

1. Read the passage and answer the following questions in English.

Walt Disney, the famous cartoonist who founded the Disney Empire, had a dream of creating a magical place where children and their parents could experience the fantasy world of Disney. Before construction of the "Magic Kingdom", as it was to be called, could begin, three problems had to be solved: what the park would consist of, where it would be built, and how to pay for it.

Initially, Walt Disney thought that 8 acres would suffice. Walt had time to reconsider this plan because in 1941 World War II broke out and his plans were put on hold. By 1953 Disney realized that he would need at least 100 acres to construct his dream park. The financiers from whom Disney hoped to get the money to build the park were not as enthusiastic about the idea, so Disney turned to his TV show "Disneyland" to promote the project. He purchased a 160-acre site in Orange County, California and in 1953 construction began.

His idea was to build five areas within the park. Main Street would offer a revival of the small town American ideal; Adventureland would take the visitors to the exotic lands of Asia and Africa; Frontierland would offer a glimpse of the pioneer days of American history; Fantasyland, which features a Sleeping Beauty castle and a fantasy village, would be the place where "dreams would come true"; Tomorrowland would offer a look at the future. The cost of the "Magic Kingdom" began at 9 million dollars and swelled to 17 million before it opened on July 17, 1955 after two years of construction.

Opening day was not without its problems. Local residents protested the park, considering it a neighborhood disturbance. A strike by plumbers created a drinking water shortage so few fountains were available. The temperature on opening day was an unbearable 38°C and the asphalt on the walkways was melting, trapping the pointy heels of ladies' shoes. Nearly 30,000 counterfeit tickets were discovered to have been used at the gates. Nevertheless, the "Magic Kingdom" became a reality. At the age of 53, Walt Disney fulfilled his dream.

After only two years, Disneyland was profitable. From 1955 to 1965, 50 million visitors passed through the gates. Today, Disney Inc. includes parks in Tokyo, Paris, and Orlando, a cruise line in the Bahamas, and a film and television empire.

Questions

- A. Why did Walt Disney build the "Magic Kingdom"?
- B. Before building the "Magic Kingdom", what three problems had to be solved?
- C. What event delayed Disney's building plans?
- D. How many acres did Disney initially think he would need for the Kingdom and how many did he actually purchase?
- E. How did Disney promote the "Magic Kingdom" project when he had trouble finding money to fund it?
- F. Name the five areas or lands of the "Magic Kingdom".
- G. How many years did it take to build the "Magic Kingdom" and at what final cost?
- H. Describe the four major problems on opening day.

2. A, B の文章の大意を、それぞれ句読点も含めて日本語 100 文字以内で要約せよ

A. Have you ever wondered why brothers and sisters look alike, or why children often have the same eye color as one or both of their parents? Why does a puppy grow up to look like a dog and not a rabbit? Why are people born with ten fingers and not more or fewer? These mysteries are explained by the science of genetics.

The cells of all living things contain something called DNA. This is a double strand of nucleotides that makes up genes, which can be thought of as the blueprint for life. The human body contains over 100 trillion cells, and each cell includes a copy of this genetic blueprint. The genes in a cell tell it how to grow and what kind of cell to become. By following the genetic code of a human being, all of our cells know just how to grow and fit together with other cells so that the entire product is a human being. Every plant and animal has its own set of basic genetic data that is unique to that organism. That is why puppies grow up to be dogs and not kittens or birds.

Even though all humans have the same basic genetic blueprint, which gives us all one head, two eyes, two ears and a nose, we also have differences in our genetic code. Very long chains of DNA exist within each one of our cells. These chains are called chromosomes. Although all healthy human beings have 46 chromosomes, the information within your chromosomes is unique to you. This is why no two people in the world look exactly alike. The only exception to this is identical twins, who have the exact same DNA makeup. Before you were born, you inherited 23 chromosomes from your mother and 23 from your father. Because of this, you look like your mother in some ways and your father in others.

注: DNA デオキシリボ核酸 nucleotide 核 strand らせん構造 trillion 兆 chromosome 染色体

B. People used to walk everywhere before cars were invented. A trip to a neighboring town could take hours and sometimes even days. In those days, inns were not for vacationers as they are today. Instead, they were a place where weary travelers could rest for the night before continuing on their journey the next day. Then came horses. Traveling by horse was certainly a lot faster than walking. But, buying a good horse, feeding it, and keeping it healthy took a lot of time and money.

In the 21st century, people seem to have all but forgotten that walking is a mode of transportation. And how many people do you know who ride their horse to the supermarket? Nowadays, almost everybody has come to rely on the luxury and convenience of cars. We drive our cars to work, to go shopping, and to almost any other place we need to go during our busy days. We even drive our cars to go exercise! How much sense does that make?

Convenience, however, comes at price. Almost one million people are killed every year in fatal car accidents worldwide. The average American living in a city spends about 60 hours per year stuck in traffic jams. But, the worst problem caused by cars is the pollution they create. Cars and trucks emit carbon dioxide gas. This gas and other heat-absorbing gases, such as methane and ozone, are called greenhouse gases. Industrialization compounded with the vast number of cars and trucks on the road these days is a major factor that has caused greenhouse gases to increase dramatically over the past century. The result is a gradual but very real change in our climate referred to as global warming.

There are now over 600 million cars in the world! To accommodate all of these cars, we have been sacrificing vast amounts of our natural greenery in recent decades to build more and more roads and highways. Have you ever looked out an airplane window over a city and noticed that you see almost nothing but roads and highways? Will we be able to stop this growth before our entire planet is nothing more than one giant infrastructure of road systems?

Protecting our environment starts with grassroots education. Each and every one of us needs to be aware of how we impact the environment and more importantly how we can lessen this impact. The damage you and I cause to the environment by driving our cars just a few miles each day may not seem like much at all. However, when we consider that there are billions of people driving every day, every year, we can start to see the big picture. How can you lessen your impact on the environment? How many times do you drive per day? How many of these trips could be made on foot or by bicycle instead of by car?

問題1 $A = \begin{pmatrix} 1 & -2 & -3 \\ -3 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 2 \\ 0 & 3 & 1 \\ 0 & 3 & 0 \end{pmatrix}$ とするとき, 次の計算をなさい。

(1) AB , (2) A^2

問題2 次の微分方程式の一般解を求めなさい。また, 初期条件 $y(0) = 0$ を満たす特殊解も求めなさい。

$$y \frac{dy}{dx} = e^x$$

問題3 $z = -1 + \sqrt{3}i$ とするとき, z を極形式で表して z^6 を求めなさい。ここで, i は虚数単位を示す。

問題 1 (一般物理学)

以下の文の空欄に当てはまる語句、数値、記号または式を答えなさい。

なお必要ならば以下の物理量の記号および数値を用いなさい。ただし、数値計算が必要であるにもかかわらず与えられていない数値（たとえば真空中の光速： c の値など）については有効数字2桁までは常識として既知とします。

重力加速度の大きさ： g 、真空中の光速： c 、電気素量： e 、気体定数： R 、
プランク定数： $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s}$ 、電子の静止質量： $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{kg}$ 。

(1) 速さ V で走っている自動車が、一様なブレーキをかけて、止まるまでに l だけ走った。このときの加速度の大きさは $(ア)$ である。

(2) 1.0 kg のおもりを吊るすと 20 cm 伸びる軽いばねがある。このばねを滑らかな水平面上に置き、一端を固定し、その反対側に質量 490 g の物体を衝突させたところ、物体はばねをまっすぐに押し縮めながら 20 cm 進んで一旦停止し、それから再び戻って、衝突前と同じ速さでばねから離れていった。このばねのばね定数 k は $(イ)$ N/m であり、衝突前の物体の運動エネルギー K は $(ウ)$ J である。次に、ばねにこの物体を吊るし、ばねが伸び縮みしない位置で物体を静かに離したところ上下に振動をした。このときの振幅 A は $(エ)$ cm で、周期 T は $(オ)$ s である。

(3) 比熱比 γ が 1.5 の気体がある。 0°C のこの気体に圧力をかけて、断熱的に体積を $1/4$ に圧縮したところ、気体の温度は $(カ)$ $^\circ\text{C}$ になった。

(4) ある可逆熱機関は、与えた熱量の $1/8$ を仕事に変えることができる。この低温熱源の温度をさらに 60 K だけ下げると、その効率は2倍になる。可逆熱機関のはじめの高温熱源の温度は $(キ)$ K であり、低温熱源の温度は $(ク)$ K である。

(5) 焦点距離が 20 cm の薄い凸レンズから 60 cm 離れた所にある高さ 5 cm の物体の像は、レンズから $(ケ)$ cm の所にできて、その大きさは $(コ)$ cm である。

(6) コンデンサに加えることができる電圧には限界があって、この限界を超えて電圧を加えてはいけぬ。この電圧を耐電圧という。いま、耐電圧が 200 V のコンデンサ C_1 (電気容量 $4.0 \mu\text{F}$) と、 300 V のコンデンサ C_2 (電気容量 $5.0 \mu\text{F}$) を直列に接続し、電源装置に接続する。このとき電源装置から与えることができる電圧は最大 $(サ)$ V までであり、コンデンサ C_1 に蓄えられるエネルギーは最大 $(シ)$ J である。

(7) 抵抗値 30Ω の抵抗と 40Ω のリアクタンスを直列につないだ回路に、実効値 200 V の正弦波交流を加えると、回路の平均消費電力は $(ス)$ W である。正弦波交流の電圧を 100 V に変更すると平均消費電力は $(セ)$ 倍になる。

(8) 質量 m [kg]、電荷 q [C] の粒子が、磁束密度 B [T] の磁場の中で、速さ v [m/s]、半径 r [m] の円運動をしている。このとき B は他の物理量と $B = \boxed{\text{(ソ)}}$ という関係がある。粒子が電子で、 $v = 1.0 \times 10^6$ m/s、 $r = 2.0$ m の場合 B の値は $B = \boxed{\text{(タ)}}$ T である。磁束密度の単位 1 T を SI (国際単位系) の基本単位を使って表すと $1 \text{ T} = 1 \boxed{\text{(チ)}}$ である。

(9) 仕事関数が 2.00 eV の金属に、波長が 500 nm の光を当てるとき放出される電子の最大エネルギーは $\boxed{\text{(ツ)}}$ eV である。

(10) $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \boxed{\text{(テ)}}$ 。1 Ci(キュリー) は 1 g の Ra の放射能にほぼ等しい。

(11) $1 \text{ u} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg} = \boxed{\text{(ト)}}$ eV。

問題 2

以下の [II A] (力学)、[II B] (熱力学) のどちらか一方を選んで解答しなさい。

解答用紙内を適当に区分し、それが何番の解答かを明示して解答しなさい。

[II A] (力学)

質量が M で長さが L の細い棒が、水平で摩擦のない面上に静止している。質量が同じく M の小さなパテのかたまりが速さ v で棒に直角に動いてきて、棒の一端にあたって、非常に短時間の非弾性衝突をして、これにくっつく。以下の問いに答えなさい。

- (II A-1) 衝突の前後における全体の系の質量中心の速さ V を求めなさい。
- (II A-2) 衝突直前に、棒の中心に対して、全体の系の質量中心が持つ角運動量 l を求めなさい。
- (II A-3) 衝突後の、パテがついた棒の質量中心のまわりの慣性モーメント I を求めなさい。
- (II A-4) 衝突の直後の、(パテがついた棒の質量中心のまわりの) 棒の角速度 ω を求めなさい。
- (II A-5) 衝突によって失われた運動エネルギーは衝突前のエネルギーの何%か求めなさい。

[II B] (熱力学)

の状態方程式 (1 mol)

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$

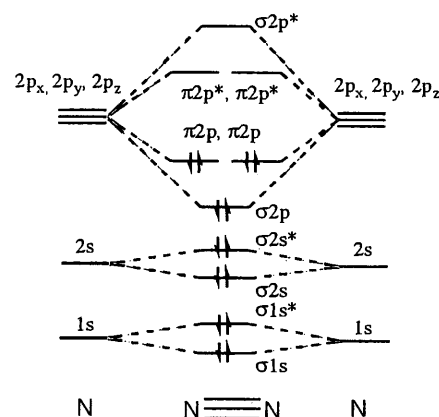
(a 、 b は正の定数) に従う気体がある。以下の問いに答えなさい。

- (II B-1) の中に入る人名を答えなさい。
- (II B-2) この式を $p = f_1(T, V)$ の形に表しなさい。
- (II B-3) T が一定のとき、 p と V の関係を示すグラフに極大、極小があるとすれば、それを与える V の値を決める式を求めて、 $T = f_2(V)$ の形に表しなさい。
- (II B-4) V は $b < V < \infty$ で定義されるが、この区間で $f_2(V)$ の最大値 T_c を求めなさい。 T が T_c より大きい場合と小さい場合について、それぞれ $p-V$ 曲線 ($b < V < \infty$) がどのような曲線になるか、簡単に述べなさい。
- (II B-5) この気体の温度を $T (> T_c)$ に保ったまま、等温的に体積を V_A から V_B まで膨張させるとき、外になされる仕事 W を求めなさい。

問題 1

(1) N_2 , O_2 分子について以下の間に答えなさい。

- ① O_2 分子の基底状態の分子軌道のエネルギー図と電子配置を右図の N_2 分子の例にならって示しなさい。
- ② 基底状態において N_2 は磁性を持っていないが、 O_2 は磁性を持っている。その理由を説明しなさい。
- ③ O_2^+ の解離エネルギーは O_2 のそれよりも大きいのに対し、 N_2^+ の解離エネルギーは N_2 のそれよりも小さい。その理由を説明しなさい。



(2) 1 mol の CH_4 を容器にとり、温度を一定に保ったまま体積を 1 dm^3 から圧縮した時、その圧力は右図のように変化した。この図について以下の間に答えなさい。

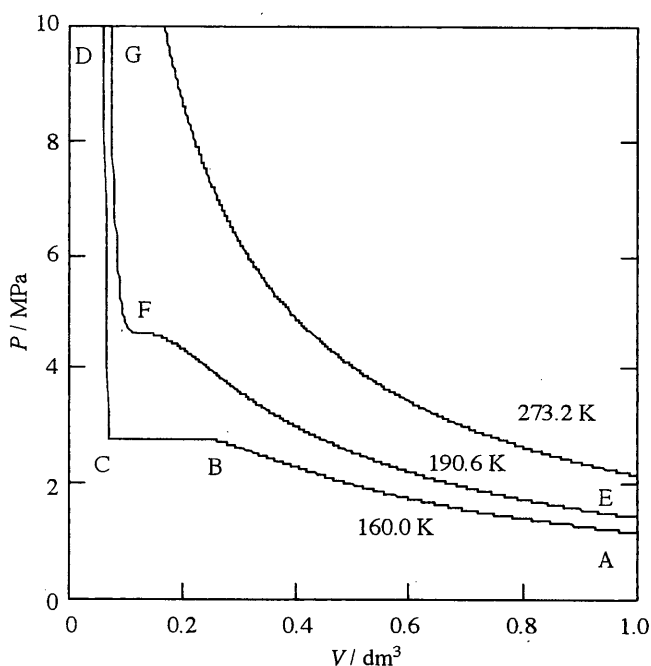
- ① 温度 160.0 K での圧縮過程 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ における CH_4 の状態の変化を説明しなさい。
- ② 気体の温度を 160.0 K から 190.6 K まで上げると、その体積-圧力曲線は $B \rightarrow C$ の様な変化は示さなくなり、一つの変極点 F を示すような変化をした。この時の温度をなんと呼ぶか答えなさい。
- ③ 温度 273.2 K における体積-圧力曲線は

$$PV = RT$$

ではなく、

$$\left(P + \frac{2.29}{V^2}\right)(V - 0.0248) = RT$$

に従った変化を示した。 CH_4 の体積-圧力曲線が $PV = RT$ には従わない理由を説明しなさい。



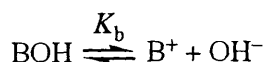
(3) 物質 A が一次反応 (反応速度定数 k_1) で B を生成する反応 $A \rightarrow B$ と B が一次反応により A を生成する逆反応 $B \rightarrow A$ (反応速度定数 k_{-1}) が同時に進行している。時間 $t=0$ において、反応系中には物質 A のみが濃度 $[A]_0$ で存在していたとして以下の間に答えなさい。

- ① 物質 A, B に対する反応速度式をそれぞれ書きなさい。
- ② 物質 B の濃度 $[B]$ を時間の関数として表しなさい。計算の過程も示しなさい。
- ③ 反応時間が十分に経過すると、物質 A, B の濃度は見かけ上変化しない平衡状態となる。この時の物質 A, B の濃度 $[A]_{eq}$, $[B]_{eq}$ と平衡定数 K を $[A]_0$, k_1 および k_{-1} を用いて表しなさい。

問題2

(1) ヒトの血液と等しい浸透圧を示す NaCl 水溶液のことを生理食塩水という。体温 36°C のとき血液の浸透圧が $7.70 \times 10^5 \text{ Pa}$ であるならば、生理食塩水の中に含まれる NaCl のモル濃度はいくらになるかを計算しなさい。必要であれば以下の値を用いなさい。気体定数 $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

(2) 弱塩基 BOH は水中で次式のように解離し、その塩基解離定数 (K_b) は $1.78 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$ である。

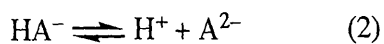
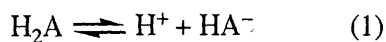


いま BOH の水溶液と、BOH と塩酸との塩である BCl の水溶液を混合して、pH が 9.55 である緩衝液を調製した。この緩衝液について以下の問に答えなさい。

- ① この緩衝液中に存在する BOH と B^+ との濃度比 ($[\text{BOH}] / [\text{B}^+]$) を計算しなさい。
- ② この緩衝液 1.00 dm^3 に対して固体の NaOH を 12.0 g 溶解したところ、溶液の pH は 10.55 まで増加した。NaOH を加える以前の緩衝液中に含まれる BOH と B^+ の濃度をそれぞれ計算しなさい。

ただしここでの溶液はすべて理想溶液とし、NaOH の溶解による溶液の体積変化は無いものとし、必要であれば以下の値を用いなさい。 $-\log K_b = -\log (1.78 \times 10^{-5}) = 4.75$, $10^{0.3} = 2.00$, NaOH の分子量: 40.0

(3) 弱酸である二塩基酸 H_2A は、水溶液中で下の (1), (2) 式に示すように二段階に解離して HA^- と A^{2-} を生じる。また A^{2-} は二価の金属イオン M^{2+} と水に難溶な塩 MA を生成する。 H_2A とは異なる強酸 HB を用いて pH を 4.0 に調整した HB の水溶液に対する塩 MA の溶解度 (mol dm^{-3}) を求めなさい。ただし塩 MA の溶解により溶液の pH は 4.0 から変化しないものとし、さらに HB の解離により生じる B^- や溶液中の OH^- は、 M^{2+} とは反応しないものとします。必要であれば、この実験条件下での以下の値を用いなさい。MA の溶解度積 ($K_{sp, \text{MA}}$): $1.0 \times 10^{-22} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$, (1) 式の酸解離定数 (K_{a1}): $1.0 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$, (2) 式の酸解離定数 (K_{a2}): $1.0 \times 10^{-15} \text{ mol dm}^{-3}$



問題1 次の文章を読み、問1～問6に答えなさい。

高等動物の体はさまざまな細胞から構成されている。興奮性細胞には2つのタイプがある。一つは神経細胞であり、もう一つは(A)である。神経系の機能単位はニューロンと呼ばれる。典型的な運動ニューロンは(B)、細胞体、軸索をもち、(B)を介して他のニューロンからの入力信号を受け取り、細胞膜上でこの信号を統合する。軸索は(A)や腺細胞のような効果器や、他のニューロンに出力信号を伝達する。この軸索の末端部分が他の効果器やニューロンと連絡する部分は(C)と呼ばれ、(C)部分における信号の伝達は化学物質によって行われる。末梢神経系の軸索はシュワン細胞によって取り囲まれており、シュワン細胞のもつミエリン鞘はおよそ1.5mmごとにランビエの絞輪で区切られていて、軸索を電氣的に絶縁するのに役立っている。

問1. (A) ~ (C) に当てはまる最もふさわしい語を記しなさい。

問2. ヒトの神経繊維のうち、最も伝導速度が速い繊維の伝導速度はどのくらいであるか、下の(ア)～(エ)から選び、記号で答えなさい。

(ア) 120-200 m/秒, (イ) 60-80 m/秒, (ウ) 20-30 m/秒, (エ) 5-10 m/秒

問3. 神経細胞が興奮状態に無いときでも細胞の内外には電位差が生じている。この電位を何と呼ぶか記しなさい。また、細胞内部をマイナス、細胞外部をプラスとするとき、この電位のおおよその範囲はどれか、下の(ア)～(エ)から選び、記号で答えなさい。

(ア) 10-40 mV, (イ) 2-10 mV, (ウ) -10 - -30 mV, (エ) -70 - -90 mV

問4. 神経細胞が興奮すると、細胞膜上に存在する電位依存型チャネルが活性化され、細胞外にあるイオンが細胞内へ入り込み、脱分極と呼ばれる現象がおき電位が生じる。このとき細胞内に入り込むイオンは何か、またこの電位は何と呼ばれるか答えなさい。

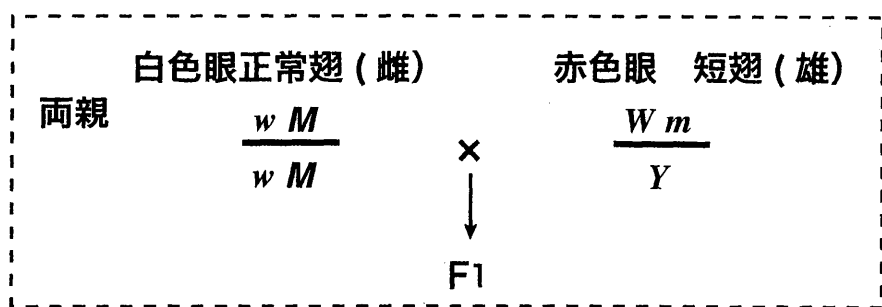
問5. 二重下線部の化学物質について、適切なものを下の(ア)～(エ)から全て選び、記号で答えなさい。

(ア) アセチルコリン, (イ) イノシン酸, (ウ) アドレナリン, (エ) グルタミン酸

問6. ミエリン鞘が存在することは神経における信号伝達にどのような意義があるか、記しなさい。

問題2 次の文章を読み、問1～問3に答えなさい。

ショウジョウバエの性染色体の構成は雌(めす)ではXXであり、雄(おす)ではXYである。X染色体上には眼の色に関する遺伝子(W)と翅(はね)の長さに関する遺伝子(M)が連鎖して存在している。いま、下図に示すように白色眼正常翅の雌と赤色眼短翅の雄をかけ合わせてF1世代を作成した。線の上に書かれた対立遺伝子は一本の染色体に存在するものであり、下側の対立遺伝子は、その相同染色体に存在することを示す。



優性遺伝子は大文字で、劣性遺伝子是小文字で示してある。

- 問1. 図で示された両親のかけ合わせによってできるF1世代の雌の遺伝子型を示しなさい。また、このF1世代の雌の眼の色、翅の長さはどうか記しなさい。
- 問2. 次に、このF1世代の雌と白色眼短翅の雄を掛け合わせ、F2世代を644個体得た。F2世代の内訳は、①赤色眼・正常翅(114個体)、②白色眼・正常翅(226個体)、③赤色眼・短翅(202個体)、④白色眼・短翅(102個体)であった。これらの表現型のうち組換え型はどれか、該当するものの番号を記しなさい。また、組換え頻度は何%になるか、小数点第2位を四捨五入し小数点第1位まで求めなさい。
- 問3. このような組み換えが起こる原因は、生殖細胞を作るときのある特殊な細胞分裂が原因である。この生殖細胞を作るときに見られる細胞分裂は何と呼ばれるか答えなさい。