

数 学

前期日程

注意事項

1. 試験開始の合図があるまでは、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題用紙は4ページで、問題は4問あります。全問に解答しなさい。
解答は解答用紙に記入しなさい。表面に書ききれない場合は、裏面を使用してもよいが、その場合は必ず表面に「裏面に続く」と記入しなさい。
3. 解答用紙は4枚(その1～その4)あります。
4. 受験番号を、すべての解答用紙の受験番号欄(1枚につき2ヵ所)に正確に記入しなさい。
5. 試験中に問題用紙及び解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁、汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
6. 試験時間は120分です。
7. 各設問に記載した配点は、200点満点の場合の配点です。なお、一般入試B方式(理科重点)では200点満点を150点満点に換算します。一般入試A方式(数学重点)、帰国子女入試及び私費外国人留学生入試の満点はそれぞれ200点です。
8. 試験終了時に、監督者の指示に従って、すべての解答用紙を提出しなさい。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

1

関数

$$f(x) = \sin x + \frac{1}{2} \sin 2x + \frac{1}{3} \sin 3x$$

について、以下の問いに答えよ。

(配点 50)

- (i) 導関数 $f'(x)$ を求めよ。
- (ii) $\cos(\alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta)$ を $\cos \alpha, \cos \beta$ を用いて表せ。
さらに、 $\cos(\alpha + \beta) - \cos(\alpha - \beta)$ を $\sin \alpha, \sin \beta$ を用いて表せ。
- (iii) $0 < x < \pi$ の範囲で、方程式 $f'(x) = 0$ の解を求めよ。
- (iv) 関数 $y = f(x)$ ($0 < x < \pi$) の極値を求めよ。
- (v) 曲線 $y = f(x)$ ($0 \leq x \leq \pi$) と x 軸で囲まれた部分を、 x 軸の周りに 1 回転させてできる立体の体積 V を求めよ。

2

関数

$$f(x) = \sqrt{x^2 - 1} \quad (x \geq 1)$$

に対して、曲線 $C: y = f(x)$ を考える。

2 以上の整数 n に対して、曲線 C 上の点 $(n, f(n))$ における C の接線を l_n とし、 l_n と x 軸との交点の x 座標を x_n とする。以下の問いに答えよ。(配点 50)

(i) $x > 1$ のとき、導関数 $f'(x)$ を求めよ。さらに、 x_n を n の式で表せ。

(ii) $x \geq 1$ のとき、 $x = \frac{1}{2}(e^t + e^{-t})$ を満たす実数 $t \geq 0$ を x の式で表せ。

ただし、 e は自然対数 $\log x$ の底とする。

(iii) $x = \frac{1}{2}(e^t + e^{-t})$ ($t \geq 0$) とおくと、不定積分

$$I = \int f(x) dx$$

を t を用いた式で表せ。ただし、積分定数は省略してもよい。

(iv) 曲線 C 、 x 軸 および 接線 l_n で囲まれた部分の面積 S_n を n の式で表せ。

(v) 数列 $\{T_n\}$ を $T_1 = 0$ 、 $T_n = \frac{S_n}{\log n}$ ($n \geq 2$) と定めるとき、次の極限值 T を求めよ。

$$T = \lim_{n \rightarrow \infty} T_n$$

3

i を虚数単位とする。また、複素数 z に対して、 \bar{z} はその共役複素数を表す。

このとき、以下の [I], [II], [III] の問いに答えよ。 (配点 50)

[I] 複素数 z に関する方程式 $(2+i)z - (1-i)\bar{z} = 3+3i$ の解を求めよ。

[II] k を実数とする。複素数 z に関する方程式

$$(3+4i)z - (5+ki)\bar{z} = 0$$

が $z \neq 0$ となる解をもつとき、実数 k の値を求めよ。

[III] 以下では、 t を実数とし、複素数平面上で 2 直線

$$l: (t+i)z - (t-i)\bar{z} = 4(t-2)i,$$

$$m: (1-i)(t+i)z - (1+i)(t-i)\bar{z} = 0$$

を考える。

(i) 直線 l は実数 t の値によらずに定点 $A(\alpha)$ を通る。複素数 α を求めよ。

(ii) 2 直線 l と m のなす角 θ ($0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$) を求めよ。

(iii) t が実数全体を動くとき、 l と m の交点 $P(z)$ は複素数平面上でどのような図形を描くか。

- 4 自然数 $n = 1, 2, 3, \dots$ に対して、次の2つの条件によって順次定められる整式 $f_n(x)$ を考える。

$$f_1(x) = x + 3,$$
$$f_{n+1}(x) = (x + 1)\{f_n(x) - n\} + x^{n+1} \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

以下の問いに答えよ。 (配点 50)

- (i) $a_n = f_n(0)$ とする。 a_1 を求め、 $a_{n+1} - a_n$ を n の式で表せ。 さらに a_n を n の式で表せ。
- (ii) $b_n = f_n(1)$ とする。 $b_n - 2n - 1$ を n の式で表せ。

以下、関数 $y = f_n(x)$ の導関数 $f'_n(x)$ を考える。

- (iii) $c_n = f'_n(0)$ とする。 $c_{n+1} - c_n$ を n の式で表し、さらに c_n を n の式で表せ。
- (iv) $d_n = f'_n(1)$ とする。 不等式 $d_n > 0$ が成り立つことを証明せよ。
- (v) 関数 $y = f_n(x)$ が $0 < x < 1$ の範囲に極値をとるための n の条件を求めよ。

理 科

前期日程

注意事項

1. 試験開始の合図があるまでは、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題用紙は8ページで、問題は5問あります。全問に解答しなさい。
解答は解答用紙に記入しなさい。
3. 解答用紙は物理3枚(その1～その3)、化学2枚(その4～その5)の合計5枚あります。
4. 受験番号を、すべての解答用紙の受験番号欄(1枚につき2ヵ所)に正確に記入しなさい。
5. 試験中に問題用紙及び解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁、汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
6. 試験時間は120分です。
7. 各設問に記載した配点は、200点満点の場合の配点です。なお、一般入試A方式(数学重点)では200点満点を150点満点に、帰国子女入試及び私費外国人留学生入試では200点満点を100点満点に換算します。一般入試B方式(理科重点)の満点は200点です。
8. 試験終了時に、監督者の指示に従って、すべての解答用紙を提出しなさい。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

補足説明〔前期日程 理科（化学）〕

8 ページ 5 (5)

2行目に下線部分を追加する。

*印をつけること。ただし、立体異性体の区別はしなくてよい。

物 理

1 図1のように、厚さ a 、幅 b 、長さ c の直方体の導体があり、長さ方向に一様な電流が流れている。導体中では自由電子が一様な電場 E によって加速され、時間 t_0 ごとに、陽イオンに衝突して速度が 0 となる運動を繰り返す。電子の質量を m 、電子の電荷を $-e$ 、導体中の単位体積当たりの自由電子の数を n として、以下の問に答えよ。(配点 40)

- (1) 導体中の自由電子の平均の速さ v を求めよ。
- (2) 導体を流れる電流の大きさ I を、 m 、 e 、 n 、 E 、 a 、 b 、 t_0 で表せ。
- (3) 導体の電気抵抗 R を、 m 、 e 、 n 、 a 、 b 、 c 、 t_0 で表せ。

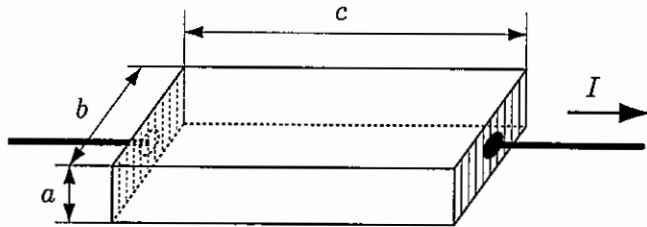


図 1

次に図2のように、直方体の各辺に平行に座標軸をとり、 $+z$ 方向に磁束密度 B の一様な磁場を加えた。電流の大きさ I は磁場を加えた前後で変化しなかった。

- (4) 導体中の自由電子が磁場から受ける力の大きさ f を、 I, n, a, b, B で表せ。
- (5) 磁場を加えると図中のP-Q間に起電力が発生する。起電力の大きさ V を、 I, e, n, a, B で表せ。また、PとQのどちらが高電位であるか答えよ。

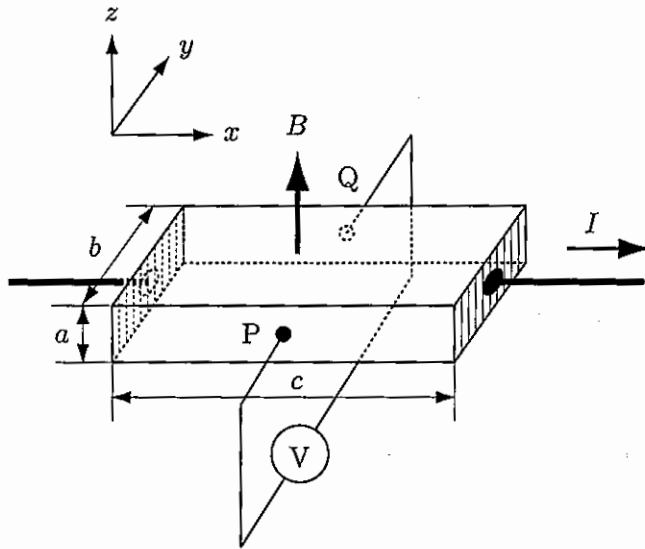


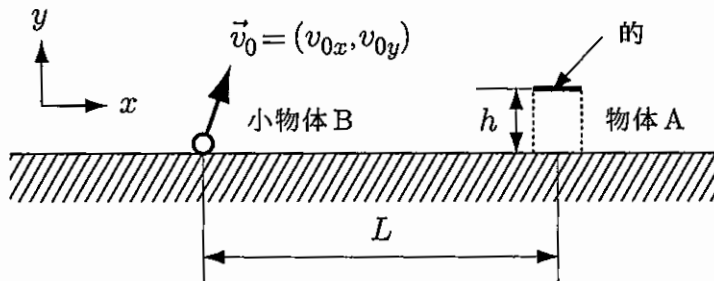
図2

2 図のように、水平な床面に質量 M の物体 A と質量 m の小物体 B が、水平方向に距離 L だけ離れて置かれている。床面から高さ h の A の上面に小さな的を置き、B を初速 $\vec{v}_0 = (v_{0x}, v_{0y})$ で投げ出した。空気抵抗は無視でき、重力加速度の大きさを g として、以下の間に答えよ。ただし、B を投げ出した後、水平方向に距離 L だけ移動する間には床面との衝突は起こらない。(配点 40)

- (1) B の軌道上に的があるための v_{0y} の条件を、 v_{0x} 、 L 、 h 、 g を使って表せ。
- (2) 投げ出された B が、水平方向に距離 L だけ移動する間に、鉛直方向の最高点を通過する v_{0y} の条件を、 v_{0x} 、 L 、 g を使って表せ。
- (3) B が鉛直上方から 45° の角度で的に衝突する v_{0x} の条件を、 L 、 h 、 g を使って表せ。

鉛直上方から 45° の角度で的に衝突した B は A と一体となり、A と B は床面をすべり出した。A と床面との間の動摩擦係数は μ' である。

- (4) A と B が一体となって床面をすべり出す速さ V を求めよ。
- (5) A と B が静止するまでの移動距離 D を求めよ。

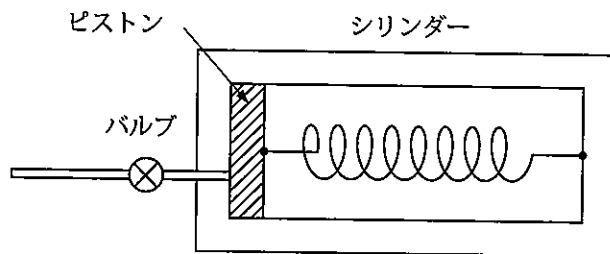


3 図のように断熱された真空の容器内に、仕切りとしてなめらかに動く断面積 S のピストンがあり、シリンダーの右端とピストンは、ばね定数 k のばねでつながれている。はじめ、ピストンは容器の左端に接しており、ばねは自然の長さであった。その後、バルブを開けてピストンの左側に温度 T_0 の 1 mol の単原子分子理想気体をゆっくりと導入した。気体定数を R 、気体の 1 mol の内部エネルギーを $\frac{3}{2}RT$ とし、以下の間に答えよ。(配点 40)

- (1) 1 mol の気体を容器に導入した後の気体の温度は T_1 であった。ピストンの移動距離 x_1 と T_1 との関係を表せ。また、 T_1 を求めよ。
- (2) 気体を導入する途中、容器内の気体が y mol ($0 < y \leq 1$) であるときの気体の温度 T_y を求めよ。

1 mol の気体を導入した後にバルブを閉じて、容器内のヒーターで気体に熱を加えて体積を 2 倍とした。

- (3) 気体がした仕事 W と気体に加えられた熱 Q を求めよ。
- (4) 容器に気体の導入を始めてから、気体に熱を加え終わるまでの全ての過程について、ピストンの移動距離 x を横軸、温度 T を縦軸として解答用紙にグラフを描け。横軸と縦軸に適切な目盛を振ること。



化 学

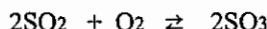
- 4 次の文章を読んで、以下の問に答えよ。計算を要する問には導出過程も記し、2桁の有効数字で答えること。(配点 40)

硫黄は周期表第3周期16族の元素で、電子2個を取り入れて2価の陰イオンになりやすい。その単体は火山地帯で産出されたり、石油の精製の際に得られている。火山ガスや鉱泉には H_2S や SO_2 などが含まれている。

実験室では (a) NaHSO_3 と H_2SO_4 の反応などにより SO_2 をつくることができる。(b) SO_2 は多くの場合還元剤として働くが、 H_2S に対しては酸化剤として反応する。また、 SO_2 は (c) 触媒を用いた酸化反応 を経て H_2SO_4 の工業的原料となる。

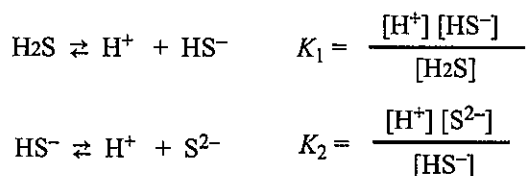
硫黄は多くの金属元素と硫化物をつくることができる。複数の金属イオンを含む水溶液に H_2S を通じ、(d) 溶解度の違いによって特定の金属硫化物を沈殿させる ことができる。この方法は金属イオンの定性分析に用いられている。

- (1) 硫黄原子の電子配置を例にならって記せ。例：K殻2, L殻1
- (2) H_2S は極性分子、無極性分子のいずれか。 H_2S が折れ線形構造の分子であることをもとに理由も述べよ。
- (3) 下線部 (a) で SO_2 を生成する反応を1つ挙げ、化学反応式で記せ。
- (4) 下線部 (b) に関して、 SO_2 は硫酸酸性 KMnO_4 水溶液と反応する。
 - (i) この反応を化学反応式で記せ。
 - (ii) 0.020 mol/L の硫酸酸性 KMnO_4 水溶液 100 mL に SO_2 を少しずつ通じ、過不足なく反応させた。反応した SO_2 の物質量はいくらか。
- (5) 下線部 (c) に関して、触媒を用いた以下の平衡反応を考える。



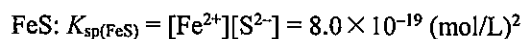
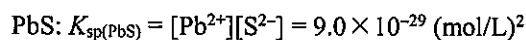
この反応における物質はすべて気体として存在し、触媒の体積は無視できるものとする。以下の問に答えよ。

- (i) SO_2 0.040 mol と O_2 0.080 mol を触媒とともに容積 20 L の容器に入れ、ある温度で反応させるところ平衡状態になった。このとき混合気体の総物質量は 0.11 mol であった。この温度における濃度平衡定数 K_c はいくらか。
- (ii) この反応を平衡状態にした後、温度一定で反応容器の容積を減少させると SO_3 の割合は増加するか、減少するか、変わらないか。理由とともに述べよ。
- (6) 下線部 (d) に関して、 H_2S の電離平衡を考える。 H_2S は水溶液中で次のように 2 段階に電離する。



K_1 , K_2 はそれぞれの平衡の電離定数で、 $K_1 = 9.5 \times 10^{-8}$ mol/L, $K_2 = 1.3 \times 10^{-14}$ mol/L である。また、各物質のモル濃度を [] を用いて表す。以下の間に答えよ。

- (i) pH = 1.0 の H_2S 水溶液がある。この水溶液の $[\text{H}_2\text{S}]$ が 0.10 mol/L であるとき、 $[\text{S}^{2-}]$ はいくらか。
- (ii) ある水溶液に Pb^{2+} イオンと Fe^{2+} イオンが、それぞれ 0.10 mol/L ずつ溶けている。この水溶液を酸性にして、 H_2S を通じたところ沈殿が生じた。沈殿生成時の水溶液中の $[\text{S}^{2-}]$ が 1.0×10^{-19} mol/L であるとき、水溶液中の $[\text{Pb}^{2+}]$ と $[\text{Fe}^{2+}]$ はそれぞれいくらか。次の PbS , FeS の溶解度積の値をもとに答えよ。また、水溶液の体積は変わらないものとする。



- 5 炭素、水素、酸素だけからなるエステル A (分子量 102) を用いて実験を行った。以下の問に答えよ。また、原子量は次の値を用いよ。H 1.0, C 12, O 16
(配点 40)

[実験 1] 10.2 mg の A を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 22.0 mg と水 9.0 mg が得られた。

[実験 2] A に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、完全に反応させた。反応液にジエチルエーテルを加え、分液ロートを用いて水層とジエチルエーテル層に分離した。水層を取り出し、希硫酸を加えて蒸留したところ、刺激臭を持つカルボン酸 B を含む水溶液が得られた。また、ジエチルエーテル層のジエチルエーテルを蒸発させたところ、アルコール C が得られた。

[実験 3] B を含む水溶液にアンモニア性硝酸銀水溶液を加えて温めたところ、試験管の内壁に銀が生じた。

[実験 4] B を含む水溶液に炭酸水素ナトリウムの粉末を加えたところ、気体が発生した。

[実験 5] C にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を少量加えて温めたところ、特異臭を有する黄色結晶 D が生じた。

[実験 6] C を含む溶液に平面偏光 (直線偏光) を通過させたところ偏光面が回転したので、C には不斉炭素原子が含まれることがわかった。

[実験 7] C に適量の濃硫酸を加えて加熱したところ、C と同じ炭素数を持つアルケンが生成した。

- (1) [実験 1] の結果から A の分子式を求めよ。導出過程も記すこと。
- (2) [実験 3] の反応は B のどのような官能基のどのような性質によるものか。1 行で説明せよ。また、B の構造式を答えよ。
- (3) [実験 4] の反応を化学反応式で書け。
- (4) [実験 5] で生じた D の化学式を答えよ。また、C と同様に [実験 5] の操作によって D を生じる化合物を以下の (ア) ~ (オ) の中からすべて選び、

記号で答えよ。

(ア) $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_3$ (イ) $\text{CH}_3 - \text{COOH}$ (ウ) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$

(エ) $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3$ (オ) $\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$

- (5) [実験 5] と [実験 6] の結果から C の構造式を求めよ。不斉炭素原子には *印をつけること。
- (6) C の構造異性体のうち、ナトリウムと反応するものすべてを構造式で答えよ。
- (7) [実験 7] で生成するアルケンすべてを構造式で答えよ。

外 国 語

(英 語)

前期日程

注意事項

1. 試験開始の合図があるまでは、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題用紙は16ページで、問題は3問あります。全問に解答しなさい。
解答は、解答用紙の該当欄に記入しなさい。
3. 解答用紙は3枚(その1～その3)あります。
4. 受験番号を、すべての解答用紙の受験番号欄(1枚につき2ヵ所)に正確に記入しなさい。
5. 試験中に問題用紙及び解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁、汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
6. 試験時間は90分です。
7. 試験終了時に、監督者の指示に従って、すべての解答用紙を提出しなさい。
8. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰りなさい。

- 1 次の英文を読んで、1 から 15 の設問について、A~D の選択肢から
もっとも適切なものを選びなさい。(配点 30)

著作権処理の都合上、掲載いたしません。

著作権処理の都合上、掲載いたしません。

著作権処理の都合上、掲載いたしません。

著作権処理の都合上、掲載いたしません。

出典： Ishikura, Y. (2018, June 18). What umbrellas can teach us about diversity. *The Japan Times*. Retrieved from <https://www.japantimes.co.jp/opinion/2018/06/12/commentary/japan-commentary/umbrellas-can-teach-us-diversity>

設問

1. According to the article, why is June not such a good time for foreign tourists to visit Japan?
 - A. Because it is usually too hot.
 - B. Because it usually has too many tourists.
 - C. Because it usually rains a lot.
 - D. Because it is usually too expensive.

2. According to the article, what does the author think about Hokkaido?
 - A. It is a place where people are surprised by the use of umbrellas.
 - B. It is a pleasant place to visit during the summer.
 - C. Tourists should avoid it because it is too cold.
 - D. Not enough tourists consider visiting it.

3. From what you have read, what is one thing the author assumes about visiting Japan in June?
 - A. Tourists do not like water.
 - B. Tourists do not have umbrellas.
 - C. Tourists do not like rain.
 - D. Tourists do not check the weather forecast.

4. Why would visitors from the United Kingdom not be surprised by the use of umbrellas in Japan?
- A. Because compared to Americans, people from the United Kingdom are less likely to visit Japan.
 - B. Because compared to Americans, people from the United Kingdom are not easily surprised.
 - C. Because people from the United Kingdom usually carry umbrellas.
 - D. Because people from the United Kingdom never think about umbrellas.
5. On average, how many umbrellas does each person in Japan own?
- A. A little more than three.
 - B. A little more than four.
 - C. No more than three.
 - D. No more than two.
6. What does the word “hypothesis” (line 26) mean, as it is used in the article?
- A. A possible reason that does not need evidence.
 - B. The best explanation, given the evidence.
 - C. A reason that is always rejected.
 - D. A possible explanation that can be investigated.

7. What does “downpours” (line 52) mean, as it is used in the article?
- A. High humidity.
 - B. Heavy rain.
 - C. Rainy seasons.
 - D. Rain drops.
8. What does “low-ticket” (line 53) mean, as it is used in the article?
- A. Low quality.
 - B. Ordinary.
 - C. Disposable.
 - D. Inexpensive.
9. Based on the article, which answer is most likely to be correct?
- A. The use of umbrellas in Japan originally came from the United Kingdom and therefore is not considered to be part of Japanese culture.
 - B. The use of umbrellas in Japan has a long history and is considered to be part of Japanese culture.
 - C. The use of umbrellas in Japan dates back thousands of years when they were first used in kabuki plays.
 - D. The use of umbrellas in Asia started in Japan and they were used by ordinary people in the 17th century.

10. According to the author, what can we do through careful observation?
- A. We can notice how people in different societies lead similar lifestyles.
 - B. We can recognize that there is only one view of diversity.
 - C. We can find new places that are interesting to visit.
 - D. We can notice small differences between different societies.
11. Which of the following would the author probably agree with, in relation to diversity?
- A. Japan should not accept more immigrants because they have different cultures.
 - B. Men have different abilities to women, so they make better business leaders.
 - C. People in different age groups may have different ideas and this can be beneficial to society.
 - D. Too much foreign food in Japan will destroy Japanese food culture.

12. Disposable umbrellas are popular in Japan. However, having too many of these could cause problems for Japan in the future. Which answer best explains why this might be so?
- A. Train and bus staff would not be able to cope with all the lost, disposable umbrellas, which would cause problems for the transport system.
 - B. Disposable umbrellas are made of plastic, which could harm the environment when disposed of.
 - C. The quality of disposable umbrellas is very poor and they will break and cause many accidents.
 - D. Disposable umbrellas are not as effective as other types of umbrellas and people might stop buying them, which would be bad for the economy.
13. Nowadays, Japanese Edo style umbrellas are a popular gift for foreign tourists to buy. Based on the article, which answer might best explain why this is so?
- A. They are a symbol of Japan's economy and high-ranking place in the world.
 - B. They are a free gift to show their family and friends they have been to Japan.
 - C. They are a special gift that originally came from the United Kingdom and that the Japanese improved.
 - D. They are a symbol of Japan's history, culture, and beauty.

14. Which of the following would the author most likely agree with?
- A. Learning about different cultures and societies can enrich our lives.
 - B. People should avoid paying attention to differences because it causes difficulty.
 - C. Japanese should stop relying on umbrellas so much, so that they can be more like Americans.
 - D. Japanese should not buy cheap umbrellas imported from other countries.
15. From the article, which answer might best explain one advantage of diversity in any society?
- A. It helps people to become more understanding and accepting of different people and ideas from various cultures.
 - B. It helps attract wealthy tourists, which is good for the economy and the country.
 - C. It helps the development of different ideas for Japanese umbrellas, which are popular with tourists around the world.
 - D. It helps people to become more interested in global issues and politics, especially younger people.

② 次の英文について、250 字以内の日本語で要約しなさい。英数字は
1 マスに 2 文字を記入すること。

例：UEC → 1234 →

* のついた語には注がついています。

下書き用紙が問題の後にあります。(配点 30)

著作権処理の都合上、掲載いたしません。

著作権処理の都合上、掲載いたしません。

著作権処理の都合上、掲載いたしません。

出典： Washington State University. (2019, March 5). *Science Daily*.
Retrieved from <https://www.sciencedaily.com/> (問題作成のため
題名を省略しました。)

- 3 次の二つの質問から一つだけ選んで、少なくとも二つの理由を挙げて英語で具体的に答えなさい。選んだ質問の番号を解答用紙の[]の中に書きなさい。下書き用紙が次のページにあります。(配点 40)

1. Do you think new technology can make people happy? Why or why not?

OR

2. In your opinion, should all family members usually eat dinner together? Why or why not?

3 下書き用紙

注意：答えは必ず解答用紙に書きなさい。