

※理科は物理・化学・生物から1科目選択

試験時間 90分

[注意事項]

- 試験時間は90分である。
- 問題は、6ページまでである。
- 受験番号および氏名は、問題用紙の表紙と各科目ごとの問題用紙(6か所)にも記入すること。
- 解答は問題用紙の解答欄に記入すること。
- 理科は物理、化学、生物から1科目を選択して解答すること。
上記の「理科選択科目」欄で選択する科目を○印で囲むこと。
- 解答はどの科目から始めてもよい。
- 問題用紙をはがさないこと。
- 終了後、問題用紙は机の上に置いておくこと。
持ち帰ってはいけない。

英語

I 次の英文を読み、設問に答えなさい。

The whale's closest living relative is the *1hippopotamus, according to new genetic research. The suggestion comes from scientists who have developed a new way of tracking an animal's evolutionary history through DNA sequences.

"Hippopotamuses and whales share several specialized aquatic adaptations, including lack of hair and *2sebaceous glands, and underwater vocalizations that are apparently communicative," writes Masato Nikaido at *3the Tokyo Institute of Technology. These shared characteristics have been interpreted as examples of (ア) convergence — both species developed the same features independently while adapting to life in the water. "In fact, our study shows that the two animals have (イ) the similarities because they share a common ancestor," says Professor Nikaido.

But just what that ancestor could be is more of a mystery now than before. "These studies provide a useful and important new source of data but (ウ) they are not magic bullets," say other biologists.

[出典: BBC News | Sci/Tech | Hippo is whale's cousin <<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/434566.stm>> (accessed 2010-08-16)]

注: *1hippopotamus 「カバ」 *2sebaceous glands 「皮脂腺」
*3the Tokyo Institute of Technology 「東京工業大学」

- 問1 下線部(ア) "convergence" とはどのようなことか。文中に書かれていることを参照して、日本語で答えなさい。
- 問2 下線部(イ) "the similarities" はどのような点か、文中にあげられている例をすべて日本語で答えなさい。
- 問3 下線部(ウ) "they are not magic bullets" とは具体的にどのようなことか、日本語で説明しなさい。
- 問4 英文の概要を最もよく伝える一文を選び、日本語に訳しなさい。

II 次の英文を読み、最後の文のようになったゲームの状態を図で表しなさい。

To play tic-tac-toe, first you must draw a grid. You can do this by drawing two vertical lines and then drawing two horizontal lines across them. You now have a grid with nine spaces. One player puts an X in any square, and then the other player puts an O in one of the open spaces. The goal of the game is to be the first player to have three marks (X or O) in the same line.

[出典: Keith S. Folse, *Intermediate Reading Practices*, Revised Edition (The University of Michigan Press, 1993), p.111. ISBN 0-472-08206-X]

III 次の英文を読み、下記の設問に答えなさい。

Today we use pens all the time without thinking too much about them. However, there was a time when writing was quite difficult because such instruments did not exist. From the eighth to the eighteenth centuries, people wrote with (ア) quills. A quill is a bird feather. Most quills were strong goose or swan feathers. In the 1700s, (イ) metal pens were invented. These pens had a metal point, called a nib, which was connected to a wooden holder. Like quills, metal pens had to be dipped in ink quite often in order to write.

The (ウ) fountain pen, which can be refilled, was invented in 1884 by L. E. Waterman. A fountain pen has a supply of ink in it and a permanent steel point. Ink constantly flows to the point so it is unnecessary for the writer to stop writing every few words to dip the pen. This made writing more enjoyable. The (エ) ballpoint pens used today were first sold in 1945. They also have their own supply of ink inside. However, the ink is somewhat thicker and oilier than regular ink. This pen has a small metal ball that turns when the pen is moved across a sheet of paper.

[出典: Keith S. Folse, *Intermediate Reading Practices* (p. 91 and p. 111), The University of Michigan Press. (c) by the University of Michigan 1985, 1993 Reproduced with permission.]

- 問1 下線部(ア) "quills" は何で作られていたかを日本語で述べなさい。
- 問2 下線部(イ) "fountain pen" を表す日本語を漢字三文字で書きなさい。
- 問3 本文中の下線部(ア)～(エ)の4種類のペンを2種ずつのグループに分け、()内に記号で解答し、そう分けた理由を日本語で説明しなさい。
- 第1グループ=()と()。第2グループ=()と()。
- 理由:

数学

注意: 解答の過程も記すこと。

- 問題1. 3次方程式 $2x^3 + 3ax^2 - a - 6 = 0$ が異なる3個の実数解をもつような定数 a の値の範囲を求めよ。
- 問題2. 条件 $a_1 = 2, a_{n+1} = \frac{a_n}{2 + a_n}$ ($n = 1, 2, 3, \dots$) によって定められる数列 $\{a_n\}$ がある。
- (1) a_3, a_4, a_5 を求めよ。
- (2) 数列 $\{a_n\}$ の一般項を求めよ。

物理

次の各問について、空所()を埋めて文章を完成せよ。

I 図1のように、水平面と角度 θ [rad] をなす傾斜がある。この斜面上で水平面から高さ h [m] の点Pに、質量 m [kg] の小物体Aを静かに置いたところ、Aは斜面上をすべりはじめた。ただし、Aと斜面との間の動摩擦係数を μ 、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

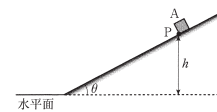


図1

- 問1 Aが斜面上をすべり下りている間、Aの受ける摩擦力の大きさは() [N] である。
- 問2 Aが斜面上をすべり下りている間、Aの加速度の大きさは() [m/s²] である。
- 問3 Aがすべりはじめた後から T [s] だけ経過したとき、Aはまだ斜面上を運動していた。このとき、Aの位置は点Pから距離() [m] だけ離れたところにある。
- 問4 問1の摩擦力の大きさを F [N] とおくと、Aが水平面に達するまでに摩擦力がAにした仕事は、 F を含む式で表すと() [J] である。
また、水平面に達した瞬間のAの速さを F を含む式で表すと() [m/s] である。

II 20Vの電圧を加えると80Wの電力を消費するニクロム線Rがある。ただし、ニクロムの抵抗率の温度係数は0とし、有効数字は2桁とする。

- 問1 Rに20Vの電圧を加えたときに流れる電流の大きさは() [A] であり、Rの抵抗値は() [Ω] である。
- 問2 Rに10Vの電圧を加えたとき、消費電力は() [W] である。
- 問3 Rに2.0Aの電流を60秒間流したとき、発生するジュール熱は() [J] である。
- 問4 Rを切断して長さをもとの() 倍にすると、10Vの電圧を加えたときの消費電力は80Wになる。ただし、Rは一樣で断面積が一定であるとすると。

化学

I 0.1 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を用いて、0.1 mol/L 酢酸水溶液および0.1 mol/L 塩酸それぞれ10 mLに対して中和滴定を行う。これに関する次の問1～問3に答えよ。

- 問1 水溶液中での酢酸の電離平衡を表す反応式を書け。
- 問2 滴定開始前における酢酸水溶液中の水素イオンの物質と塩酸中の水素イオンの物質が異なる理由を述べよ。
- 問3 滴定開始前における酢酸水溶液中の水素イオンの物質と塩酸中の水素イオンの物質は異なるが、中和滴定が終了するまでに要する水酸化ナトリウム水溶液の体積は等しい。その理由を述べよ。

II イオン半径に関する次の問1、問2に答えよ。

問1 同族元素であるリチウムとナトリウムは1価の陽イオンになる。これらのイオン半径の大小関係を、不等号の左右にイオン式を書いて示せ。

>

問2 O²⁻, F⁻, Na⁺, Mg²⁺ はいずれも10個の電子をもつ。これらのイオン半径の大小関係を、問1と同様に示せ。また、その大小関係になる理由を述べよ。

> >

理由

生物

I ヒトでは、体内に侵入した異物は2種類の免疫系の働きにより取り除かれる。これらの免疫系が働く仕組みについて、(ア)体内に侵入したジフテリア菌を除去する際に起こる反応、(イ)移植組織を拒絶する際に起こる反応、をそれぞれの例にして、以下の(1)～(3)の指示に従って説明しなさい。(ア: 180字以内、イ: 150字以内)

(1) (ア)と(イ)の記述の冒頭に、それぞれの免疫反応の名称を明記すること。

(2) (ア)と(イ)の記述にはそれぞれ、異物が除去されることまでの仕組みを含めること。

(3) T細胞とマクロファージは、(ア)と(イ)の両方の記述に含めること。

II ヒトにおいて、外界の温度変化が中枢で感知されて体温が調節される仕組みについて、以下の(1)と(2)の指示に従って説明しなさい。(250字以内)

- (1) 外界の温度が上昇した場合と低下した場合の両方について記述すること。
- (2) 次の内容を必ず含めること。
・体温調節の中枢の名称 ・関与する2種類の神経の名称 ・関連するホルモン2種類の名称と作用