

平成 24 年 度

理 科

物	理	1 ページ～ 8 ページ
化	学	9 ページ～16 ページ
生	物	17 ページ～24 ページ

注意事項

1. 監督者の許可があるまでは、中を見てはいけない。
2. 問題冊子に欠けている部分や印刷が不鮮明な箇所などがあれば申し出ること。
3. 解答用紙は、物理(その 1, その 2), 化学(その 1～その 5), 生物(その 1～その 4)の 3 科目分を綴ってある。

解答を始める前に、自分の選択する 2 科目に関係なく全科目の解答用紙に必ず受験番号を記入すること。なお、受験票の理科受験科目届の○で囲んだ科目以外を解答した場合は採点されないので注意すること。

4. 解答は、必ず解答用紙の所定の解答欄に記入すること。
5. 問題用紙の余白は、計算用紙として利用してもよい。

生 物

1 次の(文1)を読み、問1から問4に答えよ。

(文1) 私たちは、熱いものに手を触れると思わず手を引っ込める(図1)。こうした動きが無意識に起こるのは、興奮が脳に伝わって感覚が生じる前に、手や足などの筋肉に興奮が伝わるからである。このような反応を反射と呼ぶ。反射を構成する神経の経路を といい、 →感覚神経→反射中枢→運動神経→ となっている。

よく知られている反射の一つに膝蓋腱反射がある。膝の関節のすぐ下をたたくと、膝を伸ばす大腿筋が伸びる。すると筋肉の伸長の である が引き延ばされて興奮する。この興奮は感覚神経によって脊髄に入り、大腿筋につながる運動神経に伝えられ、筋肉の収縮がおこる。このように、脊髄に中枢のある反射を脊髄反射という。脊髄の表層部には 、内部には があるが、これは脳での配置の逆になっている。脊髄の左右にのびた脊髄神経のうち、 は主に感覚神経から、 は主に運動神経からなる。

反射の中枢はさまざま、唾液の分泌の反射中枢は延髄にあり、瞳孔反射の反射中枢は中脳にある。間脳、中脳、延髄を合わせて脳幹と呼ぶ。

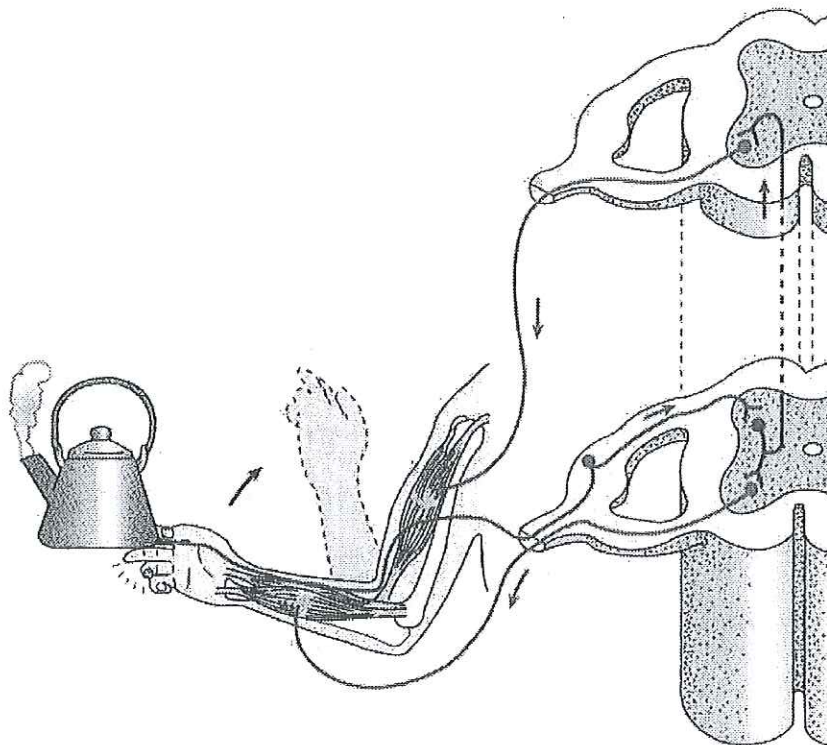


図1 屈筋反射

問 1 文中の A ~ H に入る、最も適当な語を記せ。

問 2 膝蓋腱反射で足が上がるときには、屈筋反射とは異なり、介在ニューロンが存在しない経路によって大腿筋が収縮する。このとき、より足が上がりやすくなるように特定の筋肉の収縮を抑制する反射も起こる。この反射では、大腿筋からの情報は脊髄に存在する抑制性の介在ニューロンにも伝達される。この介在ニューロンは、特定の運動神経とシナプスを作るが、このシナプスはその運動神経の働きを抑制する。図 1 を参考にして、解答用紙の図に、この 2 つの経路と、収縮が抑制される筋肉を書き込め。

問 3 脳死とは、脳幹を含む脳の全ての機能が失われた状態とされている。そのため、大脳の機能が失われても脳幹が機能している状態は脳死とはされない。なぜ脳死の条件として脳幹の機能が失われていることも重要であるのか述べよ。

問 4 外耳道に冷水を注入すると、反射によって眼球が動く。これは内耳が、冷水による刺激によって、頭部の回転と同等の反応をした結果であり、前庭反射と呼ばれる。脳死の判定方法の一つとして、この前庭反射の検査も用いられる。一方で、膝蓋腱反射の検査が脳死判定に用いられることはない。なぜ脳死の判定に前庭反射の検査が有効で、膝蓋腱反射の検査が有効でないのか考え、説明せよ。

2 次の(文2)を読み、問1から問4に答えよ。

(文2) ヒトなどのほ乳類の血液は、血しょうと有形成分からなる。有形成分は、赤血球、、血小板などからなる。赤血球は、金属であるを含んだヘモグロビンというタンパク質を有している。

心臓は、2心房2心室からなり、収縮と弛緩を繰り返す。酸素を多く含んだ血液は、心臓のから大動脈に押し出される。大動脈をたどっていくと、血管は徐々に細くなり、最も細い所では一層の細胞からなるとなる。

では、血液は組織に酸素を渡し、かわりに二酸化炭素を受け取る。

肝臓につながる血管として、大動脈から分岐したと、消化管からのがあり、それらは、酸素やなどを送る。は、肝臓でグリコーゲンに合成され、貯蔵される。

問1 文中の～に入る、最も適切な語を記せ。

問2 図2は、酸素濃度に依存した酸素ヘモグロビンの割合の変化を表したものである。

図中の曲線は、二酸化炭素濃度が低いときのものを示している。

- 1) 周囲の酸素濃度の変化にともない、酸素ヘモグロビンの割合が変化している。このことは生体の機能として好都合である。その理由を述べよ。
- 2) 周囲の二酸化炭素濃度が高い場合の、酸素ヘモグロビンの割合の変化を解答用紙の図に記せ。
- 3) 周囲の二酸化炭素濃度の違いにより、酸素ヘモグロビンの割合が変化する。このことは生体の機能として好都合である。その理由を述べよ。

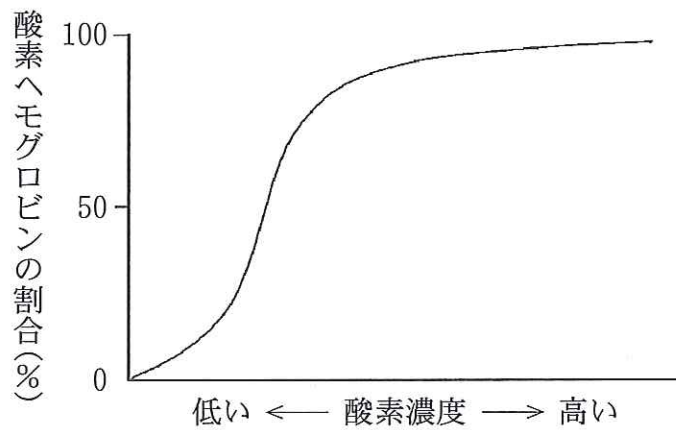


図2 酸素濃度に依存した酸素ヘモグロビンの割合の変化

問3 心臓の拍動数を制御している右心房の部位の名称は何か、記せ。また、上昇した拍動数を下げる神経と、その神経から分泌される物質の名称は何か、それぞれ記せ。

問4 心筋は、骨格筋と同じようなしくみで収縮・弛緩をする。図3は、心筋の細胞内のカルシウムイオン濃度と張力との関係を示している。この図を参考にして、心筋の収縮・弛緩のしくみを、カルシウムイオン濃度と、その調節に関与する細胞小器官、収縮・弛緩に関与するタンパク質の名称を挙げながら180字以内で説明せよ。

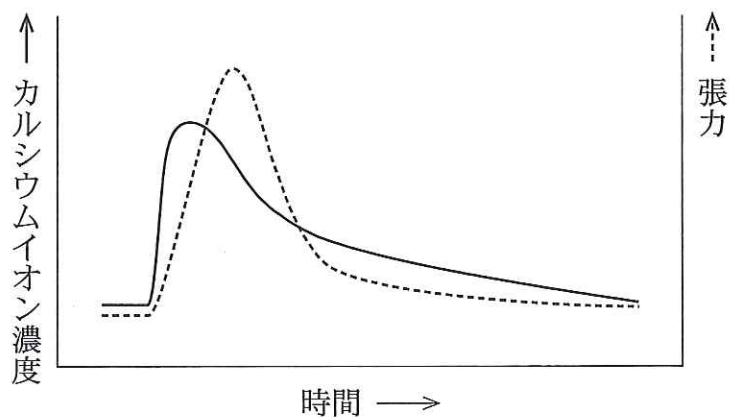


図3 心筋の細胞内のカルシウムイオン濃度と張力の関係

3 次の(文3)を読み、問1から問5に答えよ。

(文3) 個体群—個体—細胞—タンパク質分子—元素，という階層について考えてみよう。それぞれの上位の階層は，下位の階層何個から構成されているだろうか。

地球上の総人口は，およそ 7×10^9 人(7×10 の9乗 人)である。ヒトの細胞は半径およそ 5×10^{-6} mであり，比重を1として計算すると1個当たりおよそ 5×10^{-10} gになる。血しょうなどの細胞外の成分を除外して，体重の半分が細胞全体の重さとする，体重60 kgのヒトでは，およそ 6×10 の 乗個の細胞があることになる。簡単のため1個の受精卵から2倍になる分裂を繰り返して増えたとすると，平均的には 回程度は分裂していることになる。この分裂に際して通常，遺伝情報は正確に自己複製される。細胞には，神経細胞や心筋細胞のように，生後ほとんど分裂しないものもあり，またアカや髪として脱落したり死んだりするものもある。遺伝情報は，核酸でできたゲノムとして，細胞小器官である核内に格納されている。ヒトゲノムはおよそ 3×10^9 塩基対ある。細胞小器官には他にもミトコンドリア， などがある。細胞小器官を作る生体分子としては，核酸の他にもタンパク質や などがある。タンパク質の平均分子量を 3×10^4 とすると，アボガドロ数からタンパク質1分子は，およそ 5×10^{-20} gになるので，細胞内のタンパク質の重量%を10%として細胞1個あたりのタンパク質は，およそ 1×10 の 乗個あることになる。タンパク質を構成する元素は，水素，酸素， などであり，1タンパク質を構成する元素の数は 1×10^4 個程度である。

以上の概算をまとめると，ヒトにおいては，1個体の総細胞数 \gg 総個体数 $>$ 1細胞の総タンパク質個数 \gg 1タンパク質を作る元素の数となり，1個体の総細胞数が，最初に挙げた階層の中で最も要素数の多い階層であることがわかった。

(ただし，アボガドロ数は 6×10^{23} である。)

問 1 文中の , , に入る, 適当な整数を記せ。

問 2 に入る細胞小器官の例を 3 つ記せ。

問 3 に入る分子の例を 2 つ記せ。

問 4 に入る元素の例を 3 つ記せ。

問 5 下線にあるように遺伝情報はほぼ正確に自己複製されるのにもかかわらず, 1つの受精卵から筋肉や神経といった異なった組織が形成される。そのしくみを, 極性, 誘導, 転写, 維持, といった用語を用いて説明せよ。

4 次の(文4)を読み、問1から問6に答えよ。

(文4) 地球が誕生し8億年経って生命が誕生したとすると、生命の歴史は 億年もあることになる。地球上に最初に誕生した生物は、現存するバクテリアに酷似した 生物である。その後、誕生と死を繰り返しながら、生物は生命を維持するだけでなく、変化しながら多様にその姿を変えてきた。およそ20億年前には、酸素を放出する 生物も誕生した。

(1) およそ5億4千万年前から始まる になると、水中の酸素濃度はさらに高まり、生物が好気呼吸を行う上で有利な環境ができあがった。その後、植物が陸上に進出したことで、大気中の酸素濃度が高くなり、動物が陸上に進出できる状態になった。

多様に進化した生物の分類の基礎は、リンネ(Carolus Linnaeus)により確立された。学名には、 語が用いられている。たとえば、桜のソメイヨシノ⁽³⁾は、*Prunus yedoensis* Matsum.(prunus ; スモモ, プラム, yedoensis ; 江戸の), そしてカバは、*Hippopotamus amphibius* Linnaeus(hippo ; 馬, potamus ; 河, amphibius ; 水陸両生の)である。Matsum. は Matsumura の略で、Matsumura と Linnaeus は命名者名である。

ヒトは、*Homo sapiens* Linnaeus という。ヒトは、霊長目(サル目)に属し、その祖先は、白亜紀の終わりの原始食虫類にさかのぼる。ヒトの直接の祖先は、およそ20万年前の に生息していた集団であると考えられている。

問1 ~ に入る最も適切な語句を記せ。

問2 下線部(1)のように、地球の酸素濃度をおよそ20億年前から上昇させた生物の名前を挙げよ。また、その生物がどのようなことを行って酸素濃度を上昇させることになったのか、その生物が用いた材料と生産物にも言及して説明せよ。

問 3 下線部(2)のように、酸素濃度が上昇することで、なぜ動物の陸上進出が可能になったのか述べてよ。

問 4 下線部(3)の *Prunus* や *Hippopotamus* は分類上のどの階層か、記せ。また、*Prunus*, *Hippopotamus*, *Homo* のそれぞれ似たものをまとめて一つ上の階層とすると、それぞれ Rosaceae, Hippopotamidae, Hominidae とされる。これらは、分類上のどの階層か、記せ。

問 5

E

 に入る場所の名称として、最も適当な大陸名を記せ。

問 6 原始食虫類の形態は、現存のツパイに似ていたと考えられている。ヒトの、からだ全体の模式図を描き、その形態的特徴として、原始食虫類と顕著に異なる部分 5 ヶ所を矢印で示し、文章で説明せよ。