

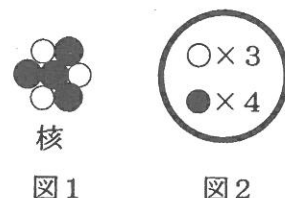
1

わたしたちの身の回りには、すべて原子という、とても小さな粒からできており、原子には様々な種類があります。①日本の理化学研究所が合成した新しい種類の原子の名前が、昨年の12月に国際的に認められました。新しい種類の原子の合成や命名はアジアで初めてのことです。この新しい原子の合成方法のしくみについて考えてみます。

問1 下線部①について、その名前を答えなさい。

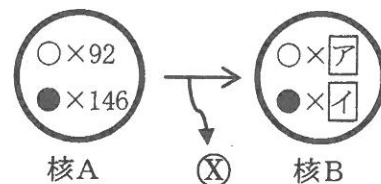
原子の中心には、2種類の粒がくっついてできたかたまりがあり、このかたまりを「核」と呼ぶことにします。1種類目の粒(○とあらわす)は磁石のS極とS極のようにおたがいに反発します。そして原子の種類はこの○の数によって決まります。2種類目の粒(●とあらわす)はおたがいに反発もひきあいもしませんが、核の中では○どうしの反発をおさえ、ひとつのかたまりにすることに役立ちます。しかし、○の性質によって核どうしはおたがいに反発します。

○を2個以上くっつけようとした場合、●がいくつか必要になります。例えば○を3個くっつけようとしたとき、●が4個あると反発がおさえられ、○3個と●4個を右の図1のようにくっつけることができます。この核を右の図2のようにあらわすことにします。



原子の中には、時間がたつと核から○2個と●2個のかたまりが飛び出し、○が2個少ない、別の原子になってしまうものがあります。この現象を「核がこわれる」といい、飛び出した○2個と●2個のかたまりを「粒子X」と呼ぶことにします。

問2 下線部②について、右の図のように核Aが粒子Xを1つ放出して核Bになったとします。右の図の□と□に入る適当な数を答えなさい。



こわれやすい性質を持つ核Cがたくさんあると、核Cは次々にこわれ核Dになります。③こわれずに残った核Cの数を時間がたつごとに調べると、100秒後には最初の50%になっていました。さらに100秒後、つまり最初から200秒がたったときには、核Cはさらに半分の25%になっていました。このように100秒がたつごとに核Cの数は半分に減っていきました(図3)。

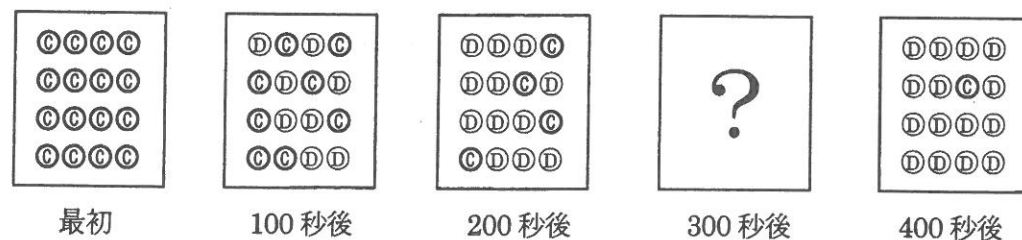


図3

問3 下線部③について、300秒後には、核Cは最初の何%が残っていますか。割り切れない場合は小数第2位を四捨五入して答えなさい。

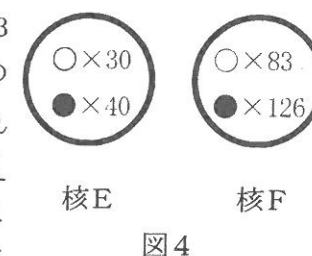
問4 下線部③について、次の文の(a)に入る数としてもっとも近いものを、下のア〜クから選び、記号で答えなさい。

こわれずに残った核Cの数を50秒ごとに調べると、50秒後には最初の(a)%、100秒後には50秒後の(a)%になっていました。

ア. 90 イ. 85 ウ. 80 エ. 75 オ. 70 カ. 65 キ. 60 ク. 55

次に、新しい核を合成する方法を考えてみます。このとき、ある核を別の核にぶつけてひとつの核にするのですが、④一方の核を高速(光速の10分の1程度)で発射しないと他方の核にぶつかりません。また、小さいものどうしなので非常にぶつかりにくい上に、ぶつかったとしても、非常に低い確率でしかひとつのかたまりになりません。

理化学研究所は、右の図4に示した核Eを核Fにぶつけ、○を113個持つ核を合成しました。しかし、○を113個持つ核は1000分の1〜2秒という非常に短い時間でこわれてしまうので直接確認されたわけではありません。⑤●が1つ放出された後に、粒子Xがいくつか連続して放出され、○を105個持つ核が1つだけ確認できたことから逆算した結果、○を113個持つ核を合成したことがわかりました。そしてこれが新しい種類の原子として認められたのです。



問5 下線部④について、核と核をぶつけるために、高速で発射しなければならないのはなぜですか。その理由を答えなさい。

問6 核Fを集めたところに36万個の核Eを発射すると、そのうちの1個が核Fにぶつかり、80兆回ぶつかり、そのうちの1回がひとつのかたまりになるとします。核Fを集めたところに、1秒あたり2兆個の核Eを1000日間発射し続けると、新しい核はいくつできますか。答えが整数にならない場合は、小数第1位を四捨五入して整数で答えなさい。

問7 下線部⑤について、このとき粒子Xがいくつ放出されたか答えなさい。

問8 下線部⑤について、このとき実際に確認できた○を105個持つ核は、●をいくつ持っているか答えなさい。

植物には、日なたを好む植物と日かげを好む植物があります。雑草には日なたを好む植物が多く、約 70%の雑草は、日あたりの悪いときは種子のまま休眠し、光があたるようになるとそれを感じ取り、発芽しはじめます。

問1 日かげに多くみられるものを、次のア～カからすべて選び、記号で答えなさい。

- ア. タンポポ イ. シメジ ウ. スギゴケ エ. ヒマワリ
オ. アブラナ カ. イネ

問2 一般的な植物について、発芽に必要とされる条件を3つ答えなさい。

問3 何年も雑草がしげっていた場所で、雑草をすべてぬいた後に、以下の作業を行いました。数週間後に、土に残っていた雑草の種子が一番多く発芽していると考えられる作業としてもっとも適当なものを、次のア～オから選び、記号で答えなさい。

- ア. 土の表面をバーナーで焼いた。
イ. 土をていねいにほり起こした。
ウ. 葉をよくしげらせている1mほどの観葉植物を植えた。
エ. 砂利を3～5cmの厚さになるように土の上にかぶせた。
オ. 黒いビニールシートを土の上にかぶせた。

問4 次のうち、光の刺激を直接感じる以外の方法で、周囲が日なたとなったことを感じ取って発芽していると考えられるのは、どの特徴を持った種子ですか。次のア～カから2つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 空気中の二酸化炭素の割合が多いと、発芽しやすくなる。
イ. 空気中の酸素の割合が多いと、発芽しやすくなる。
ウ. 水分を一定以上吸収すると、発芽しやすくなる。
エ. 一定以上の高温にさらされると、発芽しやすくなる。
オ. 低温に一定期間さらされると、発芽しやすくなる。
カ. 昼夜の温度差が一定以上に大きくなると、発芽しやすくなる。

日光には、紫外線、青色、緑色、赤色、などさまざまな色の光がふくまれます。また人間の目には見えませんが、赤外線、紫外線もまた日光の中にふくまれています。雑草Xを用い、以下のように植物の発芽と光の種類に関する実験を行いました。ただし、実験AとBであてた光の強さは同じ強さとします。なお、植物は赤色光をあてるとさかんに光合成（光を受けて、吸収した二酸化炭素と水を使って体の中で養分をつくること）を行います。遠赤色光（赤外線的一种）をあてても光合成をほとんど行いません。

実験A 赤色光を1時間あてた種子をプランターにまき、27℃の暗黒下に1週間置き、発芽率を調べたところ、約50%の種子が発芽していた。

実験B 遠赤色光を1時間あてた種子をプランターにまき、27℃の暗黒下に1週間置き、発芽率を調べたところ、1つも発芽しなかった。

実験C 空き地の日なたと他の植物がおいしげる木かげで、赤色光と遠赤色光の強さを調べたところ右の表のようになった。

表 日なたと木かげにおける光の強さ

	赤色光	遠赤色光
日なた	24	16
木かげ	2	10

問5 実験A～Cの結果から考えられること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. 赤色光をあてると、雑草Xの種子は必ず発芽する。
イ. 遠赤色光のみをあてても、雑草Xの種子は発芽しない。
ウ. 木かげでは、赤色光に比べ遠赤色光の方が強い。
エ. 日なたでは、赤色光に比べ遠赤色光の方が強い。
オ. 赤色光は光合成によく利用されるので、木かげに届きやすい。
カ. 赤色光は光合成によく利用されるので、木かげに届きにくい。

実験D 実験Cと同じ日なたと木かげのそれぞれに、雑草Xの種子をまいて一週間後に観察したところ、日なたでは種子が発芽していたのに対し、木かげでは全く発芽していなかった。

実験A～Dの結果から、雑草Xの種子について仮説（仮定される考え）1、2を考えました。

仮説1 木かげでは、赤色光が遠赤色光より弱いので、雑草Xは発芽しない。

仮説2 木かげでは、遠赤色光の有無にかかわらず、赤色光が一定量より弱いので、雑草Xは発芽しない。

問6 赤色光と遠赤色光の2種の光を同時にあてた種子について、実験A、Bのような方法で発芽率を調べました。このとき、木かげと同じ強さの赤色光と、さまざまな強さの遠赤色光をあてました。どのような結果が得られれば、仮説1が正しいと言えますか。次の文の（a）～（c）に赤色光、遠赤色光のどちらかを入れなさい。

実験Dで発芽しなかった（a）の強さで、（b）より（c）が弱いときに、雑草Xの種子が発芽することを確かめられれば、仮説1が正しいと言える。

問7 遠赤色光を、①あてない、②木かげと同じにする、③日なたと同じにする、という3つの条件で赤色光を少しずつ減らし、発芽しなくなる赤色光の量を調べました。その赤色光の量を①～③で比べたとき、仮説2が正しいと言える結果としてもっとも適当なものを、次のア～キから選び、記号で答えなさい。

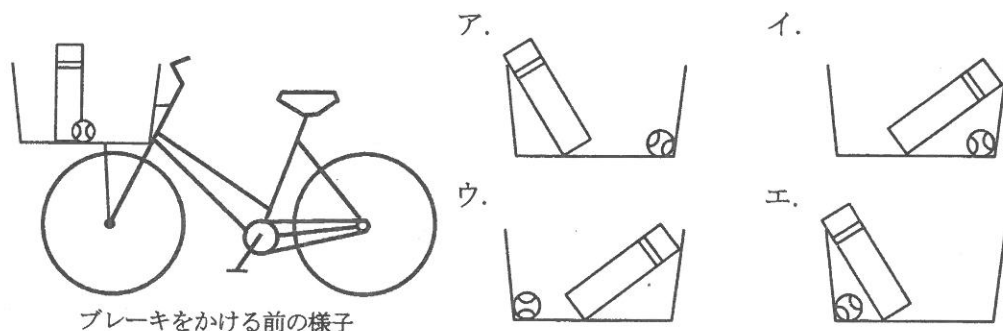
- ア. ①<②<③ イ. ①<②=③ ウ. ①=②<③ エ. ①=②=③
オ. ①>②>③ カ. ①>②=③ キ. ①=②>③

問8 実際に、雑草Xは光の種類を感じるにより、他の植物におおわれていない場所を選んで発芽しています。このような場所で発芽することで、雑草Xは、成長に必要な条件のうち何をより多く得られるようになりますか。2つ答えなさい。

3

ものには、止まっているときにはそのまま止まり続けようとし、動いているときには同じ向き、同じ速さで動き続けようとする性質があります。これを慣性^{かんせい}といいます。例えば、机の上に置かれたえんぴつが勝手に動き出すことはありません。また、走り出した自転車は、こぐのをやめてもしばらく同じ速さで動き続けます。これらは、慣性という性質のためです。

問1 自転車のかごにボールと水とうを入れて出かけました。交差点の手前で強くブレーキをかけたところ、かごに入れたボールが転がり、水とうがたおれてしまいました。ブレーキをかけた直後の水とうとボールの様子としてもっとも適当なものを、次のア～エから選び、記号で答えなさい。



問2 ボールや水とうには触れていないのに、それらがたおれたり、転がったりしたのは慣性のどのような性質のためか答えなさい。

慣性についての実験をしました。まず、2つの人形AとBを、荷物を運ぶときにつかう台車の上や地面にたおれないように固定しました。次に、図1のように台車の上にボールをのせて、台車をすばやく前後に動かしてみました。すると、人形Aとボールとの距離^{きょり}は変わりませんが、人形Bとボールの距離は、台車を前にすばやく動かすと近づき、後ろにすばやく動かすとはなれました。つまり、はじめ止まっているボールは、止まり続けようとする性質があるので、人形Aから見たらボールは止まっているように見えますが、人形Bから見るとボールは勝手に動いているように見えたのです。同じボールを見る場合でも、見る人の立場によって異なって見えることがわかりました。

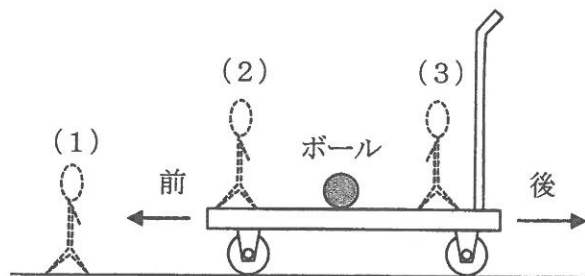


図1

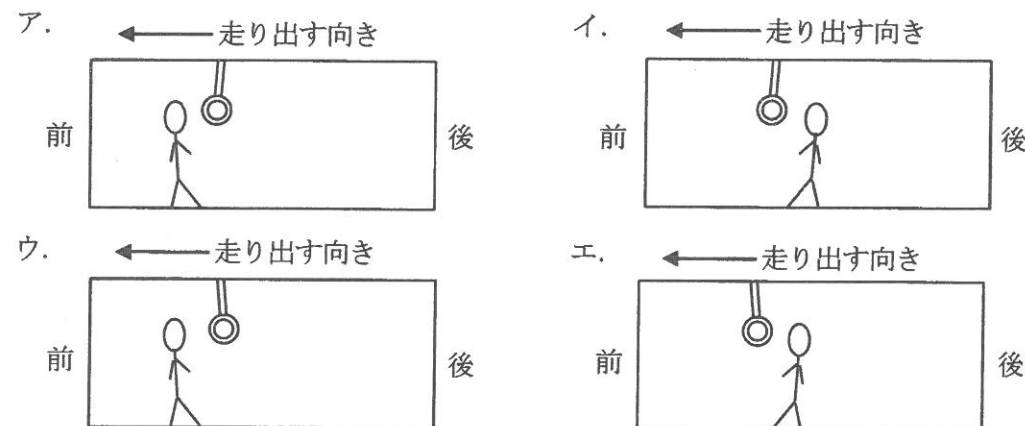
問3 人形A、Bはそれぞれ図1の(1)～(3)のどこに置いたと考えられますか。正しい組み合わせとしてもっとも適当なものを、次のア～カから選び、記号で答えなさい。

- ア. 人形Aが(1)で人形Bが(2) イ. 人形Aが(1)で人形Bが(3)
 ウ. 人形Aが(2)で人形Bが(1) エ. 人形Aが(2)で人形Bが(3)
 オ. 人形Aが(3)で人形Bが(1) カ. 人形Aが(3)で人形Bが(2)

問4 台車を動かしても、ボールの位置が動かないという性質は、家やビルなどの建物を建てる時のある技術に利用されています。その技術は何に備えたものか答えなさい。

電車に乗って車内の様子を観察していると、電車が走り出すときや、電車が止まろうとするとき、つり革^{つりか}が少しだけかたむいていることに気づきました。また、何もつかまらずに立っている人のことも注意深く観察しました。すると、①電車が走り出すとき、速くなっている間は、転ばないようにバランスをとって、片方の足に体重をかけていることがわかりました。人にも慣性があるので、自然にこのような動きをするのです。

問5 下線部①について、電車が走り出しているときの車内の様子を表している絵としてもっとも適当なものを、次のア～エから選び、記号で答えなさい。ただし、電車は図の矢印の向きに進んでいるとします。



問6 バスの車内を観察していると、車内の様子が問5のときと同じになることがあります。それはバスがどのような状態になったときですか。その説明としてもっとも適当なものを、次のア～オから選び、記号で答えなさい。ただし、バスの進む向きは、すべて問5と同じとします。

- ア. バス停で出発する時間を待っているバス。
 イ. ブレーキをかけて止まろうとしているバス。
 ウ. 一定の速さで進んでいるバス。
 エ. 下り坂の途中^{とちゅう}で信号待ちをしているバス。
 オ. 上り坂の途中で信号待ちをしているバス。

さらに、実験を行いました。どんぶりと水そうをたおれないように台車に固定し、どんぶりにはピンポン球を、水そうには水を7分目程度入れました。次に、図2の状態から、矢印の向きに台車を動かします。しばらく一定の速さで台車を動かし続けると、どんぶりの中の球と水そうの水面は、台車が止まっているときと同じで、再び図2のようになりました。次に、②ブレーキをかけ続けると、しばらくして台車は止まりました。

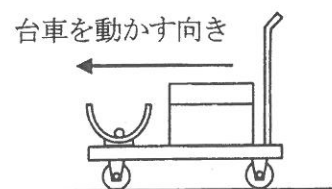
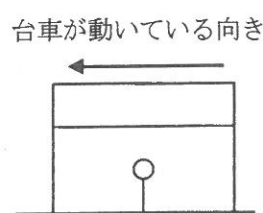


図2

問7 下線部②のように、ブレーキをかけている間のどんぶりの中のピンポン球と、水そうの水面のおおよその様子を、解答らの図中にかきなさい。

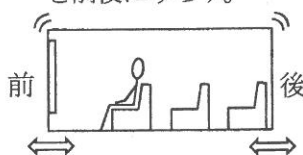
問8 糸の一方にピンポン球をつけ、もう一方を水そうの底に固定しました。さらに、水そうに水を入れると右の図のように水の中で球が止まりました。この水そうを台車に固定し、同じ実験を行ったとき、下線部②のように、ブレーキをかけている間の水そうの様子はようになりますか。水面と糸、球を、解答らの図中にかきなさい。



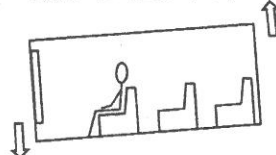
映画館のようにイスに座って映像を見ているだけなのに、急発進をしたり、急ブレーキがかかったりする乗り物に乗っているような気分になれる遊園地のアトラクションがあります。このアトラクションは映像を見ている部屋が実際に動き回るのではなく、映像の内容に合わせてその場で部屋全体を少しだけ動かしています。

問9 このアトラクションで、カーレースをしている車の運転席から見た映像が流れているとします。映像がどのような場面とき、どのように部屋を動かせば実際に車に乗っているように感じるでしょうか。その組み合わせ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。

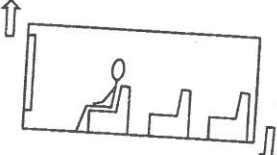
ア. 急発進する場面で部屋を前後にゆらす。



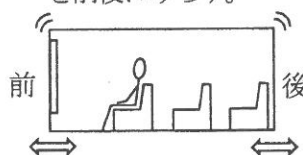
イ. 急発進する場面で部屋を前にかたむける。



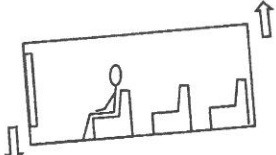
ウ. 急発進する場面で部屋を後にかたむける。



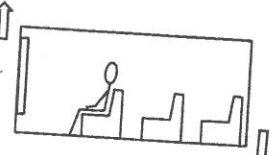
エ. 急停止する場面で部屋を前後にゆらす。



オ. 急停止する場面で部屋を前にかたむける。



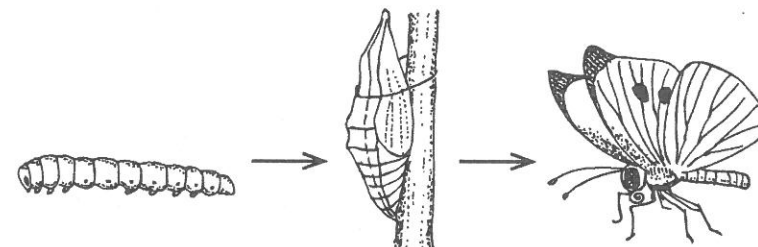
カ. 急停止する場面で部屋を後にかたむける。



4

今の地球には、私たちヒトをふくめて様々な生物が住んでいます。しかし、生物が地球に初めて誕生したとされる約38億年前には、ヒトよりもずっと小さく単純な生物しかいませんでした。今の地球で見られる生物はどれも、子孫を残すときに少しずつ姿を変える「進化」をくり返して登場したものです。

問1 次の図のように昆虫が姿を変える現象を進化とは呼びません。その理由を答えなさい。



生物は進化とともに大きさを変えました。ここで図1のように、ある生物のたて・横・高さの長さが、形をたもってすべて2倍になったとします。すると、体の表面積は(1)倍、体積は(2)倍になります。生物が大きくなるときの体積の増える割合は、表面積の増える割合よりも大きいのです。

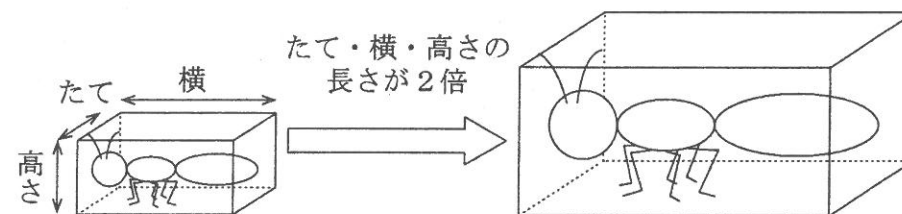


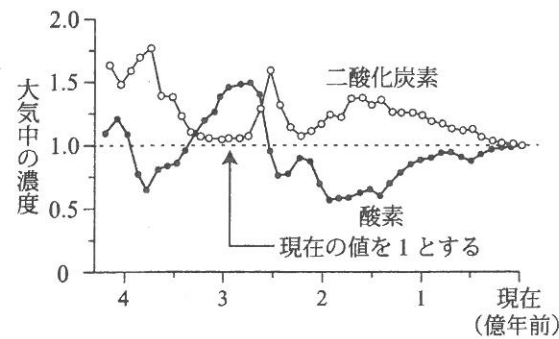
図1

約3億年前の地球には、今では見られない巨大な昆虫が住んでいました。例えば、50～60cmの長さのどう体を持つトンボが化石として見つかっています。昆虫をはじめとする多くの生物は、体を動かすために必要なエネルギーを、酸素を使ってつくり出します。そのため、大きな昆虫はより多くの酸素を必要としました。

昆虫の体内には「気管」という管があみの目のように広がり、昆虫は、気管に流れた酸素をその表面から直接体内に取り入れます。ここで、図1のように昆虫が大きくなったとします。すると、体内に取り入れられる酸素の量は、気管の表面積に比例するので(1)倍になり、活動に必要な酸素の量は、体の体積に比例するので(2)倍になります。大気中の酸素の量が今と変わらずに、昆虫が図1のように変化すると、昆虫は活動に必要な酸素の(3)倍しか吸収できないのです。ところで、①約3億年前には大気中の酸素の量が今の2倍近くだったといわれています。大量の酸素が巨大な昆虫を栄えさせたのかもしれない。

問2 文中の(1)～(3)に入る適当な数を、整数または分数で答えなさい。

問3 下線部①について、右の図は、地球の大気中の酸素と二酸化炭素の濃度変化を、それぞれの現在の値を1としてグラフにしたものです。このグラフから、地球の気温についてどのようなことが考えられますか。次の文の（a）～（c）に入る語句の組み合わせとしてもっとも適当なものを、下のア～クから選び、記号で答えなさい。



約3億年前には、植物の（a）が活発だったために、二酸化炭素の濃度がそれ以前よりも（b）ので、地球の気温は（c）と考えられる。

- | | | | |
|----|--------|---------|----------|
| ア. | （a）光合成 | （b）低かった | （c）低くなった |
| イ. | （a）光合成 | （b）低かった | （c）高くなった |
| ウ. | （a）光合成 | （b）高かった | （c）低くなった |
| エ. | （a）光合成 | （b）高かった | （c）高くなった |
| オ. | （a）呼吸 | （b）低かった | （c）低くなった |
| カ. | （a）呼吸 | （b）低かった | （c）高くなった |
| キ. | （a）呼吸 | （b）高かった | （c）低くなった |
| ク. | （a）呼吸 | （b）高かった | （c）高くなった |

かつての巨大な昆虫は、少なくなった酸素の中では生きていけなくなりました。その一方で、より大きな別の生物が現れます。それはトカゲやヘビと同じハ虫類である「恐竜」です。②恐竜は、昆虫と同じように酸素を必要としますが、酸素を肺で血液にとけこませて全身に運びます。そのため、恐竜は酸素を効率良く吸収し、体を大きくすることができました。これは大きな利点です。生物の体内にたくわえた熱は体の表面から逃げ、生物は冷えてしまいます。生物が大きくなれば体積に対する表面積の比率が（4）になるので、大きくなった生物は（5）なのです。

体が大きいと不利なこともあります。体重が生物の体積に比例し、自分で支えられる体重は足の裏の面積に比例するとします。図1のように体の大きさが2倍になると、足の裏の、ある同じ面積で支えなければならない体重は（6）倍になります。そのため、生物の体の大きさには限界もあったのです。

問4 下線部②について、肺には「肺ほう」と呼ばれる小さな部屋がたくさんあり、ひとつひとつの肺ほうを血管があみの目のおおっています。そのため、肺の体積が同じでも、酸素を吸収する効率は良くなります。このしくみと関係のない現象としてもっとも適当なものを、次のア～エから選び、記号で答えなさい。

- ア. 動物は、胃や小腸にあるたくさんのひだから食べ物を吸収する。
 イ. 動物は、胃や小腸で消化しやすいように歯で食べ物を細かくする。
 ウ. 植物は、葉の表や裏にあいたたくさんの小さな穴から酸素を吸収する。
 エ. 植物は、細かく枝分かれした根から水や栄養を吸収する。

問5 文中の（4）と（5）に入る語句の組み合わせとしてもっとも適当なものを、次のア～エから選び、記号で答えなさい。

- ア. （4）小さく （5）冷えにくく
 イ. （4）小さく （5）冷えやすく
 ウ. （4）大きく （5）冷えにくく
 エ. （4）大きく （5）冷えやすく

問6 文中の（6）に入る適当な数を、整数または分数で答えなさい。

③約2億年にわたって栄えた恐竜も約6600万年前に絶滅してしまいます。恐竜をはじめとするハ虫類の次に栄えたのが、私たちヒトをふくむホ乳類です。④ホ乳類は、ハ虫類より効率良く酸素を取り入れる方法を身につけました。その上、ホ乳類は多くのハ虫類と異なり、体温を一定にたもつことができます。このしくみによって、ホ乳類は気温の低い中でも生き残ることができます。

問7 下線部③について、恐竜が絶滅した原因の1つとして、次のa～dにあげた一連のできごとが生じました。これらのできごとの順番としてもっとも適当なものを、下のア～カから選び、記号で答えなさい。

- a. いくつもの植物が絶滅しはじめた。
 b. 巨大な隕石が地球にしょうとつした。
 c. ちりやほこりによって太陽光がさえぎられた。
 d. いくつもの動物が絶滅しはじめた。

- ア. a→b→c→d イ. a→c→b→d ウ. b→a→c→d
 エ. b→c→a→d オ. c→a→b→d カ. c→b→a→d

問8 下線部④について、ヒトは、肺ほうのしくみ以外にも酸素を効率良く吸収して運ぶつくりやしくみを持ちます。そのつくりやしくみとしてもっともふさわしくないものを、次のア～エから選び、記号で答えなさい。

- ア. お腹をふくらませたり胸をひらいたりすることで肺をふくらませる。
 イ. 皮ふにはたくさんの毛穴がある。
 ウ. 心臓や血管に弁がある。
 エ. 全身をめぐる血液と肺をめぐる血液は混じりあわない。

ここまでの話を聞くと、ヒトはトンボより優れていると思えてしまいます。しかし、ヒトはトンボとちがって飛ぶことができません。血液を使って酸素を全身に運ぶので、ヒトの体は飛ぶには重すぎるのです。進化と聞くと、生物が優れたものに変化するように思うかもしれませんが、進化で生まれるのは「ちがい」であって「優劣」ではないのです。

〈問題はここで終わりです〉

受験番号	
氏 名	

(2017年度)

理 科 解 答 用 紙

1

問1		問2	ア		イ		問3		%
問4		問5							
問6		個	問7		個	問8		個	

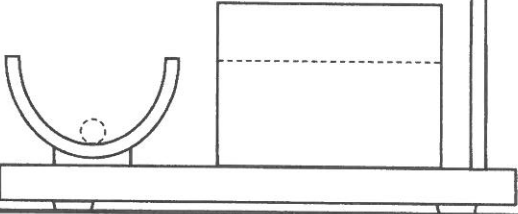
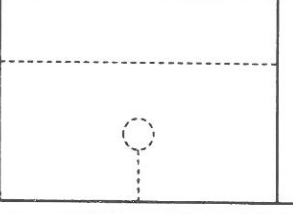
小 計

2

問1		問2							
問3		問4			問5				
問6	a			b			c		
問7		問8							

小 計

3

問1		問2									
問3		問4			問5		問6				
問7	 点線はブレーキをかける前の様子				問8	 点線はブレーキをかける前の様子				問9	

小 計

4

問1												
問2	1		2		3		問3		問4		問5	
問6		問7		問8								

小 計

整 理 番 号

合 計