

P.16

4 問12

以下の文を、問題文の最後に追加してください。

ただし、山頂をこえたあとから山のふもとまでは、雲は見られませんでした。

令和5年度 入学試験(2月1日実施)

理科

[40分]

[注意事項]

1. 試験開始の合図があるまで、この問題用紙は開かないでください。
2. 試験開始後、解答用紙にシールを貼^はってください。
3. 解答は、すべて解答用紙に記入してください。
4. 解答は鉛筆^{えんぴつ}などで濃^こく記入してください。
5. 問題は1ページ～16ページの合計16ページあります。ページが抜^ぬけていたら、すみやかに手を挙げ、監督^{かんとく}の先生に申し出てください。

東京農業大学第一高等学校中等部

1 2022年、東京の夏は^{もうしょび}猛暑日が過去最高の日数を記録しました。また、熱帯夜も多く、各家庭ではエアコンやせん風機を使用することで暑さをしのいだのではないのでしょうか。

エアコンで使用される電気は発電所から送られてきます。現在の日本では、総発電電力量のうち火力発電の割合が全体の約70%となっています。火力発電は石油や石炭、天然ガスなどを燃焼させたときに生じる熱を使って発電しています。

問1 表1は2022年8月の東京都心(大手町)における最高気温と最低気温を記したものです。なお、最高気温はその日の朝から夕方まで、最低気温は前日の夕方からその日の朝までにおける気温を記してあります。猛暑日と熱帯夜の日数をそれぞれ答えなさい。

表1 2022年8月の東京都心(大手町)における最高気温と最低気温

	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日
最高気温〔℃〕	35.9	35.9	36.1	29.7	27.7	28.8	33.0
最低気温〔℃〕	27.1	27.6	28.2	24.1	21.6	22.3	24.4
	8日	9日	10日	11日	12日	13日	14日
最高気温〔℃〕	33.9	35.7	35.3	34.3	32.0	28.6	33.3
最低気温〔℃〕	26.2	27.7	27.5	26.8	27.0	24.3	23.7
	15日	16日	17日	18日	19日	20日	21日
最高気温〔℃〕	34.0	36.4	32.3	31.1	32.5	31.2	29.0
最低気温〔℃〕	25.9	27.9	26.9	23.4	22.7	23.8	23.8
	22日	23日	24日	25日	26日	27日	28日
最高気温〔℃〕	29.5	33.5	32.7	29.3	31.3	33.9	28.1
最低気温〔℃〕	23.6	24.7	26.3	22.6	24.2	26.5	22.9
	29日	30日	31日				
最高気温〔℃〕	28.0	26.2	32.5				
最低気温〔℃〕	21.1	20.2	22.2				

(気象庁ホームページよりデータ引用)

問2 発電の方法はさまざまです。表2は2010年から2020年までの各年の発電方法の総発電電力量(億kWh)を表にしたものです。

表2 日本の2010年から2020年までの各年の総発電電力量(億kWh)

	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
方法A	2882	1018	159	93	0	94	181	329	649	638	388
石炭	3199	3058	3340	3571	3544	3560	3448	3473	3324	3266	3102
天然ガス	3339	4113	4320	4435	4552	4257	4351	4211	4028	3815	3899
石油	983	1583	1885	1567	1161	1006	999	889	727	641	636
方法B	838	849	765	794	835	871	795	838	810	796	784
太陽光	35	48	66	129	230	348	458	551	627	694	791
風力	40	47	48	52	52	56	62	65	75	76	90
方法C	26	27	26	26	26	26	25	25	25	28	30
バイオマス	152	159	168	182	185	185	197	219	236	261	288

(資源エネルギー庁ホームページよりデータ引用)

- (1) 以下に記してある発電方法A～Cを読み、発電方法の名まえをそれぞれ答えなさい。
- 発電方法A：原子が分裂したときに生じる熱で水を温め、発生した蒸気の力を利用して発電機につながったタービンを回して発電している。
- 発電方法B：水が高いところから低いところへ落ちる力を利用して、発電機につながった水車を回して発電している。
- 発電方法C：地球内部で熱せられた水や蒸気を地上へ取り出し、蒸気の力を利用して発電機につながったタービンを回して発電している。
- (2) 表2に記されている発電方法で、タービンや水車を回さないで発電する方法が1つあります。その発電方法の名まえを答えなさい。
- (3) 火力発電を行う燃料として石油や石炭、天然ガスがあります。そのなかで使われる割合が増加しているのが天然ガスです。天然ガスの使用量が増加している理由として**適当ではないもの**を次のア～エから選び、記号で答えなさい。
- ア. 天然ガスを燃やしたときに発生する二酸化炭素の量が、石油や石炭に比べて少ないため。
- イ. 技術の進歩により、天然ガスが日本でたくさん産出するようになったので、石油や石炭に比べて海外から輸入する量が少ないため。
- ウ. 冷やして液化すると体積が小さくなるので、石油や石炭に比べて貯蔵しやすいため。
- エ. 不純物が少ないので、燃やしても石油や石炭に比べて有毒な気体の発生が少ないため。

問3 火力発電は、燃料を燃やしたときに生じた熱を使ってボイラー中の水を水蒸気に変え、その水蒸気の力によって、発電機のモーターについているタービンを回転させて発電しています。水が100℃の水蒸気になったとすると体積はおよそ何倍になりますか。最も近い値を次のア～オから選び、記号で答えなさい。ただし、水1cm³は1g、100℃の水蒸気1m³は0.578kgとします。

ア. 200 イ. 400 ウ. 850 エ. 1700 オ. 3500

問4 火力発電ではものを燃やしたときの熱を利用して発電しています。ものが燃えるときに必要な酸素は、オキシドール(過酸化水素水)に二酸化マンガンを加えると発生します。また、植物や水にある操作を2つ行っても酸素を発生させることができます。酸素を発生させるために、植物や水に行う2つの操作として適するものを次のア～コからそれぞれ2つ選び、記号で答えなさい。ただし、選択肢は1度しか選ぶことができないものとします。

ア. 鉄を加える イ. 光をあてる ウ. 電気を流す
エ. 熱を加える オ. 塩酸を加える カ. 砂糖を加える
キ. 食塩を加える ク. 石灰石を加える ケ. 水と二酸化炭素を与える
コ. 水酸化ナトリウム水溶液を加える

問5 天然ガスの主成分は、メタンという気体です。この気体はよく燃え、メタン16gが完全に燃焼すると、二酸化炭素が44gと水が36g生じます。このとき、次に示すような変化が起こります。

メタン + 酸素 → 二酸化炭素 + 水

(1) メタン12gが完全に燃焼するために必要な酸素の質量は何gですか。

(2) メタン56gが完全に燃焼すると、二酸化炭素は何g生じますか。

(3) メタンと酸素が混ざっている気体を用意して完全に燃焼させました。燃えた後に残ったものを調べると酸素と二酸化炭素と水があり、その重さの合計は15gでした。15gのうち二酸化炭素の重さが5.5gだったとすると、はじめに用意したメタンと酸素の合計の重さは何gですか。

問6 2020年10月、日本政府は 年までに、カーボンニュートラルを目指すことを宣言しました。カーボンニュートラルの実現に向け、これまでにはない技術革新が必要とされています。そのひとつとして注目されているのが、排出した二酸化炭素を回収して地下深くに貯留する技術である「CCS(二酸化炭素の回収・貯留技術)」とよばれているものです。日本では2016年4月から2019年11月までの間で、北海道苫小牧市の沖合で、大規模な実証実験が行われ、30万トンもの二酸化炭素を貯留することができました。現在は、その経過観察をおこなっています。アメリカでは205,000百万トン、オーストラリアでは16,600百万トンもの二酸化炭素がCCSの技術により貯留されているといわれています。

(1) 空欄に適する年号を、西暦で答えなさい。

(2) カーボンニュートラルの説明として正しいものを次のア～エから選び、記号で答えなさい。

ア. 温室効果ガスの排出量をゼロにする取り組み。
イ. 地球上にある温室効果ガスを宇宙空間に運び出し、地球上にある温室効果ガスを減らす取り組み。
ウ. 温室効果ガスの排出量は国ごとに決め、それ以上の排出を抑えてもらう。しかし、決められた排出量以上の温室効果ガスを排出してしまう国は、排出量の上限に達していない国にお金を支払い排出量を買収することで、地球全体で温室効果ガスの上昇を食い止めようとする取り組み。
エ. 温室効果ガスの排出量から植物、森林などによる温室効果ガスの吸収量を差し引いて、合計を実質的にゼロにする取り組み。

(3) CCSは、二酸化炭素をすき間の多い砂岩の地層内に貯留しますが、そのままではその地層から出てきてしまいます。それを防ぐためには貯留する地層の上に二酸化炭素を通しにくい地層がある場所を探さなくてはなりません。二酸化炭素を通しにくい地層として正しいものを次のア～ウから選び、記号で答えなさい。

ア. れき岩 イ. だい岩 ウ. ぎょう灰岩

- 2 図1はヒトの全身の骨格、循環器官を示したものです。ヒトのからだは、さまざまな形をした200個ほどの骨が組み合わさって骨格をつくることで、その形を保っています。骨格には骨格筋とよばれる筋肉がついていて、筋肉が縮んだり、緩んだりすることで骨格を動かします。筋肉には骨についているもの以外に、内臓につくものもあります。内臓はそれぞれに役割があり、内臓で処理された後のさまざまな物質は循環器官を通して全身に運ばれ、からだをつくったり、からだの調子を整えたりするために用いられます。

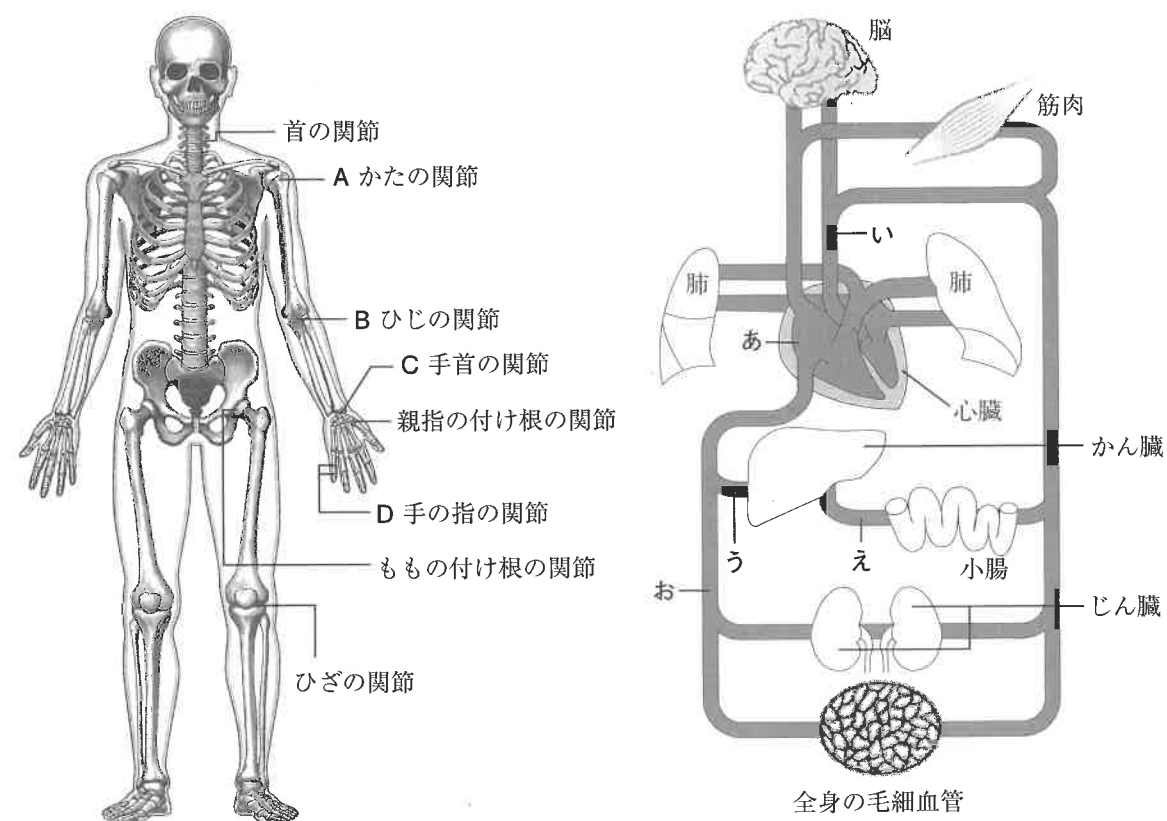


図1

- 問1 動物にはヒトのように背骨がある動物と背骨がない動物がいます。背骨がない動物を次のア～オからすべて選び、記号で答えなさい。

ア. トンボ イ. カエル ウ. カメ エ. ネコ オ. ザリガニ

- 問2 問1のア～オに示した動物のうち、親と子で形が異なる動物を2つ選び、記号で答えなさい。

- 問3 骨格筋の端^{はし}は、白く、光たくがあります。この部分の名まえを答えなさい。

- 問4 内臓のはたらきについて述べた文として正しいものを次のア～エから選び、記号で答えなさい。

ア. 心臓は心室と心房が同時に縮むことで、全身に血液を送る。
イ. じん臓はトリプシンやリパーゼを含む消化液をつくる。
ウ. かん臓は有害な物質であるアンモニアをによう素に変える。
エ. すい臓はからだに不要なによう素などをこしとってにようをつくる。

- 問5 図1の循環器官には心臓と動脈、静脈、毛細血管が示されています。このうち動脈と静脈は、内部のある構造の有無で区別することができます。このことについて述べた文の空欄に適する文または語句を答えなさい。

静脈には(1)ための(2)がある。

- 問6 循環器官を血液が流れる順番として正しいものを次のア～エから選び、記号で答えなさい。

ア. 左心房 → 左心室 → 肺 → 右心房 → 右心室 → 全身 → 左心房
イ. 左心室 → 左心房 → 肺 → 右心室 → 右心房 → 全身 → 左心室
ウ. 右心房 → 右心室 → 肺 → 左心房 → 左心室 → 全身 → 右心房
エ. 右心室 → 右心房 → 肺 → 左心室 → 左心房 → 全身 → 右心室

- 問7 図1のあ～おの血管から栄養分を一番多く含む血液が流れる血管を選び、記号で答えなさい。

関節をつくる骨はほとんどが、一方が凸で、他方が凹になっています。関節の動きは、図2に示すように、凸側の骨の形状によって決まり、それにもとづいて分類されています。凸側の骨の形状が球形をしている球関節は、前後左右に動くことに加え回転することもできるため、最も可動性が高い関節です。だ円形のだ円関節や鞍状のあん関節は、前後左右には動きますが、回転運動はできません。円柱形のちょうばん関節は一方向の運動しかできません。平面になっている平面関節はわずかにずれる動きができるのみで、ほとんど可動性はありません。

図1に示したものの付け根の関節は球関節、親指の付け根の関節はあん関節、ひざの関節はちょうばん関節、首の関節の一部は平面関節です。

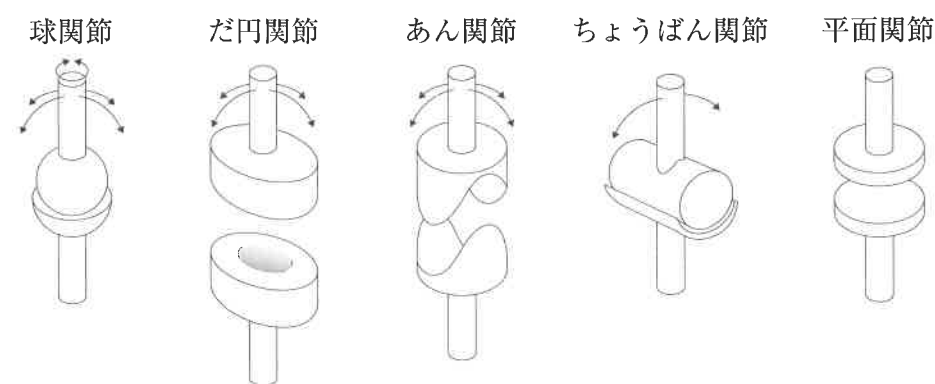


図2

問8 凸側の骨がものの付け根の関節と同じ動きをする関節を図1のA～Dから選び、記号で答えなさい。

骨格を動かすための骨格筋に指令を出すのは主に脳です。脳からの指令は神経を通して骨格筋に伝えられます。神経は神経細胞とよばれる細胞でできており、脳からの指令は神経細胞内を電気刺激として伝えられます。神経と神経のつなぎ目や神経と筋肉とのつなぎ目には隙間があり、この部分での指令は化学物質によって伝えられます。神経細胞内で指令が伝わる速さとつなぎ目で脳からの指令が伝わる速さは、それぞれ異なることが知られています。

神経が指令を伝える速さを調べるために、図3のようにカエルのふくらはぎの筋肉を、神経をつけたまま取り出し、実験を行いました。実験はすべて20℃の室温で行い、温度が一定のとき、神経細胞内で指令が伝わる速さとつなぎ目で脳からの指令が伝わる速さは、それぞれ一定であるものとします。なお、図3のa～dの間に神経と神経のつなぎ目はないものとします。また、1ミリ秒は $\frac{1}{1000}$ 秒です。

実験1 筋肉と神経のつなぎ目a点から3mm離れたb点に電気刺激を加えたところ、1.2ミリ秒後に筋肉が収縮しました。

実験2 実験1と同様にa点から30mm離れたc点に電気刺激を加えたところ、2.1ミリ秒後に筋肉が収縮しました。

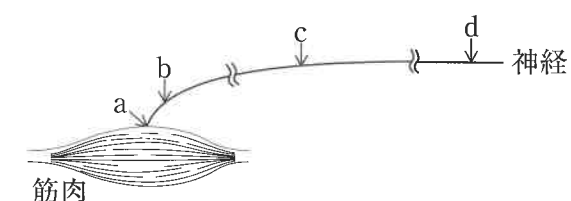


図3

問9 実験1、2で用いた神経細胞内で指令が伝わる速さは秒速何mですか。

問10 実験1と同様に、a点から60mm離れたd点に電気刺激を加えたら、何ミリ秒後に筋肉が収縮しますか。

3 いろいろなものの速さを求めてみましょう。

問1 2021年6月6日、山縣^{やまがたりょうた}亮太選手は100mを9.95秒で走り、日本新記録を樹立しました(2022年4月現在)。このとき、100mを一定の速さで走っていると仮定すると、山縣選手の走る速さは秒速何mですか。小数第三位を四捨五入して、小数第二位まで答えなさい。

打ち上げ花火を少し離れた所から見ると、打ちあがった花火が見えた後に、「ドンッ!」という音が聞こえます。この現象を利用し、音の速さを測定してみましょう。

問2 打ち上げ場所から離れた地点で花火を見ているとき、打ち上げ花火が見えてから、5秒後に音が聞こえました。花火と見ている人の距離が1.7kmであるとき、空気中を伝わる音の速さは秒速何mですか。

海などの水深を測定するとき、音の反射を利用する方法があります。

図1のように船Aと船Bが距離1.8km離れて停泊しています。船Aが水中に向かって音を発生させました。このとき音は四方八方に同じ速さで伝わります。船Bは、船Aが音を鳴らしてから1.2秒後と2秒後の2回、音を観測しました。このとき、空気中には音が伝わらないものとしします。

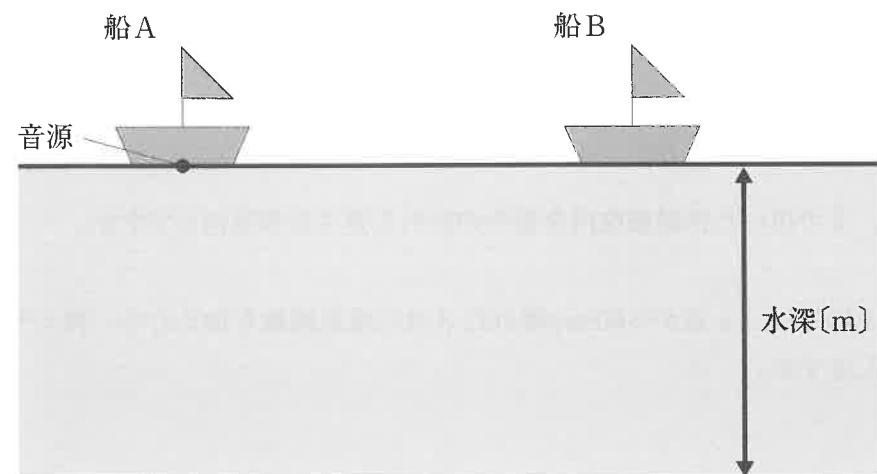


図1

問3 水中での音の速さは秒速何mですか。

問4 図1の水深は何mですか。なお、図1の水深は常に一定であるものとしします。

問5 以下のア～カを速さが速いものから順番に並べたときに、3番目と5番目になるものを、それぞれ選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|--------------|-----------------|-----------|
| ア. 空気中での音 | イ. 水中での音 | ウ. 固体中での音 |
| エ. 山縣亮太選手の走り | オ. 新幹線(時速300km) | カ. 空気中での光 |

光の速さは1秒間の間に地球を7周半することが知られています。そのように速く進む光の速さを実際に測る方法を考えてみましょう。

光の速さを測るために、図2のような装置を考えます。観測者の近くで発せられた光は図2の歯車の歯の間を通過することができ、その入射した光は鏡に反射して戻ってきます。観測者はこの鏡に反射した光を観測します。なお、光が歯車の歯とぶつかると、それ以上光は進むことができません。

歯が250個付いている歯車を、反時計回りに回転させます。回転の速さは自在に変えることができます。また、歯車から鏡までの距離は3kmでした。

最初、歯車は止まっており、少しずつ回転速度を上げていきました。するとあるとき、観測者には反射した光が届かなくなりました。更に、回転速度を上げていくと、再び観測者に反射した光が届くようになりました。このときの歯車の回転速度は、秒速200回転でした。

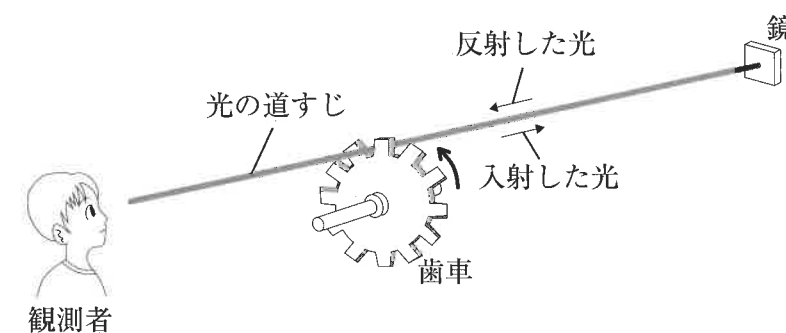


図2

問6 歯車の回転速度が秒速200回転している状態で、図3のように歯A、歯Bの間を通過した光が鏡に反射して歯車まで戻ってきたとき、歯車の歯の位置はどのようになっていますか。次のア～ウから選び、記号で答えなさい。

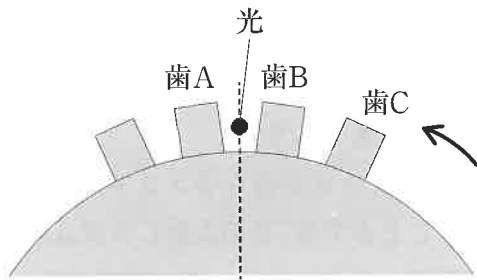
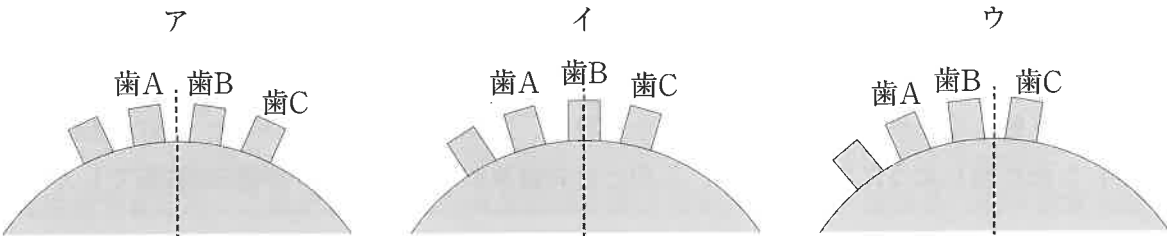


図3



問7 図3の状態、歯Aの位置に歯Bが到達するには何秒かかりますか。次のア～クから選び、記号で答えなさい。

- | | | | |
|----------|-----------|------------|-------------|
| ア. 0.05秒 | イ. 0.005秒 | ウ. 0.0005秒 | エ. 0.00005秒 |
| オ. 0.02秒 | カ. 0.002秒 | キ. 0.0002秒 | ク. 0.00002秒 |

問8 光の速さは秒速何kmですか。

問9 この実験結果をもとに考えると、地球の半径は何kmですか。小数第一位を四捨五入し、整数で答えなさい。なお、地球は球体であり、円周率は3.14とします。

図2の装置を歯が500個付いた歯車に取り換え、歯車から鏡までの距離を5kmとし、同様の実験を行いました。

問10 初めて観測者に反射した光が届かなくなったとき、歯車の回転速度は秒速何回転ですか。また、その後、再び光が観測者に届くようになったとき、歯車の回転速度は秒速何回転ですか。問8で求めた光の速さを用いて答えなさい。

4 宇宙から見る地球は、青く美しい惑星です。その地球の表面で青く光る薄い層が地球の大気圏です。大気とは、地球をとりまく気体のことで、そのほとんどは高度50kmまでの範囲にあり、最下層の対流圏では、大気中の水が大きな役割を果たしています。毎日の天気の変化は、対流圏での大気の運動の影響によるもので、風はその運動そのものです。大気中の水は気体・液体・固体と状態を変えて雲・雨・雪となり、その過程で大きなエネルギーを吸収したり、放出したりしています。

では、大気はなぜ宇宙に逃げてしまわないのでしょうか。それは地球の重力のおかげです。重力とは、簡単にいうと、地球の中心に向かって引っ張られる力のことで、重力があるから、手に持っていたリンゴを離すと地面に落ち、人間が宇宙に飛ばされることもありません。大気も同じで、重力により地球の中心に引きつけられています。

問1 私たちが暮らしている地表付近の大気の組成(水蒸気以外)として、2番目と3番目に多く存在するものをそれぞれ答えなさい。

問2 高いところでは上空の空気が少なくなるので、気圧が低くなります。高い山に登ったときに気圧が低くなったことがわかる例として正しい文章を次のア～エから2つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 沸点が高くなる。
- イ. 沸点が低くなる。
- ウ. お菓子の袋がふくらむ。
- エ. お菓子の袋がしぼむ。

問3 直径30cmの地球儀に、対流圏をつけて表現した場合、対流圏の厚さは何cmになりますか。ただし、地球の直径をa[km]とし、対流圏は地表から高度11kmまでの部分とします。

地球は水の惑星とよばれており、地球上には14億 km^3 の水が存在しているといわれています。地球に存在する水のうち、海水などの塩水が97.5%、淡水が2.5%の割合になっています。淡水は70%が南極・北極等の氷や氷河として存在しており、残りのほとんどは地下水です。つまり、私たちが普段利用している河川や湖沼の水として存在する淡水はごくわずかなのです。

地球表面の水は太陽からのエネルギーをうけて、固体・液体・気体へと状態を変えながら自然界を循環しています(図1)。図1の数値は、1000 km^3 を1として表しており、海の水の量を1365000としたときの、いろいろな場所にある水の存在量の内訳と、循環する水の収支を示したものです。また、矢印の向きは水が移動する向きを表しています。図1の中の□の水の量は変わらないものとして、次の各問いに答えなさい。

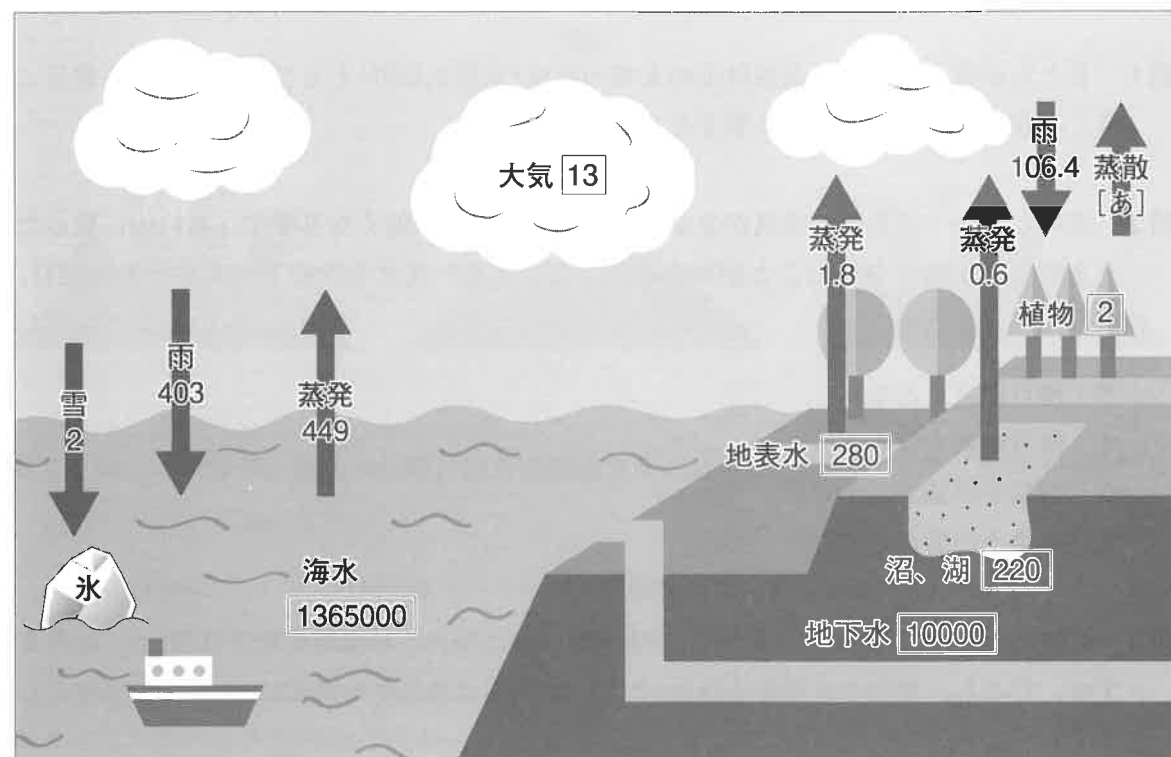


図1 地球上の水の循環

問4 南極・北極等の氷や氷河として存在する水は何億 km^3 ですか。

問5 海上での蒸発量と降水量は異なっています。この差に関する説明として正しいものを次のア～オから選び、記号で答えなさい。

- ア. 降水量が多いので、海の水はどんどん増えていく。
- イ. 蒸発量が多いので、海の水はどんどん減っていく。
- ウ. 降水量が多いので、氷の量が増えて、海の水の量は変わらない。
- エ. 蒸発量が多いので、水蒸気や雲として陸上に運ばれ、降水となって陸地に達して陸に蓄えられ、海の水はどんどん減っていく。
- オ. 蒸発量が多いので、水蒸気や雲として陸上に運ばれ、降水となって陸地に達して河川などの流水となって再び海に戻り、海の水の量は変わらない。

問6 図1の[あ]にあてはまる数字を答えなさい。

空気中に含むことのできる水蒸気の量には限度があり、その量は温度によって変化します。ある温度で空気 1 m³中に含むことのできる水蒸気の最大量をその温度での飽和水蒸気量^{ほうわすいじょうきりょう}といいます。図 2 は温度と飽和水蒸気量の関係を示したものです。

飽和していない空気は、標高が100m上昇するごとに 1℃温度が変化します。ある高さで空気は飽和し、さらに空気が上昇を続けると、空気中の水蒸気は雲となります。雲がつくられているときの空気が上昇すると、標高が100m上昇するごとに0.5℃温度が変化します。

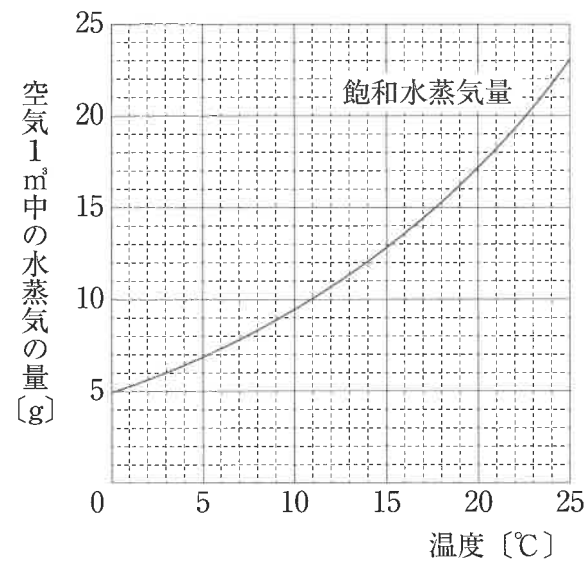


図 2 温度と飽和水蒸気量の関係

また、湿度^{しつど}[%]は次のように求められます。

$$\text{湿度}[\%] = \frac{\text{空気 1 m}^3\text{中の水蒸気量}[\text{g}]}{\text{その温度での飽和水蒸気量}[\text{g}]} \times 100$$

問 7 飽和水蒸気量は温度が低くなるにつれて減少します。よって空気が冷えて、空気に含まれている水蒸気量が飽和水蒸気量を超えると、余分な水蒸気が水滴^{すいてき}になります。このときの温度を何といいますか。

問 8 次の①と②の空気のうち、1 m³中の水蒸気の量が多いものを番号で答えなさい。

- ① 10℃で湿度80%の空気 ② 20℃で湿度50%の空気

問 9 湿った空気が山に沿って上昇し、山頂まで上昇した空気が風下側に下降していくとき、風下側地域の空気は上昇する前の空気^{かんそく}に比べて、高温で乾燥したものとなります。この現象の名まえを答えなさい。

問10 風上側の山のふもと(標高 0 m)に、温度25℃、湿度56%の空気があります。この空気が山に沿って上昇していくと、ある高さで雲ができ始めました。その地点の標高は何mですか。

問11 問10の空気が山に沿ってそのまま上昇を続けたとき、標高1600mの山頂では、空気の温度は何℃ですか。

問12 問11の空気が山頂^こを越えて、山の斜面^{しゃめん}を下りました。風下側の山のふもと(標高 0 m)では、空気の温度は何℃ですか。

令和5年度 入学試験（2月1日実施）理科 解答用紙

1

問1	猛暑日 日	熱帯夜 日		
問2	(1) A 発電	B 発電	C 発電	(2) 発電
問2	(3)	問3	植物	水
問4				
問5	(1) g	(2) g	(3) g	
問6	(1)	(2)	(3)	

2

問1	問2	
問3	問4	
問5	1 2	
問6	問7	問8
問9	秒速 m	問10 ミリ秒後

3

問1	秒速 m	問2	秒速 m	問3	秒速 m
問4	m	問5	3番目 5番目	問6	問7
問8	秒速 km	問9	km		
問10	届かなくなる： 秒速 回転	再び届く： 秒速 回転			

4

問1	2番目	3番目	問2		
問3	cm	問4	億km ³	問5	問6
問7	問8	問9			
問10	m	問11	℃	問12	℃

↓ここにシールを貼ってください↓



23020112

受験番号	氏名