑨
A [kg]	15	20	25
B [m]	10	10	20
C [m/秒]			(け)
D [m]	20	20	40

- (6) 実験⑦において、物体の質量は何 kg か。
- (7) 実験⑧において、物体を水平面から10mの高さまで、斜面に沿って持ち上げる間にした仕事は何 J か。小数第1位を四捨五入して整数で答えよ。
- (8) 実験⑦、⑧の結果をもとに考えたとき、表2の(け)に入る数値を、小数第2位を四捨五入して小数第1位まで答えよ。
- (9) 月面上での物体と水平面との間の摩擦力の大きさは、地球上での物体と水平面との間の摩擦力の大きさの何倍になるか。(4)の文を参考に考え、最も適当なものを次の中から1つ選び、記号で答えよ。
 ア. 1倍 イ. $\frac{1}{6}$ 倍 ウ. 6倍 エ. $\frac{1}{\sqrt{6}}$ 倍 オ. $\sqrt{6}$ 倍

