

**\* 注意 \***

- 1 問題用紙は4枚, 解答用紙は1枚です。
- 2 問題は全部で4題あります。
- 3 答はすべて解答用紙の決められたところに書きなさい。

次の文章を読んで, 下の問いに答えなさい。

二酸化炭素は身近にある気体の1つです。二酸化炭素の性質について調べてみました。

(1) 二酸化炭素は, ものが燃えたときに発生します。燃えたときに二酸化炭素が発生するものを, 次の(ア)~(エ)から1つ選び, 記号で答えなさい。

- (ア) 鉄 (イ) 木 (ウ) 食塩 (エ) アンモニア

(2) (1)で発生した気体が二酸化炭素であることを確かめるには, どうすればよいですか。①, ②にあてはまる適当な言葉を答えなさい。

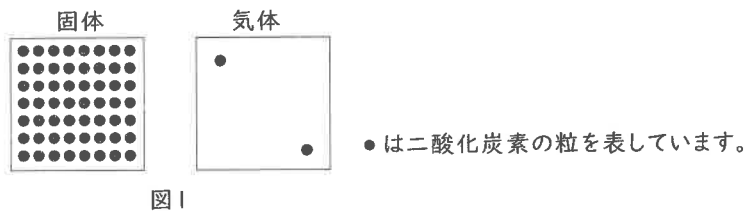
発生した気体を①に通し, ①が②たとき, 二酸化炭素であるとわかる。

(3) 二酸化炭素を利用した飲み物に炭酸水があります。炭酸水は二酸化炭素が水に溶けた液体です。炭酸水の性質として適当なものを次の(ア)~(カ)からすべて選び, 記号で答えなさい。

- (ア) 色はない。  
 (イ) においはしない。  
 (ウ) 温度が高いほど, 水に溶ける二酸化炭素の量は多くなる。  
 (エ) 青色のリトマス紙を赤色に変化させる。  
 (オ) 加熱すると, 固体が出てくる。  
 (カ) アルミニウムを入れると, 塩酸よりも激しい変化がみられる。

二酸化炭素は, 温度や圧力によって, 固体, 液体, 気体の状態になります。固体の二酸化炭素はドライアイスともよばれ, 食べ物を冷やして運ぶときなどに使われています。

二酸化炭素などあらゆる物質は, 小さな粒からできています。図1のように, 二酸化炭素の場合, 固体と気体では, 一定の体積に含まれる粒の数が異なります。



(4) 固体の二酸化炭素の重さは1cm<sup>3</sup>で1.6g, 気体の二酸化炭素の重さは1Lで1.9gです。固体の二酸化炭素が気体になると, 体積は何倍になりますか。小数第1位を四捨五入して整数で答えなさい。

(5) 固体の二酸化炭素2kgがすべて気体になったとき, 体積は何Lになりますか。小数第1位を四捨五入して整数で答えなさい。

ここで, 二酸化炭素と空気の重さについて考えてみましょう。

二酸化炭素の粒をさらに細かく見てみると, 図2のように, 原子という粒子からつくられていることがわかっています。原子にはいくつもの種類があり, 原子がいくつか結びつくと分子ができます。二酸化炭素の粒は, 炭素原子(Cという記号で表します)1個と酸素原子(Oという記号で表します)2個からできた分子です。これをCO<sub>2</sub>という記号で表します。

原子1個の重さは原子の種類によって異なり, 水素原子1個の重さを1とすると, それぞれの原子1個の重さは表のようになります。

それでは, 分子の重さはどのように計算することができるでしょうか。

例えば, 二酸化炭素の分子(CO<sub>2</sub>)の重さを計算してみましょう。二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)は, 炭素原子(C)1個と酸素原子(O)2個からできていますから, 表の値を使うと,

$$12 \times 1 + 16 \times 2 = 44$$

のように, CO<sub>2</sub>の重さを計算することができます。

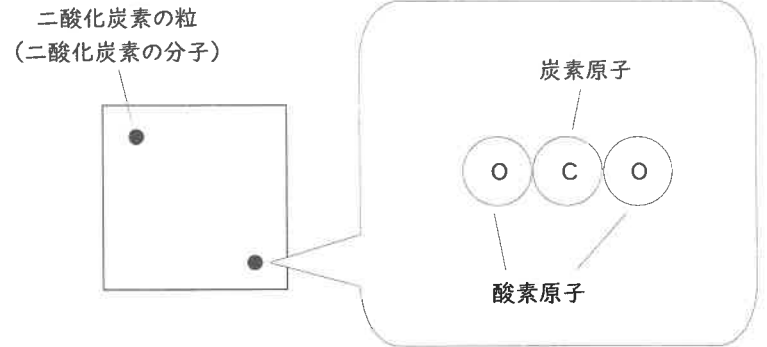


図2

表

原子の種類	水素原子	炭素原子	ちっ素原子	酸素原子
原子の記号	H	C	N	O
原子1個の重さ	1	12	14	16

(6) ちっ素の分子はちっ素原子2個からできており, N<sub>2</sub>という記号で表します。表の値を使うと, N<sub>2</sub>の重さはいくらになりますか。また, 酸素の分子はO<sub>2</sub>という記号で表します。表の値を使うと, O<sub>2</sub>の重さはいくらになりますか。

(7) 図3の左側のように, ある体積の空気にふくまれるN<sub>2</sub>とO<sub>2</sub>の数の比は4:1です。仮に, 空気が1つの種類の「空気の粒」からできているとすると, 図3の右側のように表すことができます。このとき, 表の値を使うと, 「空気の粒」1個あたりの重さはいくらになりますか。

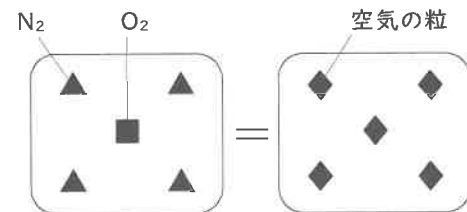


図3

(8) 二酸化炭素は発生したとき, 部屋のどのあたりにたまりやすいでしょうか。③, ④にあてはまる適当な言葉を答えなさい。

CO<sub>2</sub>の重さは, 「空気の粒」の重さよりも③です。したがって二酸化炭素は発生したときに部屋の④にたまりやすいです。やがて時間とともに部屋全体に広がっていきます。

(9) 都市ガスの主成分はメタンCH<sub>4</sub>です。ガスがもれたことを早く検知するためには, ガス警報器は天井, 床どちらの近くに設置した方がよいですか。天井, 床のいずれかの言葉で答えなさい。またそのように考えた理由を, 数値を含めた文で答えなさい。

2 次の文章を読んで、下の問いに答えなさい。

日本人は昔からいろいろな自然のようすを「うた」(俳句や和歌)によんできました。その中には月に関するものもたくさんあります。俳句や和歌では月は通常は①の季語として用いられますが、他の季語が同じ「うた」の中にあれば、その季語が表す季節がその「うた」の季節になります。例えば、

『菜の花や 月は東に 日は西に』  
 という与謝蕪村の俳句がよまれたのは、季語『X』より②であることがわかります。また、

『ほととぎす 鳴きつる方を 眺むれば ただ有明の 月ぞ残れる』  
 という後徳大寺左大臣の和歌がよまれたのは、季語『Y』より③であることがわかります。

月は1年中いつでも見られるのに、なぜ月は①の季語なのでしょう。それは、月見が①に行われるからなのですが、では、月見はなぜ①に行われるのでしょうか。理由は2つあるそうです。1つは、満月が見える高さがほどよいことです。①には、満月は高すぎず、低すぎず、少し見上げて目に入るほどよい高さに満月が見えます。もう1つは月がはっきりときれいに見えることです。①だけでなく④にも満月はほどよい高さに見えるのですが、花粉や水蒸気、まい上げられたホコリ、中国の砂漠からやってくる黄砂などで空気がかすんで、④には①ほどには月がきれいには見えません。

満月が見える高さはなぜ季節によって変わるのでしょうか。また、季節によってどのように変わるのでしょうか。それらを知るためには、太陽が見える高さの変化と季節の変化との関係を知る必要があります。

図1のように、地球は、北極と南極を結ぶ軸(地軸)を中心にして1日に1回転しながら、太陽のまわりを1年かけて1周しています。地軸を中心にして回転する運動を自転といい、太陽のまわりをまわる運動を公転といいます。公転の道すじを公転軌道、公転軌道を含む平面を公転面といいます。地軸は、公転面に対して垂直ではなく、垂直な方向から約23.4度傾いていますので、地球の北半球の地面に当たる太陽の光の角度は季節によって変化します。図1の㉑のときのように、日本から太陽の高さがAく見えるときには、一定の面積の地面に当たる太陽の光の量がBくなり、地面が太陽から受けとるエネルギーの量がBくなりますので、日本の季節は⑤になります。また、図1の㉒のときのように、日本から太陽の高さがCく見えるときには、一定の面積の地面に当たる太陽の光の量がDくなり、地面が太陽から受けとるエネルギーの量がDくなりますので、日本の季節は⑥になります。

満月は太陽の反対側に見えるので、日本から夜に見える満月の高さは、⑤にはEくなり、⑥にはFくなります。①と④には、満月は高すぎず低すぎず、ほどよい高さに見えます。

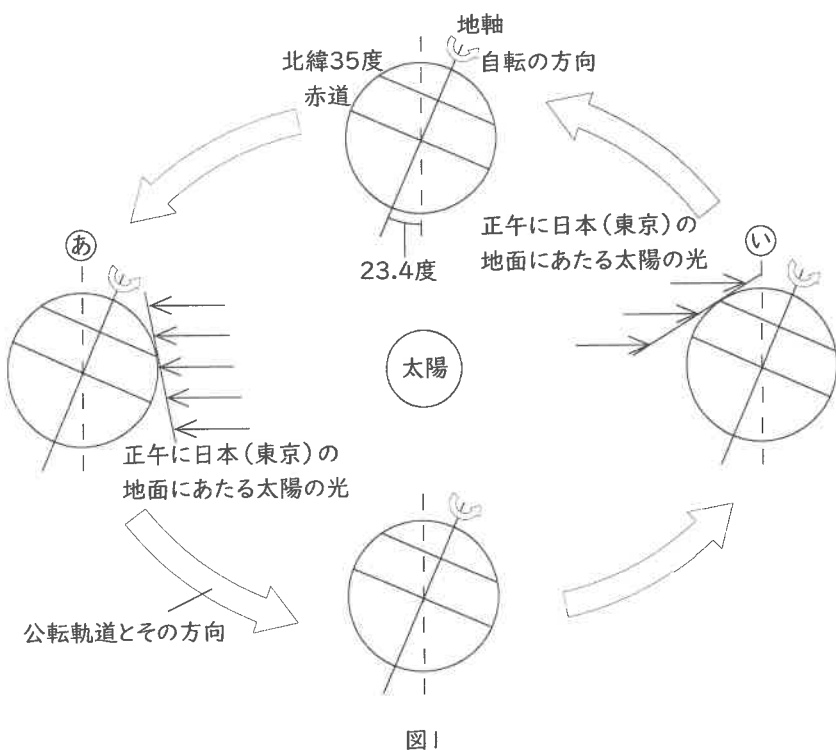


図1

(3) 文章中の『Y』に入る言葉を後徳大寺左大臣の「うた」から抜き出さなさい。また、文章中の③に入る季節を春・夏・秋・冬のいずれかで答えなさい。

(4) 文章中の④に入る季節を春・夏・秋・冬のいずれかで答えなさい。

(5) 文章中のA~Dに入る言葉を答えなさい。また、文章中の⑤、⑥に入る季節を春・夏・秋・冬のいずれかで答えなさい。

(6) 文章中のE、Fに入る言葉を答えなさい。

図2・図3は、与謝蕪村と後徳大寺左大臣が「うた」によんだ月の様子などを考えるためのものです。図2は、地球の北極側から見た地球と月を示しており、(ア)~(ク)は地球と太陽に対する月の位置を示しています。図3の(ケ)~(ク)は、地球から見た月の形、あるいは月から見た地球の形の変化を示しています。

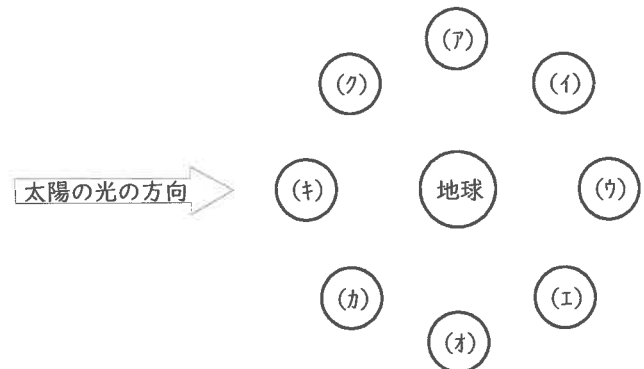


図2

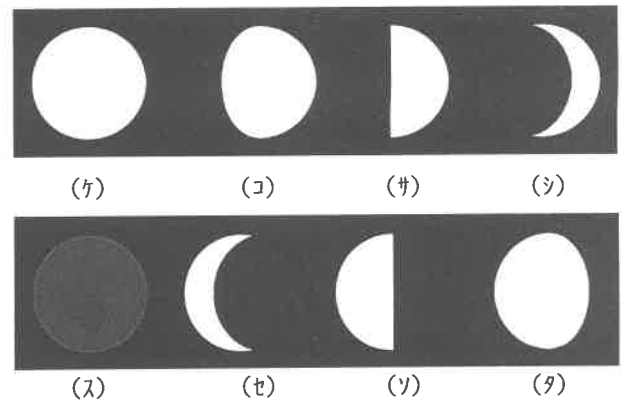


図3

(7) 与謝蕪村が「うた」をよんだときの、地球や太陽に対する月の位置として最も適当なものを図2の(ア)~(ク)から、見えた月の形として最も適当なものを図3の(ケ)~(ク)からそれぞれ選び、記号で答えなさい。ただし、月と太陽はともに地平線付近に見えていたものとしなさい。

(8) 与謝蕪村が「うた」をよんだときに月の表面に立って地球を見たとき、地球はどのような形に見えると考えられますか。(7)で答えた月の位置から考えて、最も適当なものを図3の(ケ)~(ク)から選び、記号で答えなさい。

(9) 後徳大寺左大臣の「うた」にある『有明の月』とは、夜が明けてだいぶ明るくなってからも空に見える月という意味です。夜明け頃の地平線付近ではない空に『有明の月』が見えているとき、地球や太陽に対する月の位置として適当なものを図2の(ア)~(ク)から3つ選び、記号で答えなさい。また、それぞれの月の位置に対応する『有明の月』の形として適当なものを図3の(ケ)~(ク)から選び、記号で答えなさい。さらに、それぞれの『有明の月』について、実際にその月を後徳大寺左大臣が夜明けころに見て「うた」をよんだ場合に、月が見えたと考えられる方角を8方位(東・西・南・北とそれぞれの中間の北東・北西・南東・南西のどれか)で答えなさい。

(1) 文章中の①に入る季節を春・夏・秋・冬のいずれかで答えなさい。

(2) 文章中の『X』に入る言葉を与謝蕪村の「うた」から抜き出さなさい。また、文章中の②に入る季節を春・夏・秋・冬のいずれかで答えなさい。

3 次の文章を読んで、下の問いに答えなさい。

自転車競技などで使用されるロードバイク(図1)には、一般的な自転車より多くのギアがついています。ロードバイクのペダルをこいだ力がギアとチェーンを介してタイヤにどのように伝わっていくか考えてみましょう。

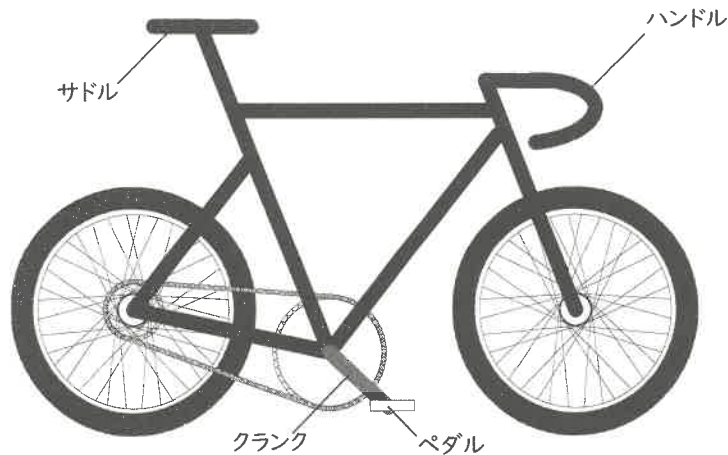


図1

ペダルはクランクという棒でフロント(前)ギアにつながっており、ペダルを回すと同じだけフロントギアも回ります。図2のように、フロントギアの半径が10cm、クランクの長さが17cmだとすると、ペダルをふみこんで10kgの力をかけたとき、チェーンには①kgの力がかかります。ただし、チェーンがたるむことはないものとし、

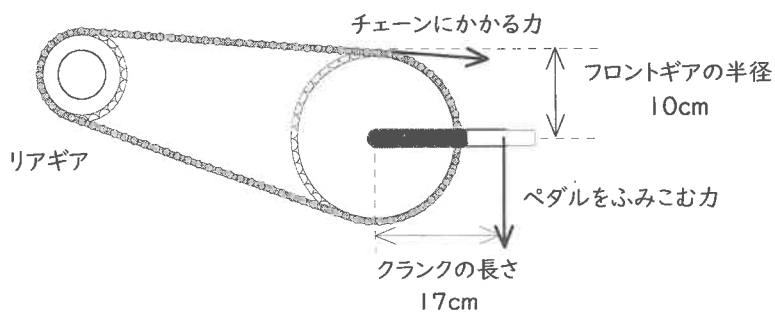


図2

ペダルをふみこんだときの力がチェーンとリア(後)ギアを介してタイヤに伝わります。ギアには歯がついており、歯の数でロードバイクの進み方が変わります。例えば、フロントギアの歯の数が50T(Tは歯の数を表します)、リアギアの歯の数が25Tの場合、フロントギアが1回転する間にリアギアは②回転します。このような、フロントギアが1回転する間のリアギアの回転数をギア比といいます。フロントギアを34T、リアギアを14Tに変えると、ギア比は③になります。つまり、同じだけペダルを回してもギア比が大きい方がより多く進みます。ギア比を大きくするためには、フロントギアはより半径の④ものを、リアギアはより半径の⑤ものを選択する必要があります。

このロードバイクの前後のギアの歯の数とギア比の関係は表のようになります。ただし歯の大きさはすべて同じものとし、表中の②, ③にはこの文章中の②, ③と同じ数値が入ります。

表

前	後	28T	25T	23T	21T	19T	17T	16T	15T	14T	13T	12T
50T		1.79	②	2.17	2.38	2.63	2.94	3.13	3.33	3.57	3.85	4.17
34T		1.21	1.36	1.48	1.62	1.79	2	2.13	2.27	③	2.62	2.83

では、ギア比の大きい組み合わせだけがよいかというと、そうではありません。ギア比を小さくすると同じ距離を進むのにたくさんペダルを回さなければなりません。その分小さな力でペダルを回すことができるので、登り坂などでは適切なギアを選択することで楽に登ることができます。

次に、このロードバイクでどれくらいの速さが出るか計算してみましょう。

このロードバイクのタイヤの直径は700mmです。したがってタイヤが1回転する間にロードバイクは計算上⑥m進みます。しかし実際には体重によってタイヤがへこむなどの影響で2.1mほどしか進みません。以下の問題では、タイヤが1回転する間にロードバイクは2.1m進むものとし、

いま、フロントギアを34T、リアギアを21Tに入れて1分間に90回転でペダルをこぐと、このロードバイクは時速⑦kmで走ります。ツール・ド・フランスなど

の自転車ロードレースでは、ゴール前でのロードバイクの速さは時速60kmにもなります。この問題で考えたロードバイクで時速60kmの速さを出すためには、少なくとも1分間に約⑧回転でペダルをこぐ必要があります。

- (1) ①, ②にあてはまる数値を整数で答えなさい。
- (2) ③にあてはまる数値を答えなさい。小数第3位を四捨五入して小数第2位まで答えなさい。
- (3) ④, ⑤にあてはまる言葉を答えなさい。
- (4) ⑥にあてはまる数値を答えなさい。円周率は3.14として計算し、小数第2位を四捨五入して小数第1位まで答えなさい。
- (5) ⑦にあてはまる数値を答えなさい。小数第1位を四捨五入して整数で答えなさい。
- (6) ⑧にあてはまる数値として最も近いものを、次の(ア)~(オ)から選び、記号で答えなさい。ギア比は表の値を使って考えなさい。  
(ア) 70 (イ) 85 (ウ) 100 (エ) 115 (オ) 130

4 次の文章を読んで、下の問いに答えなさい。

一也君は、祖父の家に今は使っていない畑があることを知り、自分で野菜を育ててみようと考えました。まず、野菜を育てる上で必要な情報を調べました。

I 種子の発芽のきっかけは何か?

レタスの種子の発芽について調べてみたところ、水分や温度などの条件に加え、光が当たることが発芽に必要なとわかりました。また、光には「波長」というものがあり、670nm前後<sup>\*1</sup>の波長では赤色に見え、530nm前後の波長では緑色に見えるなど、光の色の違いは波長の違いによるものだとわかりました。どんな色の光でも発芽するのか気になった一也君は、次のような実験を行いました。

\*1 1nm(ナノメートル)は1mmの100万分の1の長さ

【実験1】

レタスの種子を、27℃の暗所で2時間吸水させた後、表1の条件で各色の光を5分ずつ当てた。再び27℃の暗所に戻し、46時間後に発芽の有無を調べた。

表1

	条件	結果
a.	暗所(光を当てない)	発芽しない
b.	白色光	発芽する
c.	青色光	発芽しない
d.	赤色光	発芽する
e.	遠赤色光 <sup>*2</sup>	発芽しない
f.	白色光→遠赤色光	発芽しない
g.	赤色光→遠赤色光	発芽しない
h.	遠赤色光→赤色光	発芽する
i.	赤色光→遠赤色光→赤色光	発芽する
j.	遠赤色光→赤色光→遠赤色光	発芽しない

\*2 赤色光より少し波長の長い、730nm前後の波長の光

- (1) a.の実験を行った理由を、「比較」という語を用いて説明しなさい。
- (2) この実験の結果から考えられることを、次の(ア)~(キ)からすべて選び、記号で答えなさい。  
(ア) どんな色の光を当てても発芽する。  
(イ) 青色光を当てても発芽しない。  
(ウ) 赤色光を当てると必ず発芽する。  
(エ) 遠赤色光を一度でも当てると発芽しない。  
(オ) 遠赤色光を当てると、前に当てた光の効果が打ち消される。  
(カ) 赤色光と遠赤色光を交互に当てると、最初に当てた光の効果が現れる。  
(キ) 赤色光と遠赤色光を交互に当てると、最後に当てた光の効果が現れる。

※この問題は次のページに続きます。

(3) 図1は、太陽の光と緑色の葉を通った後の光で、さまざまな色(波長)の光の強さを調べたものです。また、図2は、植物の葉が吸収しやすい光の色(波長)を表したものです。これらの図を参考に、下の文章の空欄に、赤色光(波長670nm前後)なら「R」を、遠赤色光(波長730nm前後)なら「FR」を入れ、文章を完成させなさい。

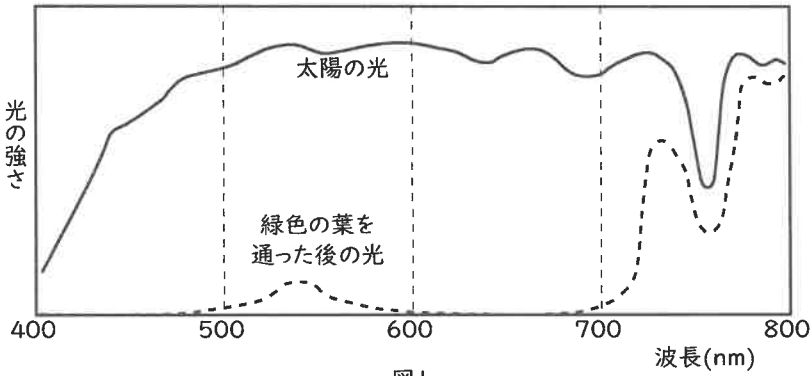


図1

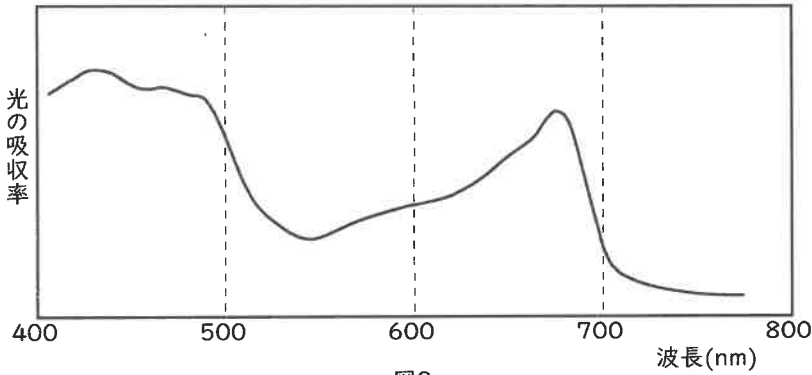


図2

図2より、植物の葉は①を多く吸収するが、②はあまり吸収しない。そのため、生い茂った葉の集まりの下の地面では、③に比べて④の割合が高くなる。レタスの種子は、主に⑤が当たると発芽し、主に⑥が当たると発芽しないことで、他の植物のかげで発芽してしまうことを防いでいると考えられる。

II 種子が発芽するときの栄養源は何か?

種子の発芽についてさらに調べたところ、植物の種子が発芽し成長するときには、種子の中に蓄えていた栄養分を使っており、その栄養分は植物の種類によって異なることがわかりました。植物の種子は、栄養分を酸素を使って分解することでエネルギーを取り出し、その過程で出てきた二酸化炭素を放出しています。「呼吸商」というものを調べると、どの栄養分を使っているかがわかると知った一也君は、次のような実験を行いました。なお、呼吸商は、「種子が放出した二酸化炭素量÷種子が吸収した酸素量」で求めることができ、使っている栄養分が炭水化物であれば約1、脂肪であれば約0.7、タンパク質であれば約0.8になります。

【実験2】

図3のような装置を用意し、副室に入れる液体(水酸化カリウム水溶液・水)と種子の種類(トウゴマ・エンドウ・コムギ)を変え、一定時間後に容器内の気体の体積がどれだけ変化したかを着色液が左向きに移動した距離から測定した。その結果をまとめたものが表2で、副室に水酸化カリウム水溶液を入れたときの結果がx、水を入れたときの結果がyである。なお、実験で出てきた二酸化炭素は、水酸化カリウム水溶液にはすべて溶解、水には溶けないものとする。

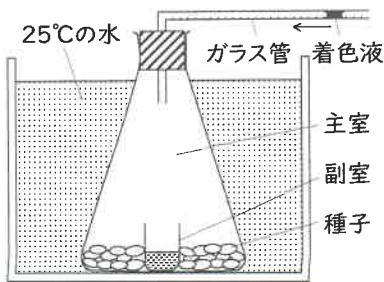


図3

種子	x[mm]	y[mm]
トウゴマ	157	45
エンドウ	180	30
コムギ	154	3

(4) ①種子が放出した二酸化炭素量, ②種子が吸収した酸素量, はどのように求められますか。次の(ア)~(イ)から選び、それぞれ記号で答えなさい。

- (ア) x (イ) y (ウ) x+y (エ) x-y

(5) トウゴマの種子の呼吸商を、小数第3位を四捨五入して小数第2位まで求めなさい。

(6) 種子が蓄えている栄養分のほとんどが特定の栄養分である場合、それぞれの種子が主に蓄えている栄養分を答えなさい。

III 種子をどのようにまけば良く育つか?

一也君は、肥料がなくても育てやすいダイズの種子をまいて育てることにしました。さっそく種子を植えようとする時、祖父が「あまり密に植えると立派に育たないぞ」と教えてくれました。密度の違いでどのような影響が出るのか興味を持った一也君は、次のような実験を行いました。

【実験3】

畑を7つの区画に分け、1m<sup>2</sup>あたりの種子の数が20個、40個、60個、80個、100個、200個、400個になるように区画ごとに密度を変えてダイズの種子を植えた。植えてから10日、20日、30日、45日、および85日後に、各区画ごとに1m<sup>2</sup>に生えているダイズをすべて掘り取り、各個体の重さをはかった。そのデータから、1個体の平均の重さと、1m<sup>2</sup>あたりのダイズ全体の重さを計算し、図4を作成した。なお、1m<sup>2</sup>あたりの種子の数が200個と400個の区画では、植えてから85日後のデータは得られなかった。

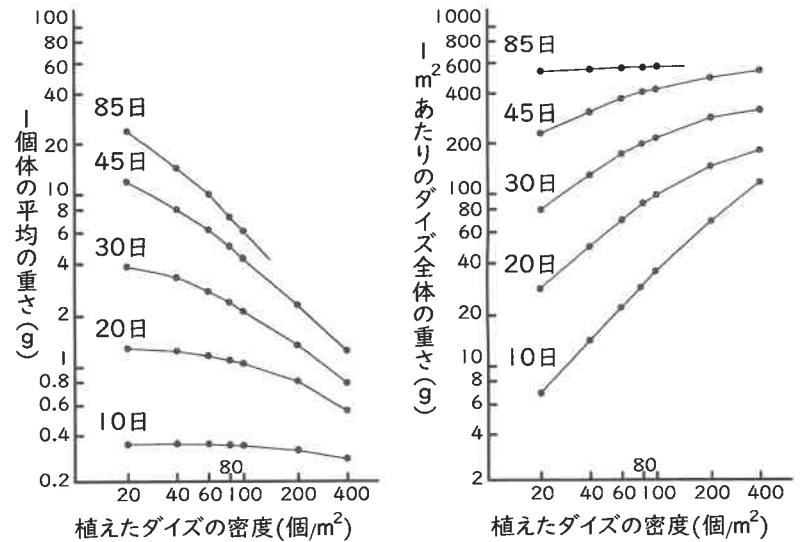


図4

(7) この実験の結果から考えられることを、次の(ア)~(オ)からすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) 芽生えて間もない頃は、密度が高い方が1m<sup>2</sup>あたりのダイズ全体の重さは大きくなる。
- (イ) 芽生えて間もない頃は、密度が高い方が1個体の平均の重さは大きくなる。
- (ウ) 時間が経過すると、密度が低い方が1個体の平均の重さは大きくなる。
- (エ) 85日後に収穫する場合、1個体あたりの収穫量を増やしたい場合は、密度が低い方がよい。
- (オ) 85日後に収穫する場合、1m<sup>2</sup>あたりの収穫量を増やしたい場合は、密度が高い方がよい。

