【1】惑星探査に関する次の文章を読み，下の問いに答えなさい。

地球は，太陽系と呼ばれる天体の集団に所属しています。A 太陽系は，太陽とその周りを公転する 8 個の惑星から成ります。太陽以外の恒星の周りを公転する惑星も，すでに数多く発見されており，こうした惑星探査の研究が昨年度ノーベル物理学賞を受賞したことで話題になりました。惑星は，もはや太陽系に限られた特別なものではなく，こうした太陽系の外側にある惑星は系外惑星と呼ばれています。

系外惑星は恒星と比べてとても暗く，直接観測することは難しいので，例えば天体現象の一つの「食」を利用した，食検出法を用いて探します。食検出法とは，明るい恒星の前を暗い惑星が通過する間は，恒星の明るさがわずかに暗く見えることを利用して惑星を検出する方法です。図 1 には，観測者から系外惑星が恒星の周りを公転し，恒星が暗く見えるようすがかかれています。惑星の有無を調べる場合，多くの恒星を，主に宇宙望遠鏡（宇宙に打ち上げた望遠鏡）で見張り，B 恒星の明るさが変化した場合，その恒星は惑星を持っている可能性が高いと判断できるのです。

以下の問題では，宇宙空間にいる観測者は，図 1 のように惑星が公転する面上にいるものとし，恒星が持っている惑星は，常に 1 個だけであるものとして考えます。また，観測者から恒星までの距離は，惑星と恒星の距離に比べて十分大きく，惑星は恒星よりも小さいものとして考えます。

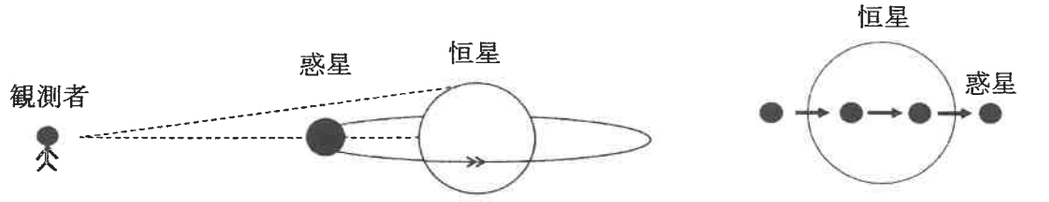
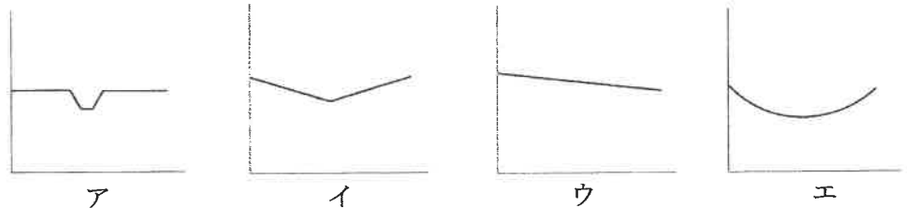


図 1

（1）下線部 A について，太陽系の惑星の中で最も外側を回るものを漢字で書きなさい。

（2）下線部 B について，惑星を持っていると断定できない理由は，恒星の前面を，公転する惑星ではない何かが偶然通過した可能性なども考えられるためです。どのような現象が観測できれば，恒星が暗くなった原因が，公転する惑星の食によるものであると判断できますか。20 字程度で答えなさい。ただし，観測する場所や使用する望遠鏡は同じものであるとします。

（3）実際に惑星を 1 つ持つ恒星を観測した場合，縦軸に恒星の明るさ，横軸に時刻を取ったときのグラフの形はどのようになりますか。最も適するものをア～エから選び，記号で答えなさい。ただし，グラフには惑星が恒星の周りを 1 回転だけ公転したときの時間分だけかかれています。



（4）惑星が恒星の前を通過するとき，恒星は本来の明るさと比べて暗く見えます。この暗くなった割合〔%〕の最大の値を，最大減光率といいます。恒星や惑星は，本来は球の形をしていますが，観測者から見ると，図 1 のように円として見えます。このときに見える円の半径は，球の半径と等しく，それぞれの円の面積の比を計算することによって，最大減光率を求めることができます。

① 太陽系から十分遠く離れた地点から，食検出法で木星を検出するとします。このとき，観測者からみた木星による太陽の最大減光率は何%になりますか。ただし，太陽の半径は木星の半径の 10 倍，惑星や恒星はすべて球体とし，木星は真っ暗で光っていないものとします。必要であれば，円周率は 3 として計算しなさい。また，答えが割り切れない場合には，小数第 1 位を四捨五入して整数で答えなさい。

② 食検出法に関して書かれた次のア～エのうち，正しいものをすべて選び，記号で答えなさい。

ア．宇宙望遠鏡で恒星を観測する方が良い理由は，天気の影響を受けないようにするためや，空気が光を散らしたり，吸収してしまうことを避けるためである。

イ．食検出法では，半径の大きな惑星ほど発見しにくい。

ウ．ある惑星 x を持つ恒星 X と，ある惑星 y を持つ恒星 Y の最大減光率が等しいとき，惑星 x と惑星 y の大きさは必ず等しい。

エ．惑星が公転するようすを，図 1 のような位置関係ではなく惑星が公転する面の真上から観測する場合，原理的にこの方法では惑星を発見できない。

【２】物質の密度について，下の問いに答えなさい。ただし，密度とは，ある体積あたりの重さのことです。例えば，ある物質の 1 cm^3（または 1 mL）あたりの重さが 2 g の場合は，密度は 2 g/cm^3（または 2 g/mL）となります。

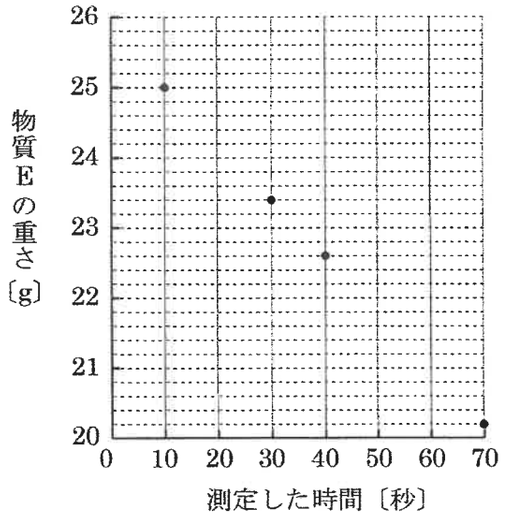
（１）次のア～カの物質 1 g について，大気圧のもと 0℃での体積が大きい順にア～カの記号を用いて答えなさい。

ア．水素　　イ．氷　　ウ．二酸化炭素
エ．水　　オ．アンモニア　　カ．空気

（２）下の表は，物質 A～D の体積と重さを表したものです。各物質の密度が大きい順に A～D の記号を用いて並びかえなさい。

	体積	重さ
物質 A	200 cm^3	1760 g
物質 B	7.0 L	26.6 kg
物質 C	0.10 mL	420 mg
物質 D	8.0 m^3	3200 kg

（３）液体の物質 E を 30.0 cm^3 測り取り，ビーカーに入れました。ビーカーに入れると同時に物質 E は徐々に蒸発したため，ビーカーに物質 E を入れた時間を 0 秒として，物質 E の重さ〔g〕と測定した時間〔秒〕の記録をとりました。右図は，横軸に「測定した時間〔秒〕」，縦軸に「物質 E の重さ〔g〕」をとり測定した結果を表したものです。物質 E の密度は何 g/cm^3 ですか。ただし，答えが割り切れないときは，小数第３位を四捨五入しなさい。



（４）エタノール 180 mL と水 90 mL を十分に混ぜた溶液の密度は 0.90 g/mL でした。この溶液の体積は何 mL ですか。ただし，エタノールの密度は 0.80 g/mL，水の密度は 1.00 g/mL とします。また，答えが割り切れないときは，小数第１位を四捨五入して整数で答えなさい。

（５）物質 F が溶けた濃度30%，密度 1.2 g/mL の水溶液125 mL と，物質 F が溶けた濃度 60%，密度 1.5 g/mL の水溶液 500 mL を十分に混ぜました。この溶液の濃度は何%ですか。ただし，答えが割り切れないときは，小数第１位を四捨五入して整数で答えなさい。

（６）密度 1.05 g/cm^3 のプラスチック G と密度 0.80 g/cm^3 のプラスチック H を混ぜることで，水と同じ密度 1.00 g/cm^3 の混合プラスチック 40 cm^3 をつくりたい。プラスチック G は何 cm^3 必要ですか。ただし，答えが割り切れないときは，小数第１位を四捨五入して整数で答えなさい。また，プラスチック G とプラスチック H を混ぜることによる体積減少はないものとします。

【３】光が異なる物質間を進むとき，その境目で光が折れ曲がることがあります。この現象をくっ折といいます。レンズと光の性質に関する下の問いに答えなさい。

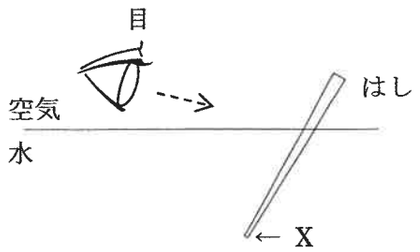


図１

（１）図１のように，はしをななめに水の中へ入れました。水の外（空気中）にいる人から見ると，はしの先端（せんたん） X の水面からの深さや，水の中に入ったはしの長さはどのように見えますか。実際の深さやはしの長さと比べて正しいものを次のア～エから選び，記号で答えなさい。

ア．深い位置にあるかのように長く見える。
イ．深い位置にあるかのように短く見える。
ウ．浅い位置にあるかのように長く見える。
エ．浅い位置にあるかのように短く見える。

（２）凸レンズには，入ってきた光を一点に集めようとするはたらきがあります。図２のように，凸レンズの中心から左側 20 cm の位置にろうそくを置き，凸レンズを通った光がスクリーン上に集まるようにスクリーンの位置を左右に動かしたところ，実物のろうそくの３倍の大きさの像がはっきりとスクリーン上に写りました。

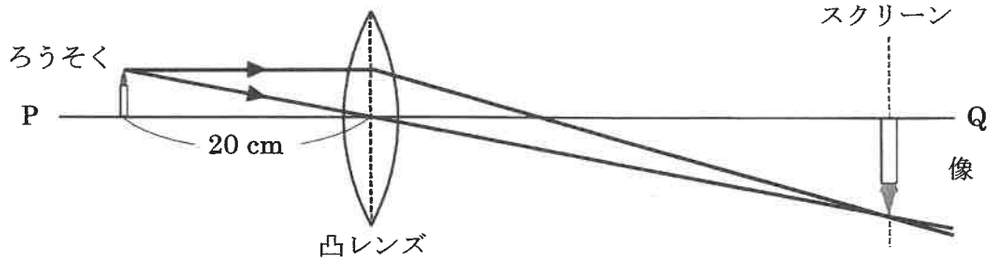


図２

① 凸レンズの中心を通る光軸（こうじく）（図２の直線 PQ）に対して平行に入った光が，凸レンズを通ったあとに集まる点を何といいますか。

② 凸レンズの中心からスクリーンまでのきょりは何 cm ですか。

③ 凸レンズの中心から①の点までのきょりは何 cm ですか。

④ ろうそくを動かしても凸レンズの光軸に対して平行に入ってきた光はくっ折をして必ず①の点を通り，レンズの中心を通った光は直進します。像の大きさを実物のろうそくと等倍の大きさにするには，ろうそくの位置を現在の位置から左右のどちらに何 cm 動かせばよいですか。また，そのときのスクリーンの位置は凸レンズの中心から何 cm の位置ですか。

⑤ 凸レンズの上半分を黒い紙でおおうと，像の様子はどうなりますか。正しいものを次のア～エから選び，記号で答えなさい。

ア．全体がぼやけて見える。　　イ．全体が暗くなって見える。
ウ．上半分だけの像が見える。　　エ．下半分だけの像が見える。

（３）人の目にある水晶体（凸レンズ）で屈折された光が眼球の後方にあるもう膜（スクリーン）上に集まったとき，人は物をはっきりと認識します。うまく外からの光をもう膜上に集めることができない場合，眼鏡などにたよってもう膜上に光が集まるように光の通り道を調節します。下の図は，物がはっきり見える人（図 3）と，遠くのものがぼやけて見える人（図 4）の目に入った光の通り道の模式図です。図 5 のように，図 4 の人が自分に合った眼鏡をかけたとき，物をはっきり見ることができました。図 3，図 4 を参考にし，このとき眼鏡に入った光の通り道の続きを解答欄（かいとうらん）の図（図 5 と同じ）に作図しなさい。ただし，図 2～5 は，実際には光がレンズに入るときと出るときに 2 回くっ折をしますが，レンズを通るときに 1 回だけくっ折するようなかき方をしています。解答もそれにならって作図するものとします。

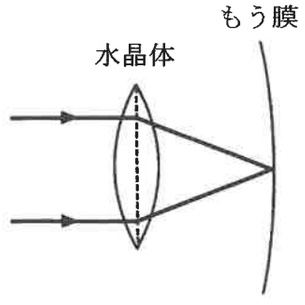


図３

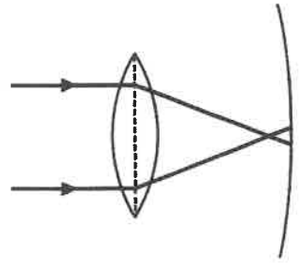


図４

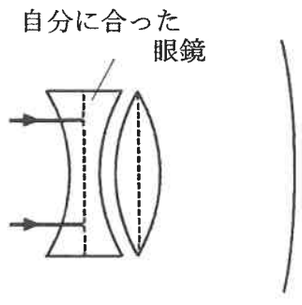


図５

【4】健一君は研究旅行で沖縄県に行くことになり，沖縄県の農業について調べ，文章にまとめました。文章Ⅰ，Ⅱを読み，下の問いに答えなさい。

Ⅰ　沖縄県の代表的な農産物として知られているのが A ツルレイシです。最近では，九州や関東でも多く作られるようになり，スーパーの野菜売り場でも「ゴーヤ」,「ニガウリ」の名前で沖縄県産以外のものもよく見かけるようになりましたが，やはり沖縄県が出荷量全国第1位です。また，小さい花をさかせるキク（コギク）も全国で1，2位を争う出荷量です。コギクのさいばいは，沖縄県では1974年ごろから始まりました。キクは暗期（1日の夜の時間）がある一定の長さより長くなりはじめると花がさく性質があるので，自然では（　B　）ころに花をさかせるのが一般的です。沖縄県では，お正月や3月のお彼岸にコギクを全国に出荷できるように，夜に電灯をつけ，花にさく時期をかん違いさせる電照さいばいをおこなっています。

（1）文中下線部Aのツルレイシと同じ単性花のものを次のア～オからすべて選び，記号で答えなさい。

ア．カボチャ　　イ．アブラナ　　ウ．タンポポ　　エ．オクラ　　オ．ヘチマ

（2）文中空らんBには春，夏，秋，冬のどの季節が入りますか。

Ⅱ　現在沖縄県はツルレイシなどのたくさんの農産物を県外へ出荷しています。しかし，以前はウリミバエ（右図）という C 外来生物が，ウリ科の作物に大きな被害をあたえていたため，ウリミバエ拡散防止のために農産物を県外に出荷することができませんでしたが，以下の方法でたくさんの農作物の県外出荷が可能になり，沖縄県の農業の発達につながりました。

ウリミバエは成虫のオスとメスが交びした後，メスがウリなどの果実に卵をうみつけ，ふ化した幼虫がその果実を食べてしまうのです。ウリ科の植物のツルレイシもその例外ではありません。当初ウリミバエの駆除には人工的に合成された殺虫剤が用いられました。しかし殺虫剤の利用にはいくつか D 問題点があったので，不妊虫放飼法という方法で長い年月をかけてウリミバエを駆除したのです。その方法は，まず人間が育てた多数のオスのウリミバエの E さなぎに一定量の放射線を照射して，人工的に子孫を残せない不妊オスというものをつくります。不妊オスの成虫は，自然界にいる野生オスと同様に野生メスと交びすることが可能で，その（　F　）は卵と正常に受精することができるのですが，その受精卵は正常に成長せずに確実に死めつしてしまうのです。その性質を利用してウリミバエを根絶させようという試みです。

オス,メス各84万個体，計168万個体の成虫（第0世代とする）がいる地域を仮定します。メスの成虫が産んだ卵からふ化する子（次世代）のオスとメスの比は1：1で，この地域はメスの成虫1個体が平均2個体の子（次世代）を残すことがわかっています。野生メスは不妊オスと野生オスを選ばずにどちらか1回だけ交びするため，この地域に84万個体の不妊オスを放すと，不妊オスと野生オスの比は1：1になり，84万個体の野生メスのうち，半数は不妊オスと交びをするので子を残せませんが，半数は野生オスと交びをして子（次世代）を残せることになります。下の表は，各世代ごとに84万個体の不妊オスを放し続けた場合の野生個体の変化をまとめたものです。このあと第5世代ではメスの個体数が1未満となり，この地域には次世代が残らないことになります。実際は,この方法を20年以上続け，農薬を使わずに1993年にウリミバエを根絶することができました。

世代	放した不妊オス数	個体数（野生オス）	個体数（野生メス）	各世代で放した不妊オスと各世代の野生オスの比
第0世代	84万　個体	84万　個体	84万　個体	1　：　1
第1世代	84万　個体	42万　個体	42万　個体	X　：　1
第2世代	84万　個体	Y　万　個体	Y　万　個体	Z　：　1
第3世代	84万　個体	2万　個体	2万　個体	42　：　1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

（3）文中下線部Cの外来生物を次のア～オから2つ選び，記号で答えなさい。

ア．ハブ　　イ．マングース　　ウ．キジ　　エ．ヒアリ　　オ．タヌキ

（4）文中下線部Dの問題点として考えられることを答えなさい。ただし，殺虫剤は人体への影響は無いものとします。

（5）文中下線部Eのさなぎの時期がある生物を次のア～オから2つ選び，記号で答えなさい。

ア．セミ　　イ．コオロギ　　ウ．カ（蚊）　　エ．トンボ　　オ．カブトムシ

（6）文中空らんFに当てはまる語句を答えなさい。

（7）表のX，Y，Zに当てはまる数字を答えなさい。

問題は以上

理科

解　答　用　紙

(2021 - J 1)

【1】

(1)

(2)

(3)

(4)①　　%

(4)②

【2】

(1)　　>　　>　　>　　>　　>

(2)　　>　　>　　>

(3)　　g/cm³

(4)　　mL

(5)　　%

(6)　　cm³

【3】

(1)

(2)①

(2)②　　cm

(2)③　　cm

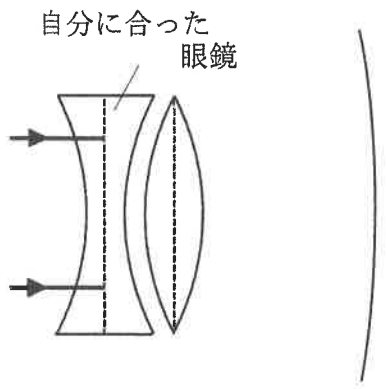
(2)④

ろうそくの位置：（　　）に（　　）cm 動かす

スクリーンの位置：
凸レンズの中心から（　　）cm の位置

(2)⑤

(3)



【4】

(1)

(2)

(3)

(4)

(5)

(6)

(7)　X：　　Y：　　Z：

受験番号	氏名

得点