

理科 (その1)

問題用紙が(その1)から(その5)までと解答用紙があることを確かめ、
解答用紙に受験番号を記入しなさい。

第1問 金星の特徴ならびに地球から観察したときの金星の見え方について、以下の各問いに答えよ。

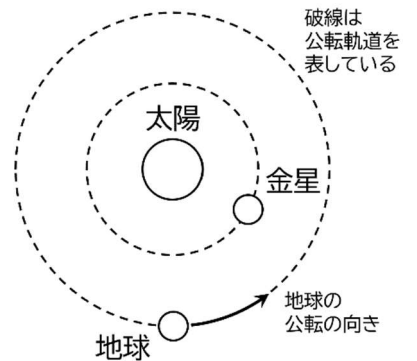
問1 次の文章の空欄(ア)、(イ)にあてはまる語句を漢字で答えよ。

『太陽のように、自ら光を出している天体のことを(ア)という。そして、地球にとっての月のように、惑星のまわりを公転している天体のことを(イ)という。』

問2 金星について述べた文として正しいものを、次のア～オの中から2つ選べ。

- ア 太陽系の惑星の中で、小惑星帯よりも内側を公転する地球型惑星に分類される。
イ 直径は地球の約11倍、質量は地球の約318倍である太陽系最大の惑星で、大赤斑^{だいせきはん}とよばれる巨大な渦がある。
ウ 大気の主成分は二酸化炭素であり、その温室効果により表面の平均温度は500℃近くになっている。
エ 惑星の外周に、小さな岩石や氷のかたまりが連なってできた大きな環が見られる。
オ 自転軸は大きく傾いており公転面にほぼ一致している。

問3 右の図は、ある日における地球・太陽・金星の位置関係と公転軌道を模式的に表したものである。この日の明け方に日本から金星を天体望遠鏡で観察するとどのように見えるか。暗くなる部分を黒で塗りつぶすことで解答欄の図に示しなさい。ただし、この天体望遠鏡は肉眼で観察した像と同じ向きで観察できるものとする。



問4 問3のときに観察できる金星のことを何というか答えよ。

問5 次の文章は、地球から見た金星と月の満ち欠けについて述べたものである。文章中の①～③の()内にあてはまるものを、アまたはイの記号でそれぞれ答えよ。

『金星も月と同じように、地球から見ると満ち欠けをしている。金星が太陽のまわりを公転する向きと月が地球のまわりを公転する向きは①(ア 同じ向き イ 逆向き)であり、かつ金星の公転周期は地球の公転周期よりも短いので、金星と月はそれぞれ完全に満ちた後、②(ア 同じ側 イ 逆側)から欠けていく。また、金星と月のそれぞれで、完全に満ちてから再び完全に満ちるまでの間で見かけの大きさの変化を比べると、金星の方が月よりも変化が③(ア 大きい イ 小さい)。』

問6 金星を真夜中に観察することができない理由を簡単に述べよ。また、金星以外に真夜中に観測することができない太陽系の惑星をすべて答えよ。

問7 日食や月食のように、3つの天体どうしが一直線上に並ぶことによって金星に天体の影がかかる「金星食」と呼ばれる現象が2023年3月24日の夜9時頃に日本の一部地域で観察された。太陽、地球、金星、月のうち、金星食が起こるときに必ず一直線上に並んでいる3つの天体の並び方を、下の例にならって解答欄の図中に記入しなさい。ただし、Sは太陽、Eは地球、Vは金星、Mは月を表しているものとする。

例:月食のとき



または



理科 (その2)

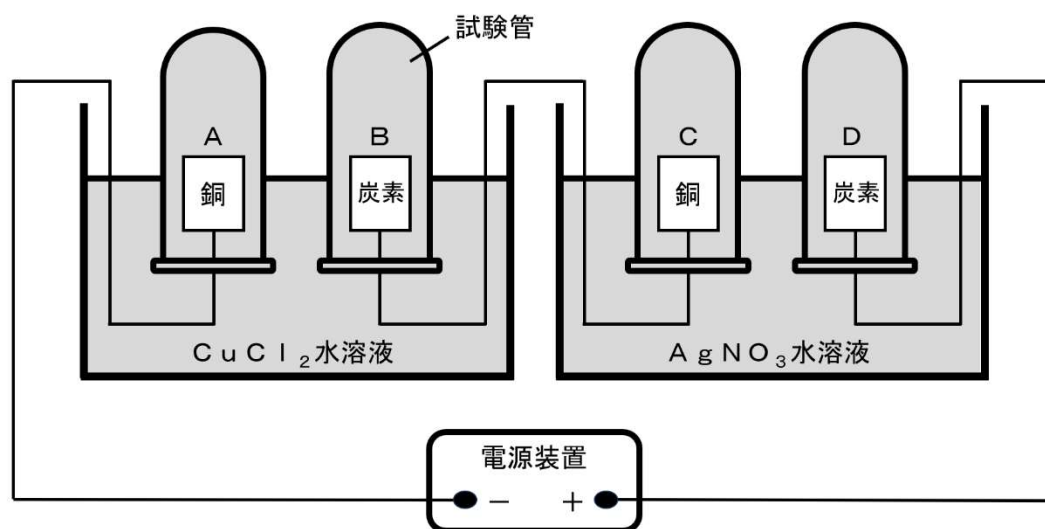
問題用紙が(その1)から(その5)までと解答用紙があることを確かめ、
解答用紙に受験番号を記入しなさい。

第2問 次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

原子は中心の(ア)と、そのまわりに存在している電子からできているが、原子が電子を奪われると(イ)イオンになる。水にとけるとイオンに分かれて、電流を通すことのできる物質を(ウ)という。

(ウ)をとかした水溶液を電気分解すると、分子やイオンに電子を与えたり、電子を奪ったりできる。これを利用して下図の装置のように、(工){ a 陽極 b 陰極 c 正極 d 負極 }に銅電極、もう一方の電極には炭素電極を用いて、塩化銅水溶液と硝酸銀水溶液を電気分解することにした。しばらくすると、(オ)電極Aは重さが増加し、(カ)電極Bでは気泡の発生が観察された。

なお、酸素原子、塩素原子、銅原子の質量は、水素原子の質量のそれぞれ16倍、36倍、64倍であるとする。また、気体の体積はすべて同じ条件で測定したものとする。

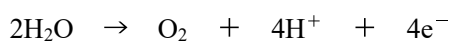


問1 上の文章中の空欄(ア)～(ウ)にはあてはまる語句を答え、(工)は{ }内のa～dから適するものを選び、記号で答えよ。また、下線部(オ)、(カ)の反応を、電子 e^- を用いた化学反応式で示せ。

問2 一定時間電気分解をしたのち、電極Aの重さをはかると、120 mg 増加していた。また、電極B側の試験管にたまった気体の体積は12 mLであった。このとき、電極Bから発生した気体の何%が捕集されたことになるか。なお、1気圧でこの気体12 Lは36 gに相当する。答えが割り切れない場合は、小数第一位を四捨五入して、整数で答えよ。

問3 問2の電気分解の後、電極Cの重さをはかると、408 mgの銀が付着していた。このことから、銀の原子1個は銅の原子1個の何倍の重さがあることがわかるか。答えが割り切れない場合は、小数第二位を四捨五入して、小数第一位まで答えよ。

この装置において、電極Dでは次の反応が起こり、酸素の発生が確認された。



また、発生する気体の量は流した電流の大きさと時間の積に比例し、1 Aの電流を1秒間流したとき、電極Dで発生する酸素の体積は1気圧で0.06 mL、重さは0.08 mgであることがわかっている。

問4 次に、この装置に0.5 Aの電流を一定時間流し続けたところ、あらたに電極Dで24 mLの酸素が発生した。このとき、電流を流した時間は何秒間か。答えが割り切れない場合は、小数第一位を四捨五入して、整数で答えよ。

問5 同じ装置を用い、1 Aの電流を一定時間流し続けたところ、電流を流し始めてから電極Aの重さが64 mg増加した。このとき、電極Dで発生した酸素は何mgか。また、電流を流した時間は何秒間か。答えが割り切れない場合は、小数第一位を四捨五入して、整数で答えよ。

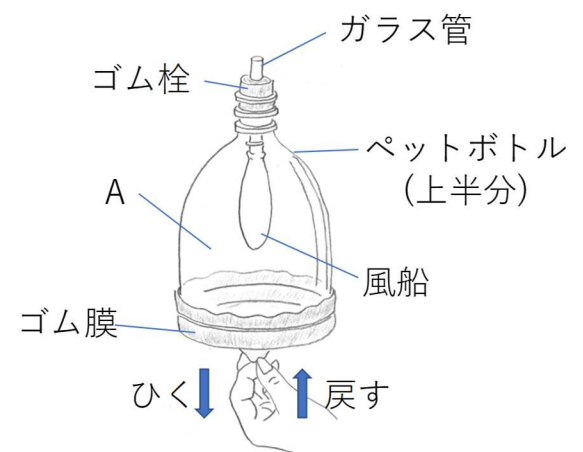
問6 この装置を用いてしばらく電気分解を続けていると、しだいに電流が流れにくくなった。この理由を1つ答えよ。

理科 (その3)

問題用紙が(その1)から(その5)までと解答用紙があることを確かめ、
解答用紙に受験番号を記入しなさい。

第3問 右図は、肺での呼吸のしくみを表す簡単な実験装置である。以下の各問いに答えよ。

問1 図のAおよびゴム膜は、ヒトの体のどの部分を表しているか。その名称を答えよ。ただし、図のAはペットボトル(上半分)と風船の間の空間を示している。



問2 空気をいっぱい吸ってみると、実際の体であれば大きく胸が膨らみ、図でいうペットボトル(上半分)の部分も動くことがわかる。息を吸うとき、ペットボトル(上半分)で想定している体の構造は上に持ち上がるように動いているのか、下に下がるように動いているのかどちらであるか。「上」か「下」かで答えよ。

問3 ギュ膜は実際のヒトでは筋肉の膜を想定している。息を吸うとき、この筋肉は伸びているのか、あるいは収縮しているのか。「伸びている」か「収縮している」かで答えよ。

問4 ギュ膜で想定しているヒトの筋肉の膜を下から見ると3つの孔が見られる。何が通っている孔が見られるのか。通っている管の名称を3つ挙げよ。

問5 風船は肺を表しているが、実際には肺は多くの肺胞から成り立っている。肺の容量は6Lで、その85%を肺胞で埋められているとする。1つの肺胞は直径が0.2mmの完全な球体であると仮定すると、肺胞は計算上何個あると考えられるか。最も近い数値を次のア～カの中から1つ選び、記号で答えよ。ただし、1Lは1000cm³である。

ア 1.6×10⁵個 イ 1.2×10⁶個 ウ 1.6×10⁸個 エ 1.2×10⁹個 オ 1.6×10¹¹個 カ 1.2×10¹²個

肺での酸素の交換は、1回の呼吸での吸気量、呼吸の回数、心臓の拍動数を変化させること以外にも、赤血球中のヘモグロビンというタンパク質の性質によるものがある。ヘモグロビンはより酸素の多い状態で酸素と結合しやすい性質(親和性が高いという)がある。ヘモグロビンは、酸素が多く、二酸化炭素の少ない肺では酸素と結合し、逆に、酸素が少なく、二酸化炭素の多い組織では酸素を手放しやすくなる性質をもつ。座った状態で体内のヘモグロビンの状態を調べたところ、肺では96%のヘモグロビンが酸素と結合し、組織では46%のヘモグロビンが酸素と結合していた。

問6 肺で酸素と結合したヘモグロビンの中で、組織で酸素を放出したヘモグロビンの割合は何%になるか。答えが割り切れない場合は、小数第二位を四捨五入して、小数第一位まで答えよ。

問7 ヘモグロビンの性質を利用して、より多くの酸素を組織で供給するためには、組織においてどのような変化が必要であるか。次の文中の①～③の()の中から適切なものを選び、答えよ。

安静時よりもヘモグロビンの酸素の放出量を増やすためには、組織での酸素濃度は安静時よりも①(高く・低く)、二酸化炭素濃度は②(高く・低く)なる必要がある。また、ヘモグロビンと酸素の結合が分子運動により影響を受けると考えると、安静時よりも組織の温度が③(高い・低い)方が酸素を手放しやすと考えられる。

理科 (その4)

問題用紙が(その1)から(その5)までと解答用紙があることを確かめ、
解答用紙に受験番号を記入しなさい。

第4問 次の先生と生徒の会話を読み、以下の各問いに答えよ。

生徒：先生、質問いいですか。

先生：どうぞ。

生徒：摩擦力の授業を聞いて疑問に思ったのですが、物体を引く力を徐々に大きくしていったとき、物体が動き出す直前の摩擦力つまり最大摩擦力は物体の重さに比例するのではないかと予想しました。実際に実験をしてみて、レポートにまとめましたので見てもらえますか。

先生：わかりました。見てみますね。

生徒：先生、どうでしょうか。

先生：よいレポートだね。最大摩擦力は、高校で習うところだから難しいと思うけどよく書けています。ただし、間違っているところがあるよ。最大摩擦力の大きさは物体の重さに比例するのではなく、実は、お互いの触れ合う面の種類や状態が変わらなければ、最大摩擦力の大きさは垂直抗力の大きさに比例するんだよ。

生徒：そうなんですね。勉強になりました。ありがとうございます。

実験レポート

実験テーマ「最大摩擦力」

目的：最大摩擦力の大きさは物体の重さと比例しているかを調べる。

準備：重さ1 Nの板状のおもり4個、ばねばかり、
板状のおもり4個を入れることができる重さ1 Nの物体A、
重さ10 Nで長さ50 cmの板B

手順：①摩擦のある板Bを水平な床に固定し、物体Aを板Bの上において、ばねばかりを取り付ける。
②ばねばかりを板Bに対して平行にゆっくりと矢印の方向に引き、物体Aが動き出す直前のばねばかりの値を測定する。
③板状のおもり1～4個を物体Aに入れて、方法②を繰り返す。

板状のおもり

物体A

ばねばかり

板B

床

結果：

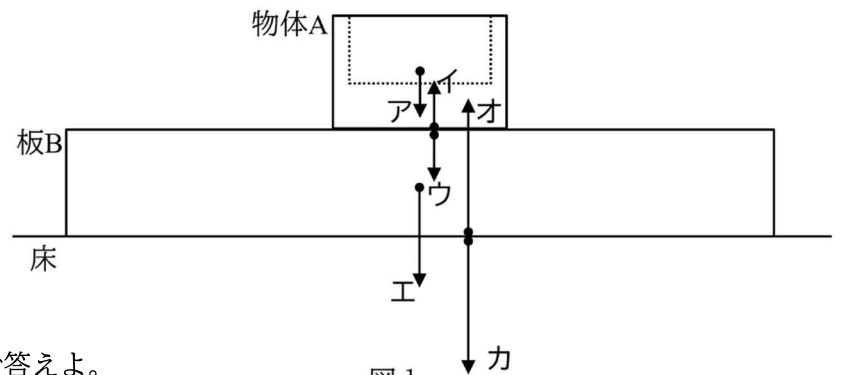
物体Aの重さと おもりの重さの合計 (N)	1	2	3	4	5
ばねばかりの値 (N)	0.9	1.8	2.7	3.6	4.5

*ばねばかりの値は、最大摩擦力の大きさと同じ大きさと考えることができる。

結論：最大摩擦力の大きさは物体の重さに比例する。

問1 図1のように、水平な床の上に板Bを置いて、その上に重さ1 Nの物体Aをのせた。図1の矢印ア～カは物体A、板B、床にはたらく力を図示している。

- ア 物体Aにはたらく重力
- イ 板Bが物体Aを押す力
- ウ 物体Aが板Bを押す力
- エ 板Bにはたらく重力
- オ 床が板Bを押す力
- カ 板Bが床を押す力



- (1) 物体Aにはたらく力をア～カの中からすべて選び、記号で答えよ。
- (2) 板Bにはたらく力をア～カの中からすべて選び、記号で答えよ。
- (3) 作用・反作用の関係にある力はどれとどれか。ア～カの中からすべて選び、記号で答えよ。
- (4) オの力の大きさは何Nか。

問2 図1の状態から、板状のおもり4個を物体Aにいれて（以下、物体A4と表す）、それを板Bの上にのせた。板Bの一方を支点として、板Bをゆっくり傾けたところ、物体A4は板Bに対してすべりださずに、図2のようになった。

- (1) 板Bから物体A4にはたらく垂直抗力の大きさは何Nか。
- (2) 板Bから物体A4にはたらく摩擦力の大きさは何Nか。

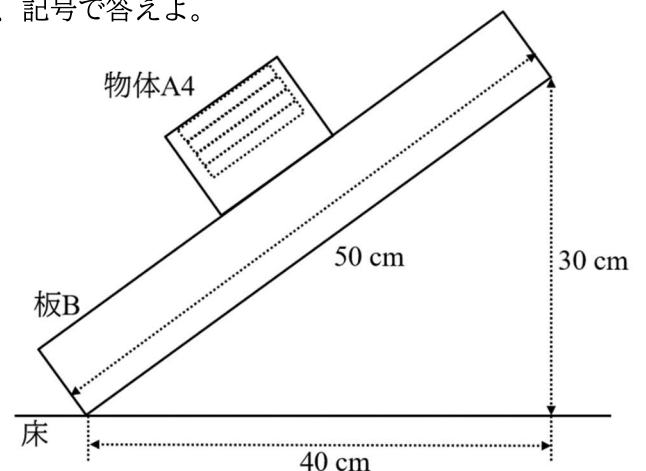


図2

理科 (その5)

問題用紙が(その1)から(その5)までと解答用紙があることを確かめ、
解答用紙に受験番号を記入しなさい。

- 問3 図2の状態から物体A4に図3のようにばねばかりを取り付けた。ばねばかりを板Bに対して平行に矢印の向きに徐々に引いていったところ、板Bに対して物体A4が動きだした。会話文の下線部を参考にして答えよ。
- (1) 物体A4が動き出す直前の板Bから物体A4にはたらく摩擦力の大きさは何Nか。
- (2) このとき、ばねばかりは何Nを示すか。

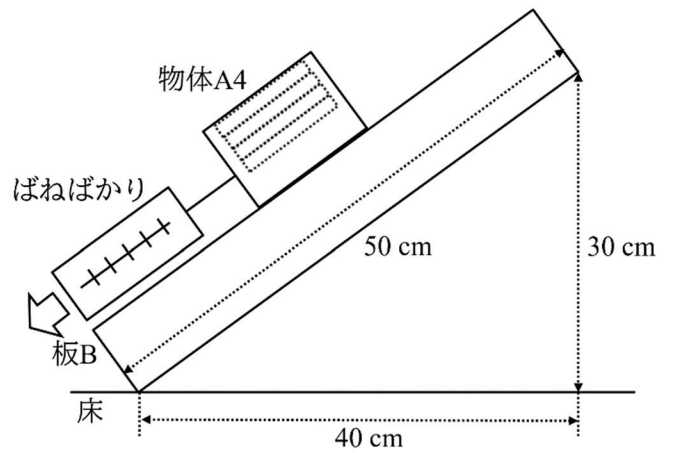


図3

- 問4 図2の状態から物体A4に図4のようにばねばかりを取り付けた。ばねばかりを板Bに対して平行に矢印の向きに徐々に引いていったところ、板Bに対して物体A4が動き出す直前のばねばかりは何Nを示すか。会話文の下線部を参考にして答えよ。

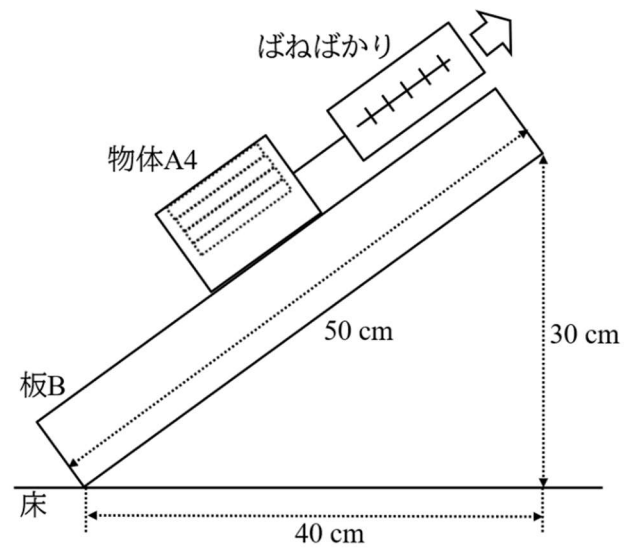


図4

- 問5 図2の状態から物体A4を手でおさえながら、板Bをさらに傾けた。物体A4から手をはなすと物体A4はすべりだし、図5のように板Bの端まですべりおりた。この間の物体A4の力学的エネルギーは「保存される」か「保存されない」かを選び、解答欄に丸を付けよ。また、その理由も答えよ。

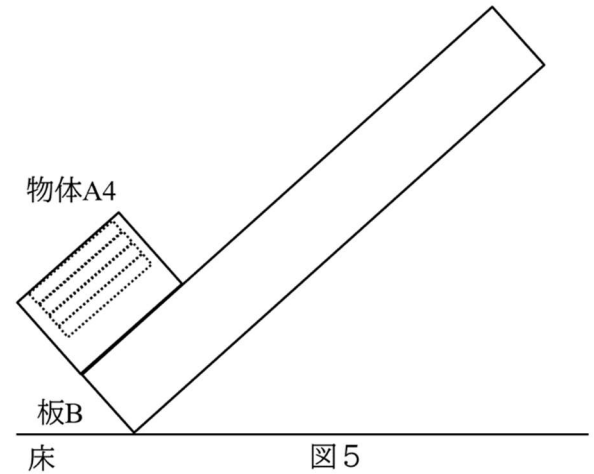


図5