

2023年度

理 科

1 文章を読んで、各問いに答えなさい。

3つの抵抗A～C、5つのスイッチa～e、電圧が3Vと5Vの2つの電池を用いて、図1のような回路をつくりました。

スイッチc、dを閉じると、抵抗Cに2Aの電流が流れ、スイッチb、c、dを閉じると、3Vの電池に3Aの電流が流れました。また、スイッチa、eを閉じると5Vの電池に1Aの電流が流れました。ただし、スイッチdとeは同時に閉じることはないとしています。

問1 抵抗Bの抵抗の大きさは何Ωですか。

問2 スイッチa、eを閉じたとき、抵抗Aで消費される電力は何Wですか。

問3 回路全体の消費電力が1.8Wになるよ

うにするには、どのスイッチを閉じればよいですか。必要なスイッチをa～eから、すべて選び、記号で答えなさい。

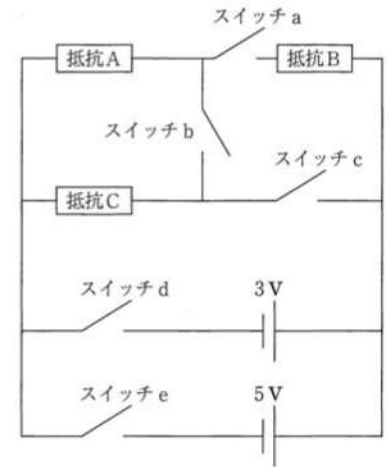
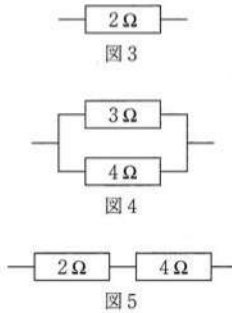
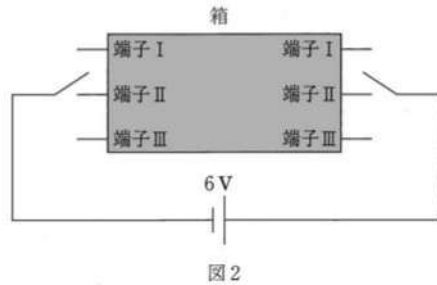


図1

(解答はすべて解答用紙に記入しなさい)

次に、図2のような回路を作りました。箱からはI～Ⅲの端子が出ていて、それぞれの端子には、図3～図5のいずれかが箱の中で接続されています。



- 問4 スイッチを端子Ⅰに接続すると、回路全体の消費電力は6Wでした。箱の中で端子Ⅰに接続されているのは、図3～図5のうちどれですか、数字で答えなさい。
- 問5 スイッチを端子Ⅲに接続したとき、端子Ⅰ～端子Ⅲの中で、回路全体の消費電力が一番大きくなりました。箱の中で端子Ⅲに接続されているのは、図3～図5のうちどれですか、数字で答えなさい。また、その時の回路全体の消費電力は何Wですか。

2 文章を読んで、各問いに答えなさい。

10Vの一定電圧で1秒あたり50Wの仕事をするモーターがあります。このモーターで力のつり合いを保ちながら、ロープを巻き取る装置を作り、10Vの電源につないで実験を行いました。実験に用いたロープは非常に軽く、重さが無視できるものとします。また、モーターは電気エネルギーをすべて仕事に変換するものとします。

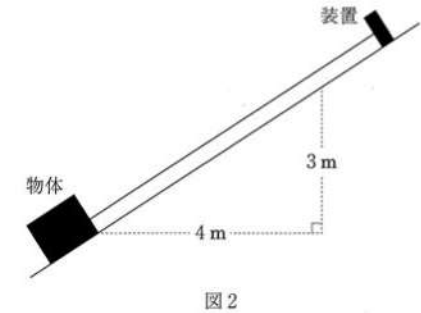
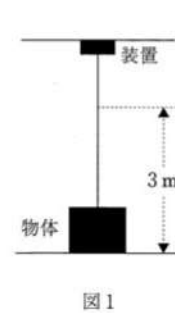


図1のように、水平な地面に置かれた重さ100Nの物体を3m引き上げました。

- 問1 この装置に流れる電流は何Aですか。
- 問2 図1の実験で、物体が動いているとき、ロープが物体を引く力は何Nですか。
- 問3 図1の実験で、物体を3m引き上げるには何秒かかりますか。

図2のように、斜面上に置かれた重さ100Nの物体を斜面上に沿って引き上げました。ただし、斜面には摩擦がないものとします。

- 問4 図2の実験で、物体が動いているとき、ロープが物体を引く力は何Nですか。
- 問5 図2の実験で、装置を問3と同じ時間動かすと、物体は斜面上に沿って何m引き上げられますか。
- 問6 図2の実験で、物体が動いているとき、物体が受ける垂直抗力の大きさは何Nですか。
- 問7 垂直抗力がした仕事は何Jですか。

3 文章を読んで、各問いに答えなさい。

下表は気体の物理的性質を示しています。表中のア～キは次の7種類の気体のいずれかです。

水素、酸素、塩素、窒素、塩化水素、アンモニア、メタン

	密度 [g/L] (20℃)	融点 [℃]	沸点 [℃]
ア	1.33	-219	-183
イ	0.67	-183	-164
ウ	2.99	-103	-34
エ	0.72	-116	-34
オ	0.08	-259	-253
カ	1.53	-114	-85
キ	1.16	-210	-195
空気	[a]	—	—

また、気体ア～キには以下に示した性質があります。

- ・ウ、エ、カには刺激臭があり、その他は無臭である。
- ・ア、オは水酸化ナトリウム水溶液の電気分解で発生する。
- ・ウ、エは湿らせた赤色リトマス紙を変色させた。
- ・イは有機物で、都市ガスなどに利用されている。
- ・ウは有色気体である。

問1 空気の組成は窒素80%、酸素20%として考え、表中 [a] に当てはまる数値を答えなさい。ただし、答えは小数第三位を四捨五入し、小数第二位まで求めなさい。

問2 ア、エ、オ、カに当てはまる気体を化学式で答えなさい。

問3 気体エとカが反応したときの現象として正しいものを次の①～④から1つ選び、番号で答えなさい。

- ① 見た目には何も変化がない。
- ② ポンと音が鳴る。
- ③ 光を発して激しく燃える。
- ④ 白煙が生じる。

4 文章を読んで、各問いに答えなさい。

水素と酸素を混合して点火すると反応し、水が生じることが知られています。

実験1 20℃で空気(窒素と酸素が4:1で混ざっている気体)100 mLにさまざまな体積の水素を混ぜて反応させると、次のような結果が得られた。発生した水蒸気はごく少量だったため、生じた水はすべて液体であると考えることができた。

混合する水素の体積 [mL]	10	20	100
反応後の気体の体積の合計 [mL]	95	90	140

実験2 温度を上げて実験1と同じように空気100 mLにさまざまな体積の水素を混ぜて反応させた。すると、水蒸気は全体の体積の10%以下まで存在することができた。また、発生した水がすべて水蒸気であると仮定するとその水蒸気の体積は反応した水素の体積と等しいことがわかった。

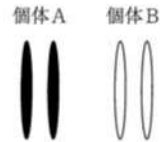
問1 下線部の反応を化学反応式で示しなさい。

問2 実験1で反応後の気体の体積の合計を最も小さくするには何 mLの水素を混合して反応させるとよいですか。また、そのときの体積の合計は何 mLですか。

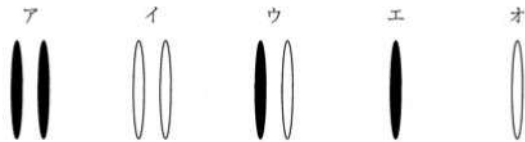
問3 実験2において生成した水がすべて気体で存在するには、混合する水素の体積は何 mL以下である必要がありますか。小数第二位を四捨五入して小数第一位まで求めなさい。また、何 mL以上である必要がありますか。小数第一位を四捨五入して整数値で答えなさい。

5 植物には多くの種が存在していますが、人類が栽培し、作物として利用している種はわずかです。これらの種は何世代にもおよぶ栽培の過程を経て、原種から品種改良が重ねられてきました。ジャガイモやエンドウ、トウモロコシなどは、もともと分布していた地域だけでなく、原種が生育していた気候帯と異なる地域にも移され、世界規模で栽培されています。

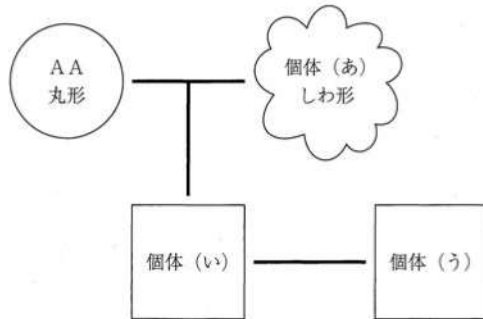
問1 下線部1について、右の図のような染色体構成をもつ個体Aと個体Bがあります。次のIとIIの方法において得られた個体の染色体構成として適切なものを次のア～オからそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。



- (I) 個体Aの可食部を採取し、そこから生じた芽が成長した個体
- (II) 個体Aと個体Bをかけ合わせ、個体Aに生じた種子が発芽した個体



問2 下線部2について、エンドウの種子には丸形としわ形があります。いま、下の図のように個体(い)と個体(う)をかけ合わせ、子の代の種子を得た。得られた種子の形を調べたところ、丸形が303個、しわ形が101個でした。これらの形の違いは一对の遺伝子(Aとa)によって決められており、その遺伝様式はメンデルの遺伝の法則に従います。なお、図中の個体(い)と(う)の種子の形は示されておらず、これらを□で表しています。



- (1) 個体(あ)の遺伝子の組み合わせとして適当なものを次のア～ウから1つ選び、記号で答えなさい。
ア AA イ Aa ウ aa
- (2) 個体(う)の遺伝子の組み合わせとして適当なものを(1)の選択肢から1つ選び、記号で答えなさい。
- (3) 個体(い)と個体(う)を親としてかけ合わせ、子の代の種子を得た。得られた種子のうち、丸形の種子を発芽させて得られた個体と、しわ形の種子を発芽させて得られた個体をかけ合わせました。このかけ合わせを説明した次の文中の空欄(ア)～(エ)に適切な数を入れなさい。

子の代の丸形の種子から発芽した個体の遺伝子の組み合わせは2通りあり、それぞれの遺伝子の組み合わせをもつ個体を個体(I)と個体(II)とします。個体(I)としわ形の種子から発芽した個体をかけ合わせ(かけ合わせ①)、孫の代の種子を得ると、種子はすべて丸形となりました。これに対して、個体(II)としわ形の種子から発芽した個体をかけ合わせ(かけ合わせ②)、孫の代の種子を得ると、種子は丸形としわ形が同じ割合となりました。丸形の種子から発芽した個体(I)と個体(II)の数の比は、(ア):(イ)であり、かつ、かけ合わせ①とかけ合わせ②で得られたそれぞれの孫の代の種子の数が同じであるとすると、かけ合わせ①とかけ合わせ②で得られた孫の代のすべての種子のうち、丸形の種子としわ形の種子の数の比は(ウ):(エ)となります。

問3 下線部3について、トウモロコシは体内で二酸化炭素の濃度を高めることができるため、光合成を行う能力が高く、よく生育します。二酸化炭素の濃度を高めるしくみには、トウモロコシの葉の内部にある細胞AとBが関わっています。次の【文1】～【文3】は細胞AおよびBについて書かれたものです。

【文1】

大気中の二酸化炭素の濃度は、トウモロコシの葉の内部よりも高いため、(X) が開いていると、濃度差に従って、二酸化炭素はトウモロコシの葉の内部に入る。

【文2】

細胞AとBには、2つの物質 α と β がある。 α は炭素を3つもつ化合物で、 β は炭素を4つもつ化合物である。物質 α と β は次のような化学反応を行っている。すなわち、物質 α と二酸化炭素が結合して物質 β が合成され、物質 β は物質 α と二酸化炭素に分解される。



【文3】

細胞AとBには、物質 α と β が常に存在しているが、物質 α と β の細胞内の濃度はそれぞれ異なっている。物質 α の濃度は細胞Bの方が高く、物質 β の濃度は細胞Aの方が高い。なお、物質 α と β は濃度差に従って細胞AとBの間を移動する。

- (1) 上の文中の空欄 (X) に適切な語句を記入しなさい。
- (2) 次の文は、トウモロコシは光合成の能力が高く、よく生育する理由を説明したものです。この文の空欄 (Y) と (Z) に当てはまる語句として適切なものを次のア～ウからそれぞれ選び、記号で答えなさい。ただし、細胞AとBのいずれか一方でブドウ糖がつくられ、その後、その細胞内でブドウ糖が多数結合してデンプンが合成されます。また、細胞AとBのうち、ブドウ糖がつくられない細胞が、(X) から取り込んだ二酸化炭素を吸収します。

【細胞Aでは (Y) の合成を行い、細胞Bでは (Z) の合成を行っている。】

ア 物質 α イ 物質 β ウ デンプン

6 大気の様子は、気圧のほかに気温、湿度、風向・風速、雲量（空全体を10としたとき、雲が空を占める割合）、雨量などの気象要素で表されます。この気象要素を総合した状態のことを「天気」と呼びます。天気は晴れ、くもり、雨など、普段よく耳にするものをはじめ、雹や霰などを含めると日本国内では15種類の天気が定義されています。

問1 下線部aについて、快晴、晴れ、くもりは雲量によって決まります。雲量7の時の天気は快晴、晴れ、くもりのどれですか。

問2 快晴、くもり、雨の天気記号の組み合わせとして正しいものを次のア～カから1つ選び、記号で答えなさい。

	快晴	くもり	雨
ア	○	●	◎
イ	○	◎	●
ウ	●	○	◎
エ	●	◎	○
オ	◎	○	●
カ	◎	●	○

2022年6月に北関東の各地域で雹が降り、建物や農作物に大きな被害をもたらしました。中にはピンポン玉サイズ（直径40mm）ほどの大きさの雹が降った地域もありました。

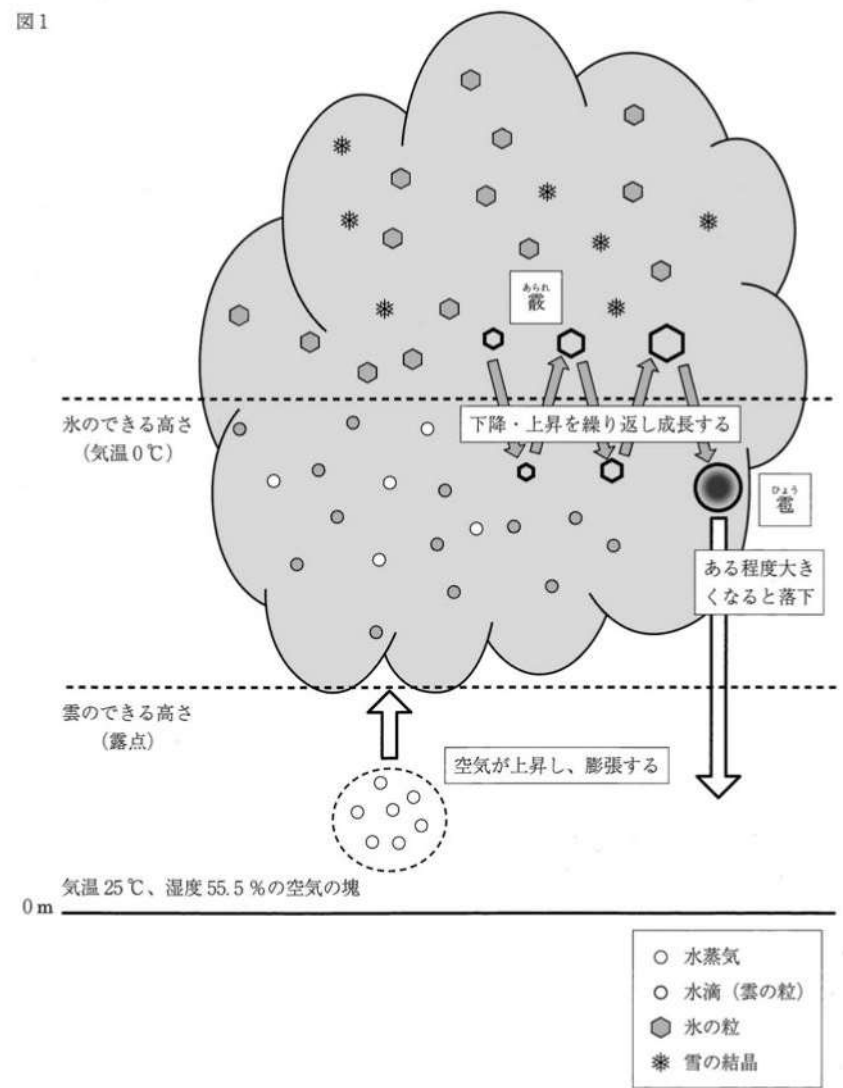
雹は主に積乱雲の中で作られ、直径5mm以上の氷の粒または塊のことをいい、それ以下の大きさのものは霰といいます。一般的に空気の塊が上昇するとき、雲ができていないときは100mにつき1℃、雲ができているときは100mにつき0.5℃、気温が下がることが知られています。

図1のように気温25℃、湿度55.5%の空気の塊が上昇するときのことを考えます。空気が上昇し、露点に達すると水蒸気が水に変わり、空気中のちりなどを核として水滴（雲の粒）ができて始めます。空気はさらに上昇を続け、さらに温度が下がります。0℃以下になると氷の結晶ができ、この氷の結晶に水蒸気がつくると雪ができます。雪がまわりの冷たい水滴を取り込み、凍ると重くなって雲の低いところまで落ちてきます。これが霰です。霰が0℃よりも暖かい場所まで落下すると、表面が溶けて水の膜ができます。そして、上昇気流で再び高い場所へ運ばれると、まわりの水を更に取り込み、この水の膜が厚くなります。そして、水の膜が凍ります。このように上下に行ったり来たりを繰り返すことで結晶はより大きく成長していきます。そのため、降ってきた雹の断面図を観察すると、図2のようなしま模様を観察することができます。

雹がある程度の大きさに成長すると上昇気流で上へ運ばなくなり、雲の下へ落下します。直径5mm以上の大きさを保ったまま地上に落下すると、雹と呼ばれます。そのため、気温の高い真夏よりも気温の低い初夏に雹が降りやすい傾向があります。

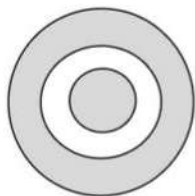
ただし、雹は完全な球体とし、必要に応じて飽和水蒸気量の表を用いて、各問いに答えなさい。

図1



- 水蒸気
- 水滴 (雲の粒)
- ⬡ 氷の粒
- ✱ 雪の結晶

図2 霧の断面の模式図



表

温度 (°C)	11	12	13	14	15	16	17
飽和水蒸気量 (g/m ³)	10.0	10.7	11.4	12.1	12.8	13.6	14.5
温度 (°C)	18	19	20	21	22	23	24
飽和水蒸気量 (g/m ³)	15.4	16.3	17.3	18.3	19.4	20.6	21.8
温度 (°C)	25	26	27	28	29	30	31
飽和水蒸気量 (g/m ³)	23.1	24.4	25.8	27.2	28.8	30.4	32.1

- 問3 下線部cに関して、この空気の露点は何°Cですか。整数値で答えなさい。
- 問4 下線部dに関して、雲ができ始める高さは何mですか。
- 問5 下線部eに関して、気温が0°Cになる高さは何mですか。
- 問6 下線部bとfに関して、氷の粒が上下運動を1回行くと氷の粒の直径が2倍になると仮定します。直径5mmの氷の粒がピンポン玉サイズ（直径40mm）まで成長するには上下運動を何回行う必要がありますか。
- 問7 下線部gに関して、実際には氷の粒は落下しながら溶けて小さくなっていきます。地上にピンポン玉サイズ（直径40mm）で落下するためには、上空ではそれ以上の大きさを形成している必要があります。図1のとき、雲底（雲ができ始める高さ）では直径何mmの氷の粒を形成しておく必要がありますか。なお、氷の粒は100m落下することに直径が10%減少するものとします。小数第一位を四捨五入し、整数値で答えなさい。必要に応じて次の値を用いなさい。 $0.9^5=0.60$

1

問1		Ω
問2		W
問3		
問4	図	
問5	図	
		W

4

問1		
問2	反応する水素	mL
	反応後の合計	mL
問3		mL 以下
		mL 以上

2

問1		A
問2		N
問3		秒
問4		N
問5		m
問6		N
問7		J

5

問1	I	
	II	
問2	(1)	
	(2)	
	(3)	ア イ ウ エ
問3	(1)	
	(2)	Y Z

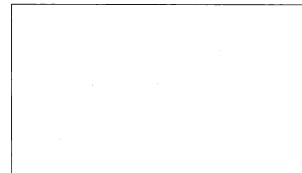
3

問1		
問2	ア	
	エ	
	オ	
	カ	
問3		

6

問1		
問2		
問3		℃
問4		m
問5		m
問6		回
問7		mm

↓ここにシールを貼ってください↓



2302400