

|      |  |
|------|--|
| 受験番号 |  |
| 氏名   |  |

|  |
|--|
|  |
|--|

|  |
|--|
|  |
|--|

1

|    |     |  |
|----|-----|--|
| 問1 | (A) | 地球を形作る自然の力と比べれば、人間の変化の規模は常に微々たるものに思える。   |
|    | (B) | これらの変化は、人類と地球上のすべての生命を（無意識のうちに）主体とする、地球規模の壮大な実験と言える。   |
|    | (C) | より現実的な観点から言えば、合成化学物質を断念することなく、地球規模の実験を中止することが可能かどうかを検討する必要がある。   |
|    | (D) | 合成化学物質が、持続可能で健全な未来とどう調和していくかは、まだ判然としない。  |
| 問2 | (3) |  |
| 問3 |     | Ex1: As the experience over the past half century has demonstrated, there is no way to put large quantities of man-made chemicals into the environment without exposing our children and ourselves to unknown risks.<br>Ex2: The release of large amounts of synthetic chemicals into the environment exposes humanity to unknown dangers, a reality we have come to realize over the past half century. |

2

問1

2つの実数を  $x$  と  $y$  とおく.

$$x + y = 2 \quad \text{①}$$

$$x^2 + y^2 = 2\sqrt{2} \quad \text{②}$$

$$\text{①を2乗して, } x^2 + 2xy + y^2 = 4$$

$$\text{②を代入して, } xy = 2 - \sqrt{2}$$

$$\begin{aligned} x^3 + y^3 &= (x + y)(x^2 - xy + y^2) \\ &= 2(2\sqrt{2} - (2 - \sqrt{2})) \\ &= 6\sqrt{2} - 4 \end{aligned}$$

$$\text{①から, } y = 2 - x$$

$$\text{②に代入して, } x^2 + (2 - x)^2 = 2\sqrt{2}$$

$$\text{整理して, } x^2 - 2x + 2 - \sqrt{2} = 0$$

$$\text{解の公式を用いて, } x = 1 \pm \sqrt{\sqrt{2} - 1}$$

$$x = 1 + \sqrt{\sqrt{2} - 1} \quad \text{のとき, } y = 1 - \sqrt{\sqrt{2} - 1}$$

$$x = 1 - \sqrt{\sqrt{2} - 1} \quad \text{のとき, } y = 1 + \sqrt{\sqrt{2} - 1}$$

$$\text{2つの実数は, } 1 + \sqrt{\sqrt{2} - 1} \quad \text{と} \quad 1 - \sqrt{\sqrt{2} - 1}$$

問2

$2^x = t$  とする.

$$\text{方程式は, } (2^x)^2 - 2 \times 2^x - 48 = 0$$

$$t^2 - 2t - 48 = 0$$

$$(t - 8)(t + 6) = 0$$

$$t = 8, -6$$

$$2^x > 0 \quad \text{より, } t = 8$$

$$2^x = 8 \quad \text{より, } x = 3$$

問3

点  $P(x, y, z)$  とする.  $OP:AP = 2:1$  なので,

$$\sqrt{x^2 + y^2 + z^2} = 2\sqrt{(x-3)^2 + (y-1)^2 + (z-1)^2}$$

$$x^2 + y^2 + z^2 = 4(x-3)^2 + 4(y-1)^2 + 4(z-1)^2$$

$$x^2 - 8x + y^2 - \frac{8}{3}y + z^2 - \frac{8}{3}z = -\frac{44}{3}$$

$$(x-4)^2 + (y-\frac{4}{3})^2 + (z-\frac{4}{3})^2 = -\frac{44}{3} + 16 + \frac{16}{9} + \frac{16}{9} = \frac{44}{9} = \left(\frac{2\sqrt{11}}{3}\right)^2$$

図形  $S$  は, 中心が  $(4, \frac{4}{3}, \frac{4}{3})$  で半径  $\frac{2\sqrt{11}}{3}$  の球面

問4

$f(x) = ax^2 + bx + c$  ( $a \neq 0$ ) とすると,

$$f'(x) = 2ax + b$$

$$2(ax^2 + bx + c) + x(2ax + b) = -12x^2 + 3x - 8$$

$$4ax^2 + 3bx + 2c = -12x^2 + 3x - 8$$

両辺の係数を比較して,

$$4a = -12, 3b = 3, 2c = -8$$

$$a = -3, b = 1, c = -4$$

$$f(x) = -3x^2 + x - 4$$

問5

$S_n = \sum_{k=1}^n k \cdot 2^k$  とすると,

$$S_n = 1 \cdot 2 + 2 \cdot 2^2 + 3 \cdot 2^3 + \dots + n \cdot 2^n \quad \text{①}$$

両辺に 2 を掛けて,

$$2S_n = 1 \cdot 2^2 + 2 \cdot 2^3 + 3 \cdot 2^4 + \dots + (n-1)2^n + n \cdot 2^{n+1} \quad \text{②}$$

$$\text{①} - \text{②}$$

$$-S_n = 2 + 2^2 + 2^3 + \dots + 2^n - n \cdot 2^{n+1}$$

$$= \frac{2(2^n - 1)}{2 - 1} - n \cdot 2^{n+1}$$

$$= (1 - n) \cdot 2^{n+1} - 2$$

$$S_n = (n - 1) \cdot 2^{n+1} + 2$$

ゆえに,  $\sum_{k=1}^n k \cdot 2^k = (n - 1) \cdot 2^{n+1} + 2$

|      |  |
|------|--|
| 受験番号 |  |
| 氏名   |  |

|  |
|--|
|  |
|--|

3

|     |      |  |      |         |   |       |   |     |   |     |  |    |    |    |    |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |
|-----|------|--|------|---------|---|-------|---|-----|---|-----|--|----|----|----|----|----|------|------|------|------|----|------|------|------|------|----|------|------|------|------|----|------|------|------|
| 問1  | (1)  | <p>(考え方・計算過程)</p> <p>ばねの弾性力による位置エネルギーがすべて、物体の運動エネルギーに変換されるので</p> $\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv_0^2$ <p>これを <math>v_0</math> について解くと</p> $v_0 = x\sqrt{\frac{k}{m}}$ <p>答え <math>v_0 = x\sqrt{\frac{k}{m}}</math> [m/s]</p>  |      |         |   |       |   |     |   |     |  |    |    |    |    |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |
|     | (2)  | <p>(考え方・計算過程)</p> <p>ばねの弾性力による位置エネルギーがすべて、摩擦を持つ床面での仕事に変換されるので</p> $\frac{1}{2}kx^2 = \mu' mgL$ <p>これを <math>L</math> について解くと</p> $L = \frac{kx^2}{2\mu' mg}$ <p>答え <math>L = \frac{kx^2}{2\mu' mg}</math> [m]</p>  |      |         |   |       |   |     |   |     |  |    |    |    |    |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |
| 問2  | (1)  | <p>(考え方・計算過程)</p> <p>フックの法則から</p> $kx_1 = mg$ <p>これを <math>x_1</math> について解くと</p> $x_1 = \frac{mg}{k}$ <p>答え <math>x_1 = \frac{mg}{k}</math> [m]</p>   |      |         |   |       |   |     |   |     |  |    |    |    |    |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |
|     | (2)  | <p>(考え方・計算過程)</p> <p>自然の長さの時のエネルギーが、つり合いの位置でも位置エネルギーとばねの弾性力の位置エネルギーと運動エネルギーに保存されるから</p> $0 = -mgx_1 + \frac{1}{2}kx_1^2 + \frac{1}{2}mv_1^2$ <p>(1) で求めた <math>x_1</math> を代入して <math>v_1</math> について解くと</p> $v_1 = g\sqrt{\frac{m}{k}}$ <p>答え <math>v_1 = g\sqrt{\frac{m}{k}}</math> [m/s]</p>  |      |         |   |       |   |     |   |     |  |    |    |    |    |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |
|     | (3)  | <p>(考え方・計算過程)</p> <p>自然の長さの時のエネルギーが、ばねの最長点での位置エネルギーとばねの弾性力の位置エネルギーと運動エネルギー(速度0なのでこの項は0)に保存されるから</p> $0 = -mgx_2 + \frac{1}{2}kx_2^2$ <p>これを <math>x_2</math> について解くと</p> $x_2 = \frac{2mg}{k}$ <p>答え <math>x_2 = \frac{2mg}{k}</math> [m]</p>  |      |         |   |       |   |     |   |     |  |    |    |    |    |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |
| (1) | ア    | リボソーム  | イ    | ミトコンドリア | ウ | 脂質二重層 | エ | 細胞壁 | オ | 葉緑体 |  |    |    |    |    |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |
| 問3  | (2)  | <p>(考え方)</p> <p>UとGが繰り返される場合、考えられるコドンはUGUとGUGであり、いずれかがバリンに相当する。<br/>                 UGGが繰り返される場合、考えられるコドンはUGGとGGUとGUGであり、いずれかがグリシン、トリプトファン、バリンに相当する。<br/>                 バリンのみが両方に含まれるため、いずれにも含まれるコドンであるGUGがバリンをコードしていることがわかる。</p> <p>答え GUG</p>   |      |         |   |       |   |     |   |     |  |    |    |    |    |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |
|     | (3)  | <p>(考え方)</p> <p>F1世代の遺伝子型はAaBbとなり、その配偶子は、AB:Ab:aB:abが1:1:1:1で存在することになる。<br/>                 F2世代ではこれらの配偶子の組み合わせとなるため、右のような表ができる。<br/>                 AとBが顕性遺伝子、aとbが潜性遺伝子なので、各遺伝子型の表現型は以下のようになる。<br/>                 AABb: 丸・黄:1通り、AABb: 丸・黄:2通り、AaBB: 丸・黄:2通り、AaBb: 丸・黄:4通り<br/>                 AAbb: 丸・緑:1通り、Aabb: 丸・緑:2通り<br/>                 aaBB: しわ・黄:1通り、aaBb: しわ・黄:2通り<br/>                 aabb: しわ・緑:1通り<br/>                 以上から、[丸・黄]:[丸・緑]:[しわ・黄]:[しわ・緑] = 9:3:3:1となる</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>AB</td> <td>Ab</td> <td>aB</td> <td>ab</td> </tr> <tr> <td>AB</td> <td>AABB</td> <td>AABb</td> <td>AaBB</td> <td>AaBb</td> </tr> <tr> <td>Ab</td> <td>AABb</td> <td>AAbb</td> <td>AaBb</td> <td>Aabb</td> </tr> <tr> <td>aB</td> <td>AaBB</td> <td>AaBb</td> <td>aaBB</td> <td>aaBb</td> </tr> <tr> <td>ab</td> <td>AaBb</td> <td>Aabb</td> <td>aaBb</td> <td>aabb</td> </tr> </table> <p>答え 9:3:3:1</p> |      |         |   |       |   |     |   |     |  | AB | Ab | aB | ab | AB | AABB | AABb | AaBB | AaBb | Ab | AABb | AAbb | AaBb | Aabb | aB | AaBB | AaBb | aaBB | aaBb | ab | AaBb | Aabb | aaBb |
|     | AB   | Ab   | aB   | ab      |   |       |   |     |   |     |  |    |    |    |    |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |
| AB  | AABB | AABb   | AaBB | AaBb    |   |       |   |     |   |     |  |    |    |    |    |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |
| Ab  | AABb | AAbb   | AaBb | Aabb    |   |       |   |     |   |     |  |    |    |    |    |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |
| aB  | AaBB | AaBb   | aaBB | aaBb    |   |       |   |     |   |     |  |    |    |    |    |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |
| ab  | AaBb | Aabb   | aaBb | aabb    |   |       |   |     |   |     |  |    |    |    |    |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |      |    |      |      |      |

4

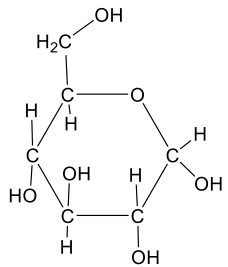
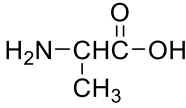
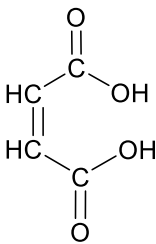
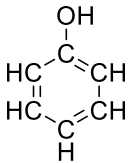
問1 ア

問2 操作の名称：再結晶，再結晶法

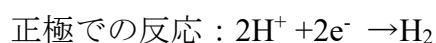
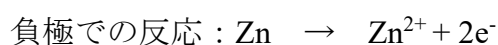
析出量：80℃では，100gの水に対して，361gのショ糖が溶ける。したがって，飽和溶液100gには，ショ糖78.31g，水21.69gが含まれる。この21.69gの水が40℃で溶かすことができるショ糖の量は238g/100g H<sub>2</sub>Oをもとに計算すると21.69 × 2.38 ≈ 51.62g。である。したがって，析出するショ糖の質量は78.31 - 51.62 = 26.69gである。答え 26.7グラム

問3 青梅の表皮は半透膜として働き，分子の大きさにより透過性が異なる。水やアルコールなどの小さな分子は通過できるが，ショ糖のような大きな分子は透過できない。仕込み初期では，梅内部の成分の濃度が高いため浸透圧が高く，外部から内部へ水やアルコールが移動する。やがて氷砂糖が溶けて外部の浸透圧が高くなると，逆に梅内部から外部へ水や可溶性成分（有機酸やアミノ酸など）が移動し抽出が進む。

問4

| 単糖  | アミノ酸  | カルボン酸  | 芳香族化合物  |
|---|---|--|---|
| グルコース   | アラニン  | マレイン酸  | フェノール   |
|  |  |  |  |

問5 負極となる金属：亜鉛。理由：亜鉛は銅よりもイオン化傾向が大きく，酸性溶液中でより容易に電子を放出して酸化されるため，負極になる。



問6 フッ素は電気陰性度が最も高い元素であり、H-F結合は強く分極している。このため、HF分子間では強い水素結合が形成され、それが沸点を大きく上昇させる要因となる。一方、これらの分子にはファンデルワールス力も働く。その強さは分子量や分子の大きさに比例して  $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl} > \text{HF}$  の順になる。このように水素結合とファンデルワールス力の両方が関与する結果として、ハロゲン化水素の沸点は  $\text{HF} > \text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl}$  の順になる。