

2 0 2 3 年度

入 学 試 験

理 科 問 題

(全 12 ページ)

注意事項

1. 受験番号，氏名および解答はすべて別紙の解答用紙に記入しなさい。
2. 問題用紙に解答を書きこんでも採点されません。
3. 解答用紙に図形や直線などをかきこむ場合は，手がきでかきこみなさい。

第1問 次の文を読み、問いに答えなさい。

ヒトのからだは血液などの体液による水分が多く含まれていて、体重に占める体液の割合は、成人では約 60～65%，新生児では約 75%になります。体液のうち、血液の重さは体重の約 8%を占めると言われています。ヒトの血液は、固形の成分として赤血球や白血球、出血したときに血液を固める（①）など、液体の成分としては②血しょうを含んでいます。固形の成分のうち、最も多く含まれるものは赤血球です。血液の固形の成分はそれぞれ1つの細胞でできていて、白血球には核がありますが、赤血球と（①）には核がありません。ヒトのからだの細胞の数に占める赤血球の数の割合は約（③）%です。また、赤血球に含まれるヘモグロビンという赤い物質には、④酸素を運搬するはたらきがあります。

ヒトの血液型には多くの分類があり、A B O式血液型ではA型、B型、A B型、O型の4種類に分けられています。血液型の異なる2人から採取した血液を混ぜ合わせると、血液中の赤血球が集まってかたまりをつくる凝集という現象が起こることがあります。この凝集には、赤血球の表面の構造と血しょう中にある物質ぎょうしゅうが関わっています。赤血球の表面には抗原こうげんと呼ばれるタンパク質があり、例えば、A型の赤血球の表面にある抗原をA抗原といいます。また、血しょう中には抗体こうたいという物質があり、A型の血しょうには抗B抗体があります。表はそれぞれの血液型の血液がもつ抗原と抗体を表しています。

表

血液型	A型	B型	A B型	O型
赤血球の表面の抗原	A抗原	B抗原	A抗原とB抗原	なし
血しょうにある抗体	抗B抗体	抗A抗体	なし	抗A抗体と抗B抗体

赤血球の表面にA抗原があるA型の血液と血しょうに抗A抗体があるB型の血液を混ぜたり、B抗原があるB型の血液と抗B抗体があるA型の血液を混ぜたりすると凝集が起こります。⑤輸血をするときには注意が必要ですが、この性質を利用して⑥血液型の判定が行われます。

血液型を決める遺伝子には遺伝子A、遺伝子B、遺伝子Oがあり、遺伝子の組み合わせがAA、AOの場合はA型、BB、BOの場合はB型、ABの場合はA B型、OOの場合はO型になります。血液型の決定には19世紀に遺伝のしくみを研究したメンデルの遺伝の法則で説明できる部分があります。A型、B型、O型は同時に現れることがないので（⑦）形質です。また、遺伝子の組み合わせがAO、BOの場合、血液型はそれぞれA型、B型になり、OOの場合だけO型になります。よって、遺伝子Aは遺伝子Oに対して（⑧）形質の遺伝子、遺伝子Bは遺伝子Oに対して（⑧）形質の遺伝子、遺伝子Oは遺伝子A、遺伝子Bいずれに対しても（⑨）形質の遺伝子と言えます。また、親が生殖細胞をつくるときに行われる（⑩）分裂では、メンデルの（⑪）の法則にしたがって、対になっている遺伝子が別々の生殖細胞に入ります。こうしてできた生殖細胞の受精によって、遺伝子の組み合わせが決まり、血液型が決まります。このような遺伝のしくみによって、⑫両親や祖父母などの血縁関係のある血液型から、子や孫の血液型が予想できます。

問1 (①) に当てはまる語句を漢字で答えなさい。

問2 下線部②の血しょうの主なはたらきとして正しいものを、次のア～エからすべて選び、記号で答えなさい。

- ア 体内に侵入した細菌やウイルスなどを分解する。 イ 栄養分を運ぶ。
ウ アンモニアなどの有害な物質を分解する。 エ 二酸化炭素を運ぶ。

問3 ある人の細胞の数は全部で約 37 兆個あるとします。この人のからだに流れる全血液の量が 5 L で、血液 1 mL 中の赤血球の数が 50 億個であるとする、(③) に当てはまる割合は何% ですか。小数第 1 位を四捨五入して整数で答えなさい。

問4 下線部④のはたらきがあるヘモグロビンの特性について、酸素が多いところと酸素が少ないところでの性質の違いがわかるように、簡潔に説明しなさい。

問5 下線部⑤で、基本的に輸血は同じ血液型の血液で行われますが、赤血球だけを輸血する成分輸血では異なる血液型からの輸血も可能です。成分輸血が可能な血液型の組み合わせとして正しいものを、次のア～オからすべて選び、記号で答えなさい。

- ア A 型から O 型へ イ B 型から A B 型へ ウ A B 型から A 型へ
エ O 型から B 型へ オ O 型から A B 型へ

問6 下線部⑥で、血液型を判定するために、50 名の血液から赤血球をとり出し、抗 A 抗体だけをもつ血しょうと抗 B 抗体だけをもつ血しょうを用いて、凝集反応が起こるかどうかを確かめました。結果は、抗 A 抗体をもつ血しょうに反応を起こした人が 24 名、抗 B 抗体をもつ血しょうに反応を起こした人が 16 名、どちらの血しょうにも凝集反応を起こさなかった人が 15 名いました。50 名のうち血液型が A 型、B 型、A B 型、O 型の人はそれぞれ何名ですか。

問7 (⑦), (⑧), (⑨) に当てはまる形質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。ただし、顕性と優性、潜性と劣性は、それぞれ同義とします。

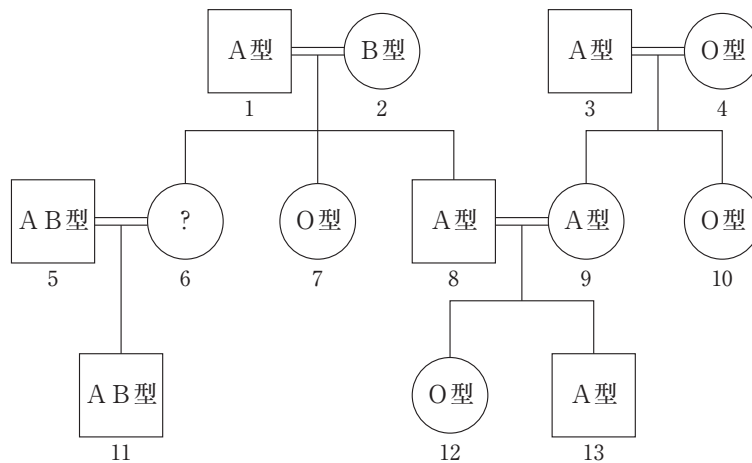
- ア ⑦顕性 ⑧対立 ⑨潜性 イ ⑦顕性 ⑧潜性 ⑨対立
ウ ⑦対立 ⑧顕性 ⑨潜性 エ ⑦対立 ⑧潜性 ⑨顕性
オ ⑦潜性 ⑧顕性 ⑨対立 カ ⑦潜性 ⑧対立 ⑨顕性

問8 (⑩), (⑪) に当てはまる語句をそれぞれ漢字で答えなさい。

問9 下線部⑫で、A型の血液型の人の子の遺伝子の組み合わせが確実にA Oであると言えるのは、この人の両親の血液型がどのような組み合わせのときですか。次のア～エからすべて選び、記号で答えなさい。

- ア 父も母もA型。 イ 父がA型，母がB型。
 ウ 父がA型，母がA B型。 エ 父がA B型，母がO型。

問10 ある親族について血液型に関する家系図を作成しました。図はこの家系図で1～13の人の血液型を表したもので、□は男性，○は女性を示しています。



図

- (1) 6番目の女性について、考えられる血液型をすべて答えなさい。
- (2) A型である13番目の男性の遺伝子の組み合わせがA Aである確率を分数で答えなさい。

第2問の問題は、次のページから始まります。

第2問 次の文を読み、問いに答えなさい。

水とエタノールの混合物を用いて実験を行いました。ただし、液体の水の密度は 1 g/cm^3 とし、エタノールと水の混合物の体積は、混合する前の水の体積とエタノールの体積の和であるものとします。

【実験】

I 水 20.0cm^3 とエタノール 5.0cm^3 を混ぜて、質量を測定すると、 23.95g でした。

II 枝付きフラスコに水とエタノールの混合物と X を入れ、図1の装置で、混合物を加熱しました。ただし、図1ではフラスコの温度計と試験管に入れたガラス管の位置は示されていません。

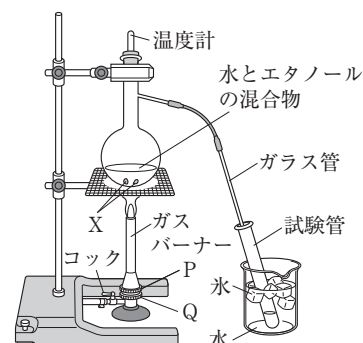


図1

III 加熱開始からの時間と図1の温度計の示す値の変化を記録しました。図2はこのときの結果を表しています。

IV 加熱後、ガラス管を通して試験管に出てきた液体を順におよそ 3cm^3 ずつ別の試験管 A、試験管 B、試験管 C に集めました。

V 加熱を終了するための操作を行い、ガスバーナーの火を消しました。

VI 試験管 A～C の液体のにおいを調べました。

VII 試験管 A～C の液体にポリプロピレンの小片をそれぞれ入れて、浮き沈みを調べました。

VIII 試験管 A～C の液体を蒸発皿にとり、マッチの火を近づけて燃えるかどうかを調べました。表は VI～VIII の結果を表しています。

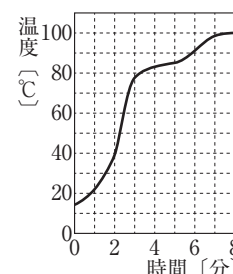


図2

表

試験管	A	B	C
VI	強いにおいがした。	少しにおいがした。	においがなかった。
VII	小片が沈んだ。	小片が沈んだ。	小片が浮いた。
VIII	火がついて燃えた。	火がついたがすぐに消えた。	火がつかなかった。

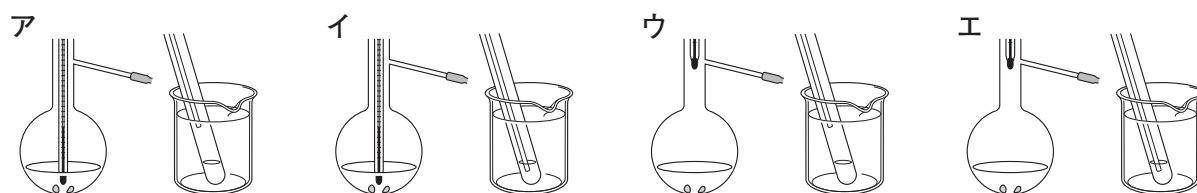
問1 I で、水とエタノールの混合物の密度は何 g/cm^3 ですか。小数第3位を四捨五入して小数第2位まで答えなさい。

問2 I で、エタノールの密度は何 g/cm^3 ですか。小数第2位まで答えなさい。

問3 I で、水とエタノールの混合物をエタノール水溶液と考えると、質量パーセント濃度は何%ですか。小数第2位を四捨五入して小数第1位まで答えなさい。

問4 II で、枝付きフラスコに X を入れるのは、混合物の急な状態変化を防ぐためです。X の名称を答えなさい。

問5 実験の図1の装置のフラスコの温度計と試験管に入れたガラス管の位置の組み合わせとして正しいものを、次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。



問6 実験で、水とエタノールの混合物が沸騰し始めたのは加熱開始からおよそ何分後ですか。最も適切なものを、次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 1分後 イ 3分後 ウ 5分後 エ 7分後

問7 実験のVで、加熱を終了するときの操作の手順になるように次のア～オを並び替えて、記号で答えなさい。

ア 元栓を閉める。 イ ガスバーナーのPのねじを閉める。
ウ ガスバーナーのQのねじを閉める。 エ ガスバーナーのコックを閉める。
オ ガラス管を試験管からぬく。

問8 実験のⅦで、試験管A～Cに入れたポリプロピレンの質量と体積の関係を表している最も適切なものを、図3のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

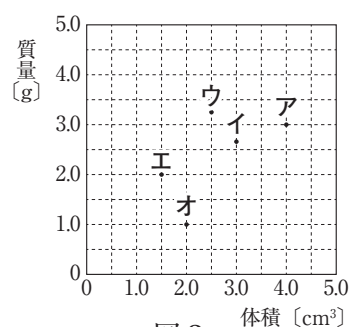
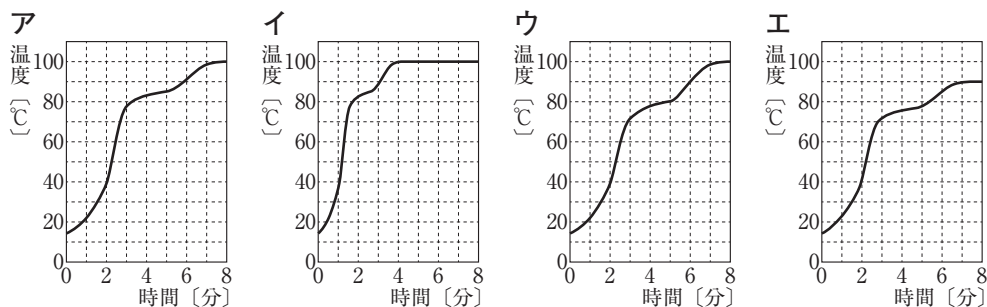


図3

問9 実験で、フラスコに入れる水とエタノールの混合物の量を半分にして実験を行った場合、加熱開始からの時間と温度の変化を表したグラフとして最も適切なものを、次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。



問10 実験で、水とエタノールの混合物から、エタノールを多く含んだ液体を取り出すことができました。

(1) 実験のようにして、混合物から液体を取り出す方法を何といいますか。

(2) 実験で、水とエタノールの混合物からエタノールを多く含んだ液体を取り出すことができる理由として最も適切なものを、次のア～カから1つ選び、記号で答えなさい。

ア エタノールの沸点が水よりも高いから。

イ エタノールの沸点が水よりも低いから。

ウ エタノールの融点が水よりも高いから。

エ エタノールの融点が水よりも低いから。

オ エタノールの密度が水よりも大きいから。

カ エタノールの密度が水よりも小さいから。

第3問の問題は、次のページから始まります。

第3問 次の文を読み、問いに答えなさい。

豆電球を流れる電流について実験を行いました。

【実験】

I 直流電源に豆電球をつなぎ、図1のような回路をつくり、電源の電圧を変えながら、豆電球に流れる電流と加わる電圧の値を電流計と電圧計を用いて調べました。図2はこのときの電流と電圧の関係を表しています。

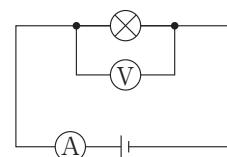


図1

II 豆電球と抵抗Xを用いて、図3の回路をつくり、電源の電圧を調節して、電圧計が14Vを示すようにすると、電流計が28mAを示しました。

III 2つの豆電球と抵抗Xを用いて、図4の回路をつくり、電源の電圧を調節して、電圧計が16Vを示すようにしました。

IV 2つの豆電球と抵抗Yを用いて、図5の回路をつくり、電源の電圧を調節して、電圧計が2Vを示すようにすると、電流計が36mAを示しました。

V 3つの抵抗Xを用いて図6の回路を、3つの豆電球を用いて図7の回路をつくりました。

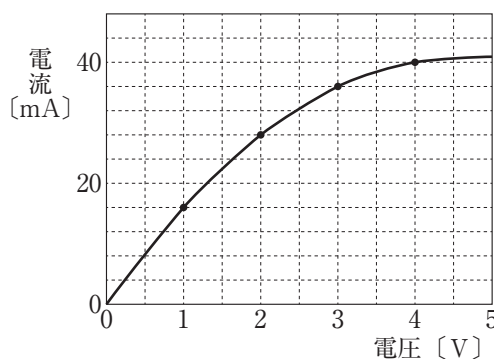


図2

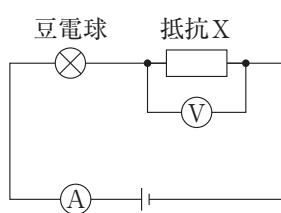


図3

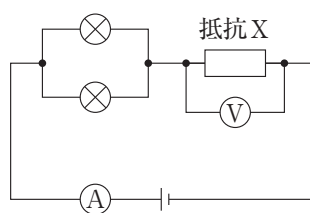


図4

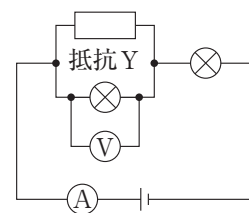


図5

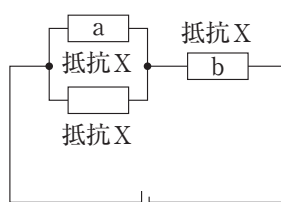


図6

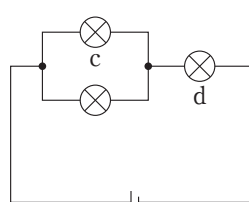


図7

問1 Iについて説明した次の文の(①)～(③)に適する語を答えなさい。

(①)の法則では、抵抗に流れる電流は、抵抗に加える電圧に(②)します。Iで豆電球の場合、(①)の法則が成り立ちませんでした。これは、豆電球に電圧を加えると、図8のフィラメントという部分に電流が流れて点灯しますが、豆電球に加わる電圧が大きくなると、フィラメントに大きい電流が流れ、フィラメントが加熱されて温度が上昇し、抵抗の値が変化するためです。Iの結果から、豆電球に大きな電流が流れると抵抗の値は(③)なるということがわかりました。

フィラメント



図8

問2 IIについて次の問いに答えなさい。

- (1) 抵抗Xの抵抗は何 Ω ですか。
- (2) 電源の電圧は何Vですか。
- (3) IIで、電源の電圧を調節して電流計が40mAを示したとき、電源の電圧は何Vですか。

問3 IIIについて次の問いに答えなさい。

- (1) 電流計が示す値は何mAですか。
- (2) 電源の電圧は何Vですか。
- (3) 豆電球2個を並列につないだ部分の抵抗は何 Ω ですか。小数第2位まで答えなさい。

問4 IVについて次の問いに答えなさい。

- (1) 抵抗Yを流れる電流は何mAですか。
- (2) 抵抗Yの抵抗は何 Ω ですか。

問5 次の文はVについて述べたものです。

図6の回路で、bの抵抗Xの消費電力は、aの抵抗Xの消費電力の(①)倍になります。図7の回路で、cの豆電球の消費電力を P_c 、dの豆電球の消費電力を P_d とします。電源の電圧を0Vからしだいに大きくしていくと、 $\frac{P_d}{P_c}$ の値は(②)。

- (1) (①)に当てはまる値を答えなさい。
- (2) (②)に当てはまる語句として正しいものを、次のア～ウから1つ選び、記号で答えなさい。
ただし、(①)は(1)の値とします。
ア (①)より小さくなります
イ (①)になります
ウ (①)より大きくなります

第4問 次の文を読み、問いに答えなさい。

太陽やその他の星の動きを調べるために、天体観測を行いました。ただし、観測1を行った日は、春分、夏至、秋分、冬至のいずれかの日であったものとします。

【観測1】

I 北緯35度の地点で水平に置いた透明半球上に太陽の1日の動きを記録しました。図1の曲線BDは観測した日の太陽の位置を9時から12時までの1時間ごとに点P～S、太陽が最も高い位置になったときに点Tとして透明半球上に●印で記録したものです。曲線BDに沿って点P～Sの各点の間の長さを測定するとすべて1.5cmで、点Bから点Pまでの長さは4.6cmでした。また、曲線EFは観測した日の2か月後の太陽の1日の動きを記録したものです。

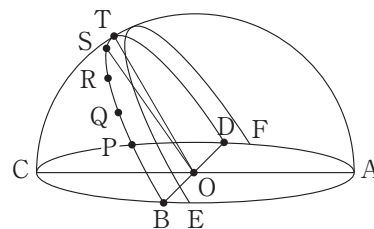


図1

II 曲線BDを記録した日と同じ日に、地面に垂直に立てた棒のかげのようすを観察しました。図2のように、9時から15時まで1時間ごとの棒の先端のかげを方眼紙に記録しました。X, Yは9時と15時のいずれかを記録した点であり、a～dは北、東、南、西のいずれかの方角でした。

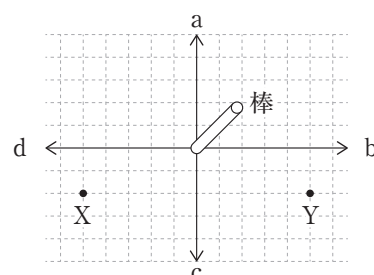


図2

【観測2】 【観測1】で、曲線BDの記録を行った日の夜に同じ観測地で、星座の観測をしました。

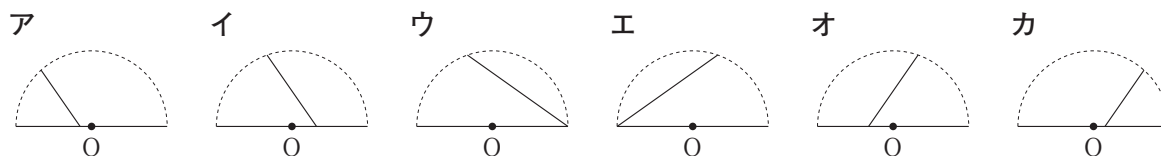
問1 【観測1】のIで、この日の日の出の時刻は何時何分ですか。

問2 【観測1】のIで、図1の $\angle TOC$ の角度は何度ですか。

問3 【観測1】のIで、太陽の1日の動きが、図1の曲線EFで再び表されるのは曲線BDを記録した日から何か月後ですか。正しいものを、次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 3か月後 イ 4か月後 ウ 5か月後 エ 6か月後

問4 【観測1】のIで、曲線EFを記録した日に、地球上の南緯35度の地点で同じ観測を行い、太陽の動きを表す線を、透明半球の東側から西側に向かって外から真横に見たときを表したものとして最も適切なものを、次のア～カから1つ選び、記号で答えなさい。

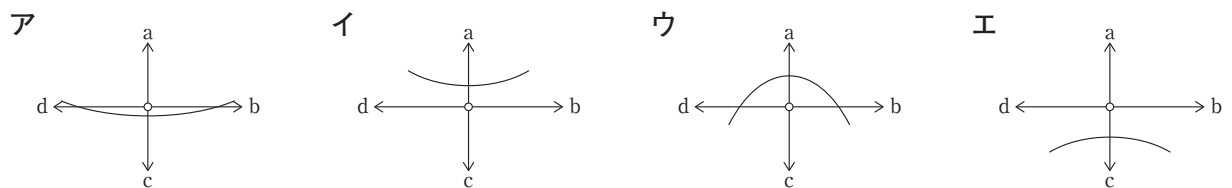


問5 【観測1】のⅡで、aの方角と9時の棒の先端のかげを表す点の組み合わせとして最も適切なものを、次のア～エから1つ選び、記号を書きなさい。

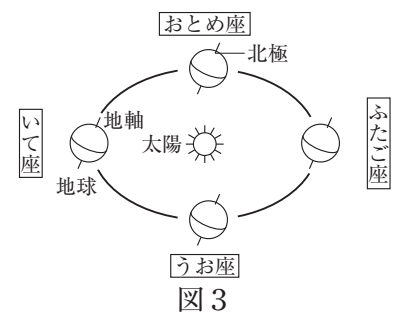
- ア a = 北, 9時 = X イ a = 北, 9時 = Y
ウ a = 南, 9時 = X エ a = 南, 9時 = Y

問6 【観測1】のⅡで、9時から15時まで1時間ごとの棒の先端のかげを記録した点を結んでできる線をかきなさい。

問7 【観測1】のⅠで曲線EFを記録した日に、【観測1】のⅡと同じ観測を行ったときの棒の先端のかげを記録した点を結んでできる線を模式的に表したものとして最も適切なものを、次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。



問8 図3は、太陽、地球、星座の位置関係を示しており、地球の位置は、春分、夏至、秋分、冬至のいずれかです。1年の間に、地球から見える星座は図3のように変化し、地球から見た太陽は、星座の中を動いていくように見えます。この星座の中の太陽の通り道を何といいますか。



問9 地球から見た太陽の動きについて述べた文として最も適切なものを、次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 地球の公転によって、地球から見た太陽は星座の間を西から東へ1年間で1周する。
イ 地球の公転によって、地球から見た太陽は星座の間を東から西へ1年間で1周する。
ウ 地球の自転によって、地球から見た太陽は星座の間を西から東へ1年間で1周する。
エ 地球の自転によって、地球から見た太陽は星座の間を東から西へ1年間で1周する。

問10 【観測2】を行った日の真夜中に南中する星座は何ですか。図3の星座の中から1つ選び、名称を答えなさい。

問11 【観測2】を行った日から3か月後の真夜中に東の空からのぼる星座は何ですか。図3の星座の中から1つ選び、名称を答えなさい。