

2021 年度一般選抜試験問題

選 択 問 題

注 意 事 項

- 1 科目の「数学 I・A」「生物基礎・生物」「化学基礎・化学」「物理基礎・物理」は、1冊の問題冊子となっている。「数学 I・A」は7ページあり、問題は6問である。「生物基礎・生物」は21ページあり、問題は4問である。「化学基礎・化学」は13ページあり、問題は4問である。「物理基礎・物理」は14ページあり、問題は4問である。

問題冊子の白紙・空白の部分は計算・下書きに使用してよい。

- 2 別に解答用紙が1枚ある。受験番号欄に受験番号5桁を記入し、マーク欄の該当するところをマークしなさい。

(例) 受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークして下さい。

| 受験番号 | | | | |
|------|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 6 | 0 | 3 |
| ● | ● | ○ | ● | ○ |
| 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | ● |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 6 | 6 | ● | 6 | 6 |
| 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |

氏名を記入してはならない。なお、記入した受験番号やマークが誤っている場合および無記入の場合は、当該科目の試験が無効となる。

- 3 解答用紙に選択する科目名を記入し、その科目コードのみにマークしなさい。なお、記入した科目名とマークが異なっている場合、2科目以上マークした場合、および無記入の場合は、試験が無効となる

(例) 生物基礎・生物を選択する場合は以下の様に科目名を記入し、その科目コードをマークしなさい。

| 科目名 | 生物基礎・生物 | |
|----------|---------|---------|
| ○ 適性能力試験 | ○ | 数学 I・A |
| ○ 英語 | ● | 生物基礎・生物 |
| ○ 国語 | ○ | 化学基礎・化学 |
| | ○ | 物理基礎・物理 |

注意事項の続きは本冊子の裏にあります

数 学 I ・ A

(解答番号は ~ である)

I 次の問題の に当てはまる答えを解答群から選び、その記号をマークしなさい。解答番号は、 1 ~ 4 。

(1) $3|\sqrt{23} - 5| + |\sqrt{23} - 7| =$ 1 である。

1 の解答群

- a $2\sqrt{23} + 2$ b $2\sqrt{23} - 8$ c $-22 + 2\sqrt{23}$
d $-22 + 4\sqrt{23}$ e $22 - 4\sqrt{23}$

(2) 2次不等式 $ax^2 + 2x + b > 0$ の解が $-2 < x < 3$ となるような定数 a, b の値は 2 である。

2 の解答群

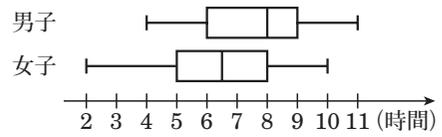
- a $a = -2, b = 12$ b $a = 2, b = -12$
c $a = -2, b = 6$ d $a = 2, b = -6$
e $a = -1, b = 6$

(3) $0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ とする。 $\tan \theta = -3$ のとき、 $\cos^2 \theta - \sin^2 \theta =$ 3 である。

3 の解答群

- a $-\frac{6}{5}$ b $-\frac{4}{5}$ c $\frac{4}{5}$ d $\frac{11}{9}$ e $\frac{47}{81}$

(4) 右の図は、男子、女子 43 人ずつの睡眠時間のデータを表した箱ひげ図である。この箱ひげ図から読みとれることとして正しいものは である。



の解答群

- a 男子の方が範囲が大きい。
- b 男子の方が四分位範囲が大きい。
- c 6 時間以下の人が男子は 22 人以下で、女子は 22 人以上いる。
- d 7 時間以下の人が男子も女子も 22 人以上いる。
- e 9 時間以上の方が女子は 10 人以下である。

II 次の問題の に当てはまる答えを解答群から選び、その記号をマークしなさい。解答番号は、 ～ 。

x の2次関数 $f(x) = x^2 - 2ax - 2a^2 + 2a + 1$ について考える。
ただし、 a は定数とする。

(1) $a = 2$ のとき、 $-1 \leq x \leq 1$ における $f(x)$ の最大値と最小値は、 である。

の解答群

- a 最大値2, 最小値-7 b 最大値2, 最小値-6
c 最大値2, 最小値-3 d 最大値6, 最小値-2
e 最大値6, 最小値-3

(2) $f(x)$ の最小値が1であるとき、 $a =$ である。

の解答群

- a $-2, 0$ b $-\frac{3}{2}, 0$ c $-\frac{2}{3}, 0$
d $0, \frac{2}{3}$ e $0, 2$

(3) $y = f(x)$ のグラフと x 軸の正の部分が異なる2点で交わるような a の値の範囲は、 である。

の解答群

- a $\frac{1 - \sqrt{3}}{2} < a < -\frac{1}{3}$ b $\frac{1 - \sqrt{3}}{2} < a < \frac{1 + \sqrt{3}}{2}$
c $0 < a < 1$ d $0 < a < \frac{1 + \sqrt{3}}{2}$
e $1 < a < \frac{1 + \sqrt{3}}{2}$

Ⅲ 次の問題の に当てはまる答えを解答群から選び、その記号をマークしなさい。解答番号は、 8 ~ 10 。

平行四辺形 ABCD において、 $AB = 8$ 、 $AD = 3$ 、 $\angle DAB = 120^\circ$ である。

(1) 対角線 AC の長さは 8 である。

8 の解答群

a 5 b 7 c 11 d $\sqrt{61}$ e $\sqrt{97}$

(2) 平行四辺形 ABCD の面積は 9 である。

9 の解答群

a $6\sqrt{2}$ b $6\sqrt{3}$ c 12 d $12\sqrt{2}$ e $12\sqrt{3}$

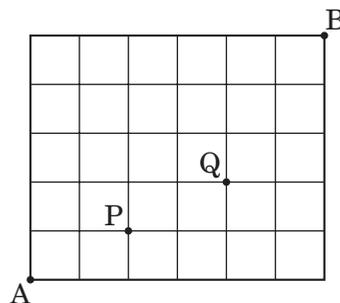
(3) $\triangle ABC$ の外接円の半径を R 、内接円の半径を r とすると、 $\frac{r}{R} =$ 10 である。

10 の解答群

a $\frac{2\sqrt{3}}{21}$ b $\frac{\sqrt{3}}{21}$ c $\frac{1}{3}$ d $\frac{1}{7}$ e $\frac{2}{7}$

IV 次の問題の に当てはまる答えを解答群から選び、その記号をマークしなさい。解答番号は、 11 ~ 13 。

右の図のような道路があり、A地点からB地点へ最短距離で行く道順を考える。



(1) P地点とQ地点の両方を通して、A地点からB地点へ最短距離で行く道順は全部で 11 通りである。

11 の解答群

- a 16 b 90 c 150 d 210 e 360

(2) P地点とQ地点のどちらか一方だけを通して、A地点からB地点へ最短距離で行く道順は全部で 12 通りである。

12 の解答群

- a 102 b 154 c 180 d 270 e 360

(3) P地点もQ地点も通らずに、A地点からB地点へ最短距離で行く道順は全部で 13 通りである。

13 の解答群

- a 102 b 192 c 270 d 282 e 372

V 次の問題の に当てはまる答えを解答群から選び、その記号をマークしなさい。解答番号は、 14 ~ 16 。

$\triangle ABC$ において、 $AB = 6$ 、 $BC = 8$ 、 $CA = 7$ である。 $\triangle ABC$ の内接円の中心を I とし、直線 AI と辺 BC の交点を D 、直線 BI と辺 AC の交点を E とする。

(1) 線分 AE の長さは 14 である。

14 の解答群

a 3 b 4 c $\frac{4}{3}$ d $\frac{3}{4}$ e 1

(2) $BI : IE =$ 15 である。

15 の解答群

a 2 : 1 b 3 : 2 c 3 : 4 d 6 : 7 e 7 : 6

(3) $\triangle ABC$ の面積は、 $\triangle ABI$ の面積の 16 倍である。

16 の解答群

a 7 b $\frac{7}{2}$ c $\frac{4}{3}$ d $\frac{7}{4}$ e $\frac{49}{12}$

VI 次の問題の に当てはまる答えを解答群から選び、その記号をマークしなさい。解答番号は、 17 ～ 19 。

(1) n を自然数とし、 7^n を 10 で割ったときの余りを $p(n)$ とする。

$$p(2002) = \text{ 17} \text{ である。}$$

また、 $p(3+k) = p(3)$ となる最小の自然数 k は 18 である。

17 の解答群

a 1 b 3 c 5 d 7 e 9

18 の解答群

a 1 b 2 c 3 d 4 e 5

(2) 5進法で表したとき4桁となる数のうち、1の位の数 ≤ 0 であるものは全部で

19 個ある。

19 の解答群

a 99 b 100 c 149 d 199 e 200

生物基礎・生物

(解答番号は ~ である)

I 次の各問いに答えなさい。

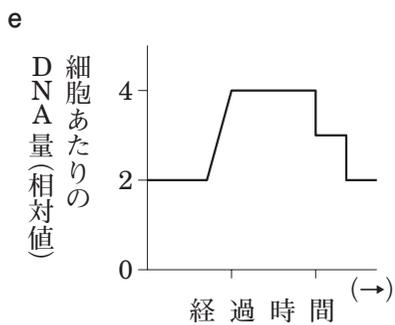
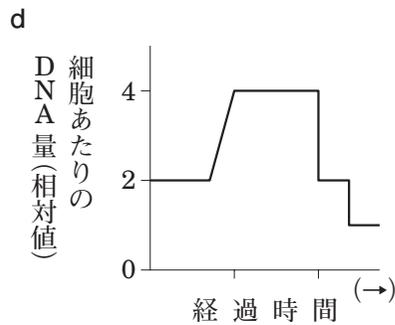
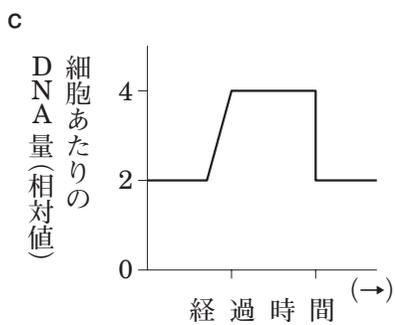
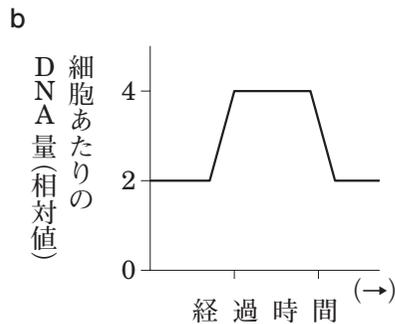
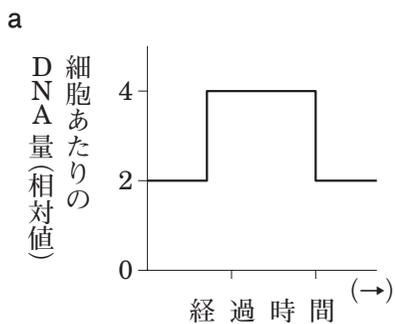
問 1 生物の多様性と共通性に関する記述として最も適当なものを，次の a～e の中から一つ選びなさい。

- a 一般に，原核細胞は，細胞膜の外側に細胞壁をもつ。
- b 多細胞生物の細胞は核膜をもつが，単細胞生物の細胞は核膜をもたない。
- c 体内環境を一定に調節するのは，単細胞生物だけである。
- d 酵素をもつのは，真核生物だけである。
- e 植物は同化と異化を行うが，動物は異化だけ行う。

問 2 ATP に関する記述として最も適当なものを，次の a～e の中から一つ選びなさい。

- a ATP が ADP とリン酸に分解されるとき，エネルギーが吸収される。
- b ADP とリン酸から ATP が合成されるとき，エネルギーが放出される。
- c カタラーゼは ATP のエネルギーを用いて過酸化水素を分解する。
- d 1 分子の ATP 内には高エネルギーリン酸結合が二つある。
- e ATP は DNA を構成するヌクレオチドの一種である。

問 3 体細胞分裂での細胞周期における細胞あたりの DNA 量の変化を表すグラフとして最も適当なものを，次の a～e の中から一つ選びなさい。ただし，横軸は経過時間，縦軸は細胞あたりの DNA 量の相対値を表す。 3



問 4 ヒトゲノム DNA は約 30 億塩基対からなる。ヒトゲノム DNA のおよその長さ(m)として最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。ただし、1本のヌクレオチド鎖上に連なる塩基間の平均距離は、 3.4×10^{-7} mm であるとする。 4

a 0.01 m b 0.1 m c 0.2 m d 1.0 m e 2.0 m

問 5 肝臓に関する次の文章中の(ア)～(ウ)に入る語の組合せとして最も適当なものを、下の a～e の中から一つ選びなさい。 5

ヒトの肝臓には、二つの血管を通して血液が流れ込む。一つは心臓からの血液が直接流れる(ア)、もう一つは(イ)やひ臓を通った血液が流れる(ウ)である。

| | ア | イ | ウ |
|---|-----|-----|-----|
| a | 肝動脈 | 消化管 | 肝静脈 |
| b | 肝動脈 | 腎 臓 | 肝門脈 |
| c | 肝動脈 | 消化管 | 肝門脈 |
| d | 肝門脈 | 腎 臓 | 肝動脈 |
| e | 肝門脈 | 消化管 | 肝動脈 |

問 6 ヒトの体温調節の説明として最も適当なものを，次の a～e の中から一つ選びなさい。 6

- a 体温が低下すると，脳下垂体前葉からの刺激ホルモンにより甲状腺からパラトルモンが分泌される。
- b 体温が低下すると，脳下垂体前葉からの刺激ホルモンにより副腎皮質から糖質コルチコイドが分泌される。
- c 体温が上昇すると，交感神経の作用により肝臓で代謝が促進される。
- d 体温が上昇すると，交感神経の作用により立毛筋が収縮する。
- e 体温が上昇すると，副交感神経の作用により汗腺で発汗が促進される。

問 7 海水生硬骨魚の塩類調節に関する記述として最も適当なものを，次の a～e の中から一つ選びなさい。 7

- a 海水を飲み，体液よりも薄い尿を多量に排出する。
- b 海水を飲み，体液と同じ濃さの尿を少量排出する。
- c 海水を飲み，体液よりも濃い尿を少量排出する。
- d 海水を飲まず，体液よりも薄い尿を多量に排出する。
- e 海水を飲まず，体液と同じ濃さの尿を少量排出する。

問 8 1年間のうち、月平均気温が5℃以上となる月の月平均気温から5を引いた値を合計した値を、暖かさの指数という。暖かさの指数は、分布するバイオームによく対応していることが知られている。暖かさの指数とバイオームの関係は、次の表1のようになる。また、表2は、日本のある都市の月平均気温を示している。この都市における暖かさの指数とバイオームの組合せとして最も適当なものを、下のa～eの中から一つ選びなさい。

8

表 1

| 気候帯 | 暖かさの指数 | バイオーム |
|-----|---------|--------|
| 寒帯 | 0～15 | ツンドラ |
| 亜寒帯 | 15～45 | 針葉樹林 |
| 冷温帯 | 45～85 | 夏緑樹林 |
| 暖温帯 | 85～180 | 照葉樹林 |
| 亜熱帯 | 180～240 | 亜熱帯多雨林 |
| 熱帯 | 240以上 | 熱帯多雨林 |

表 2

| | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 月 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 |
| 平均気温 | -0.2 | -1.0 | 4.8 | 10.4 | 16.5 | 20.7 |
| 月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
| 平均気温 | 24.3 | 24.3 | 19.0 | 13.8 | 8.3 | 1.5 |

※表中の平均気温の単位は、摂氏温度(℃)である。

| | 暖かさの指数 | バイオーム |
|---|--------|-------|
| a | 59.0 | 夏緑樹林 |
| b | 97.3 | 照葉樹林 |
| c | 97.3 | 夏緑樹林 |
| d | 137.3 | 照葉樹林 |
| e | 137.3 | 夏緑樹林 |

問 9 土壤に関する記述として最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。 9

- a 土壤では、腐植層の上に岩石が風化した層が重なる。
- b 腐植層よりも、岩石が風化した層の方が水分を多く含む。
- c 土壤に含まれる有機物の量は、遷移が進行する速さに影響しない。
- d 一般に森林よりも草原の方が、土壤が発達している。
- e 土壤に含まれる有機物の量は、一般に熱帯よりも亜寒帯の方が多い。

問10 現在、化石燃料の大量消費により大気中の二酸化炭素濃度が上昇していることが大きな問題になっている。この問題に関する記述として最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。 10

- a 植物の光合成速度が低下し、熱帯地域で多くの生物種が絶滅する可能性がある。
- b 地表に届く紫外線の量が増し、多くの生物種が絶滅する可能性がある。
- c 地表に届く紫外線の量が増し、有害な微生物が繁殖しやすくなる。
- d 地球の平均気温が上昇し、海水面が上昇する可能性がある。
- e 地球の平均気温が上昇し、種の多様性が高まる可能性がある。

Ⅱ ヒトの腎臓と免疫に関する次の文A, Bを読み, 各問いに答えなさい。

A 次の図1は, 腎臓の基本構造の模式図である。

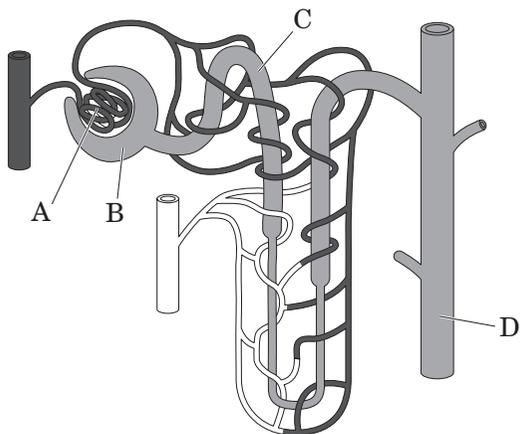


図1

問1 A, B, Dの各部位の名称の組合せとして最も適当なものを, 次のa~eの中から一つ選びなさい。

11

| | A | B | D |
|---|--------|--------|--------|
| a | ボーマンのう | 集合管 | 糸球体 |
| b | 集合管 | 糸球体 | 細尿管 |
| c | 細尿管 | ボーマンのう | 糸球体 |
| d | 糸球体 | 細尿管 | ボーマンのう |
| e | 糸球体 | ボーマンのう | 集合管 |

問 2 健康なヒトの血中グルコースの尿中への排出に関する記述として最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。 12

- a A でろ過され、すべて尿中に排出される。
- b A でろ過され、一部は再吸収され、一部は尿中に排出される。
- c A でろ過され、C ですべて再吸収されるので、尿中には排出されない。
- d A でろ過され、D ですべて再吸収されるので、尿中には排出されない。
- e A でろ過されないので、尿中には排出されない。

問 3 次の表 1 は、ヒトの静脈にインスリンを注射し、一定時間後の、血しょう、原尿、尿に含まれる成分とその量を示したものである。下の(1)～(3)に答えなさい。ただし、インスリンは、ヒトの体内では利用も合成もされず、腎臓でろ過されて再吸収も分泌も受けない物質である。

表 1

| | 血しょう (g/100 mL) | 原尿 (g/100 mL) | 尿 (g/100 mL) |
|----------|--------------------|------------------|-----------------|
| ナトリウムイオン | 0.3 | 0.3 | 0.34 |
| カリウムイオン | 0.02 | 0.02 | 0.15 |
| カルシウムイオン | 0.008 | 0.008 | 0.014 |
| 尿素 | 0.03 | 0.03 | 2 |
| 尿酸 | 0.004 | 0.004 | 0.054 |
| インスリン | 0.1 | 0.1 | 12 |

(1) 表 1 中で濃縮率が 2 番目に高い物質として最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。 13

- a ナトリウムイオン b カリウムイオン c カルシウムイオン
- d 尿 素 e 尿 酸

(2) イヌリンの濃縮率を用いて求めた1日の原尿量(L)として最も適当なものを、次の **a** ~ **e** の中から一つ選びなさい。ただし、1日の尿量は1.5 L とする。

| |
|----|
| 14 |
|----|

a 18 L **b** 100 L **c** 120 L **d** 150 L **e** 180 L

(3) (2)のとき、1日に再吸収された尿素の量(g)として最も適当なものを、次の **a** ~ **e** の中から一つ選びなさい。

| |
|----|
| 15 |
|----|

a 20 g **b** 22 g **c** 24 g **d** 26 g **e** 54 g

B ヒトのからだには、外界からのさまざまな病原体などの異物の侵入を阻止し、排除する生体防御のしくみが備わっている。このようなしくみは、(1)物理的・化学的防御、(2)自然免疫、(3)獲得免疫(適応免疫)に分けられる。(4)免疫のはたらきに異常が生じると、ヒトにとってさまざまな不都合が生じるが、免疫のしくみを医療に利用して (5)感染症の予防を行っている。

問 4 下線部(1)の物理的・化学的防御に関係するものとして最も適当なものを、次の a～eの中から一つ選びなさい。

| |
|----|
| 16 |
|----|

- a 気管の繊毛運動 b ワクチン c マクロファージ
d HIV e 記憶細胞

問 5 下線部(2)の自然免疫の食作用に関する記述として最も適当なものを、次の a～eの中から一つ選びなさい。

| |
|----|
| 17 |
|----|

- a 無脊椎動物にはみられない。
b 1個のマクロファージは、特定の異物だけを食作用で処理する。
c 1個のナチュラルキラー(NK)細胞は、特定の異物だけを食作用で処理する。
d 樹状細胞の食作用は、獲得免疫とも関わりをもっている。
e 好中球は殺菌成分を分泌するが、食作用は行わない。

問 6 下線部(3)の獲得免疫に関する記述として最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。 18

- a ヘルパー T 細胞が、ウイルスなどの異物を食作用で除去する。
- b 1 個の B 細胞は、抗原に応じて多様な抗体をつくる。
- c キラー T 細胞は、ウイルス感染細胞を直接攻撃する。
- d 抗原が繰り返し侵入しても、毎回同じ程度の反応が起こる。
- e 通常、自己成分に対して反応が起こる。

問 7 下線部(4)の免疫のはたらきの異常のうち、自己免疫疾患が原因であるものとして最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。 19

- a 花粉症
- b I 型糖尿病
- c 日和見感染
- d アナフィラキシー
- e ぜんそく

問 8 下線部(5)について、ジェンナーは牛痘にかかったウシの膿(うみ)をヒトに接種して天然痘を予防する種痘を考案した。この種痘に関する記述として最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。 20

- a 牛痘は、天然痘とは全く異なる構造をもつ。
- b 牛痘の毒性は、天然痘よりも高い。
- c 天然痘にかかったことがないと、牛痘接種は効果がない。
- d 牛痘接種は、血清療法的一种である。
- e 牛痘に対する免疫反応は、天然痘に対しても有効となる。

Ⅲ 光合成と遺伝情報の発現に関する次の文A, Bを読み, 各問いに答えなさい。

A 植物の光合成は, 葉緑体で行われる。葉緑体のチラコイド膜には, クロロフィルなどの光合成色素とタンパク質からなる (1)光化学系 I と光化学系 IIが存在する。チラコイド膜では, 光エネルギーを利用して, ATP と NADPH が生成される。ATP と NADPH は, ストロマの (2)カルビン・ベンソン回路で二酸化炭素の固定に利用される。

問 1 緑色植物の光合成で主に利用される光の波長(色)の組合せとして最も適当なものを, 次の a ~ e の中から一つ選びなさい。 21

- a 青紫色と緑色 b 緑色と黄色 c 黄色と赤色
d 赤色と青紫色 e 赤色と緑色

問 2 下線部(1)の光化学系 I, 光化学系 II で起こる反応として最も適当なものを, 次の a ~ e の中から一つずつ選びなさい。

光化学系 I

22

光化学系 II

23

- a 水の分解 b ATP の分解 c 水素イオンの輸送
d NADPH の生成 e ATP の生成

問 3 下線部(2)について、放射性同位体の炭素 ^{14}C で標識した二酸化炭素 ($^{14}\text{CO}_2$)を緑藻に与えると、光合成で取り込んだ二酸化炭素がどのような物質に変換されていくのか調べることができる。カルビン・ベンソン回路では、二酸化炭素は物質 A と結合して、2分子の物質 B となる。物質 B から物質 A に戻るには、チラコイド膜で生成された ATP と NADPH が必要である。緑藻に $^{14}\text{CO}_2$ を与え、物質 A と物質 B の濃度について、二酸化炭素濃度を 1% から 0.003% に変化させたときのグラフを図 1 に、十分な強さの光を当ててから暗黒状態にしたときのグラフを図 2 に示した。なお、大気中の二酸化炭素濃度は 0.038% である。物質 A の炭素数と、図 1、図 2 における物質 A を示すグラフ I ~ IV の組合せとして最も適当なものを、下の a ~ e の中から一つ選びなさい。

24

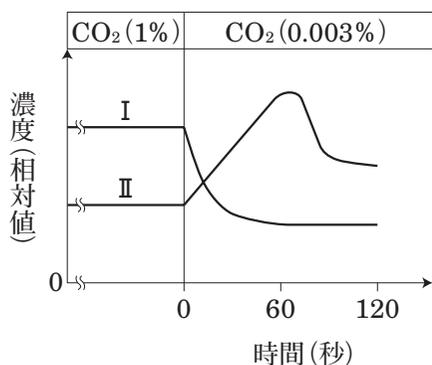


図 1

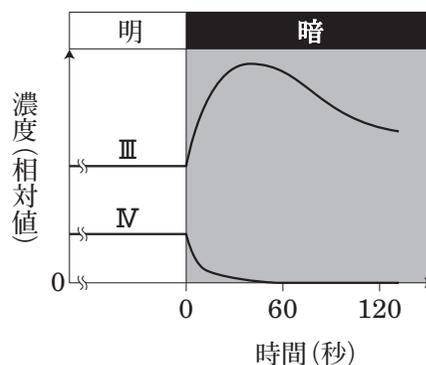


図 2

| | 炭素数 | 図 1 | 図 2 |
|---|-----|-----|-----|
| a | 3 | I | III |
| b | 3 | II | III |
| c | 5 | I | IV |
| d | 5 | II | III |
| e | 5 | II | IV |

問 4 光合成によって有機物としてグルコース(分子量 180)を 60 g 合成するために必要な二酸化炭素(分子量 44)の量(g)として最も適当なものを、次の a ~ e の中から一つ選びなさい。 25

- a 66 g b 88 g c 110 g d 176 g e 264 g

問 5 細菌が行う光合成および化学合成に関する記述として最も適当なものを、次の a ~ e の中から一つ選びなさい。 26

- a 紅色硫黄細菌の光合成では、水の分解が起こる。
- b シアノバクテリアの光合成では、硫黄化合物の分解が起こる。
- c 緑色硫黄細菌は、化学合成細菌の一種である。
- d シアノバクテリアは、クロロフィルをもつ。
- e 硫黄細菌は、光合成細菌の一種である。

B 真核生物では、転写は核内で、翻訳は細胞質で行われるが、原核生物では、多くの場合、転写と翻訳は細胞質で同時に行われる。そのため、原核生物では転写が完了する前に翻訳も進行することになる。次の図3は、原核生物の一つの遺伝子が発現しているようすを模式的に示したものである。

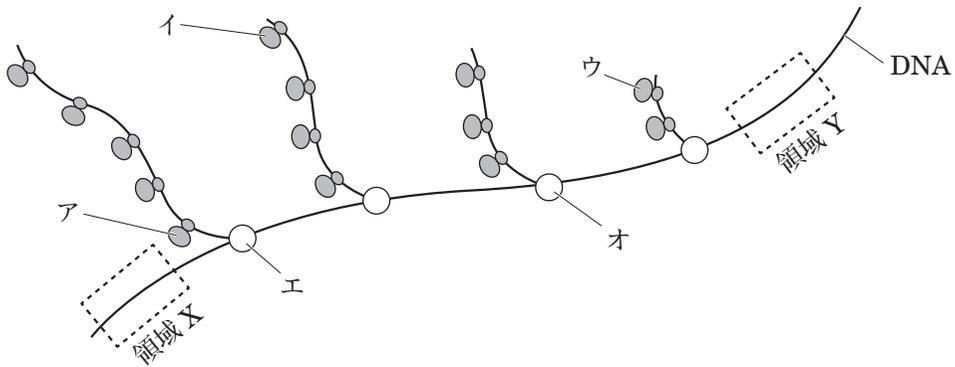


図3

問6 図3に関する記述として最も適当なものを、次のa～eの中から一つ選びなさい。 27

- a エとオはDNAポリメラーゼで、オの方が転写が進んでいる。
- b エとオはRNAポリメラーゼで、オの方が転写が進んでいる。
- c 領域Xにはプロモーターやオペレーターが存在する。
- d 領域Yにはプロモーターやオペレーターが存在する。
- e 領域Xにはプロモーターが、領域Yにはオペレーターが存在する。

問7 図3のア～オの中で、合成中の最も長いポリペプチド鎖がつながっているリボソームとして最も適当なものを、次のa～eの中から一つ選びなさい。

28

- a ア b イ c ウ d エ e オ

問 8 真核生物の転写に関する記述として最も適切なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。

29

- a 転写開始には、プライマーが必要である。
- b 転写後に mRNA に残る領域をイントロンという。
- c 転写に必要なヌクレオチドを tRNA が運ぶ。
- d 一つの遺伝子から複数の種類の mRNA が生じることがある。
- e 基本転写因子は、転写を終了させる。

問 9 真核生物の転写の調節に関する記述として最も適切なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。

30

- a 転写の調節を行う調節タンパク質は、プロモーターに結合する。
- b 転写調節領域から転写と翻訳を経て調節タンパク質がつくられる。
- c 転写の調節は、複数の調節タンパク質によって行われる場合がある。
- d 転写の調節は、主にオペロン単位で行われる。
- e 転写は、DNA リガーゼにより抑制される。

IV 生物の環境応答と植物の発生に関する次の文A、Bを読み、各問いに答えなさい。

A カエルのふくらはぎから、(1)座骨神経がついたままの(2)筋肉を取り出し、神経筋標本とした(図1)。神経筋接合部から2 cm離れた座骨神経上のアの部位を電気刺激すると、3.5ミリ秒後に(3)筋収縮が起こった。同様に、6 cm離れた座骨神経上のイの部位を電気刺激すると、4.5ミリ秒後に筋収縮が起こった。

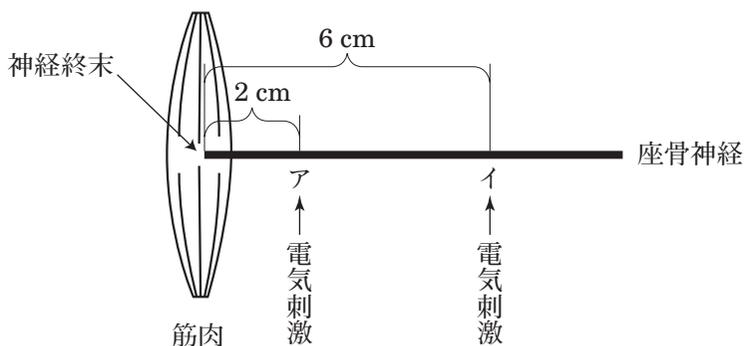


図1

問1 下線部(1)の座骨神経に関する記述として最も適当なものを、次のa～eの中から一つ選びなさい。

31

- a ヒトでは長さが10 m程度になる。
- b 複数の軸索の束からなる。
- c 中枢神経系の神経の一種である。
- d 自律神経系の神経の一種である。
- e 運動神経は含まない。

問 2 下線部(2)について、次の①～④の中で心筋の特徴の組合せとして最も適当なものを、下の a～e の中から一つ選びなさい。 32

- ① 横紋筋 ② 平滑筋 ③ 随意筋 ④ 不随意筋
- a ①, ② b ①, ③ c ①, ④
- d ②, ③ e ②, ④

問 3 下線部(3)の筋収縮に関する記述として最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。 33

- a 筋収縮時には、ゴルジ体からカルシウムイオンが放出される。
- b アクチンフィラメント上のトロポミオシンが ATP を分解する。
- c トロポニン は、カルシウムイオンと結合する。
- d ミオシンは、尾部でアクチンフィラメントと結合する。
- e サルコメアの明帯の長さは変化しないが、暗帯の長さは変化する。

問 4 上のリード文と図 1 を参考にして、この座骨神経の興奮の伝導速度 (m/秒) として最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。 34

- a 4.0 m/秒 b 13.0 m/秒 c 30.0 m/秒
- d 40.0 m/秒 e 400.0 m/秒

問 5 上のリード文と図 1 を参考にして，神経筋接合部での興奮の伝達時間(ミリ秒)として最も適当なものを，次の a～e の中から一つ選びなさい。ただし，興奮が筋繊維に到達してから筋収縮が始まるまでの時間は無視するものとする。

35

- a 1.0 ミリ秒 b 1.5 ミリ秒 c 2.0 ミリ秒
d 2.5 ミリ秒 e 3.0 ミリ秒

問 6 図 1 のアとイの部位を同時に電気刺激したときの筋収縮に関する記述として最も適当なものを，次の a～e の中から一つ選びなさい。

36

- a 3.5 ミリ秒後に 1 回だけ筋収縮が起こる。
b 4.5 ミリ秒後に 1 回だけ筋収縮が起こる。
c 8.0 ミリ秒後に 1 回だけ筋収縮が起こる。
d 3.5 ミリ秒後と 4.5 ミリ秒後に筋収縮が起こる。
e 筋収縮は 1 回も起こらない。

B 花は「がく」「花弁」「おしべ」「めしべ」という花器官から構成される。花が形成されるときには3種類の調節遺伝子(クラス A 遺伝子, クラス B 遺伝子, クラス C 遺伝子)がはたらくが, 茎頂の領域によって発現する調節遺伝子の組合せは異なる。茎頂で花芽が形成される領域を, 外側から内側に順に領域 1 ~ 領域 4 とすると, 領域 1 ではクラス A 遺伝子のみが発現して「がく」となり, 領域 2 ではクラス A 遺伝子とクラス B 遺伝子が発現して「花弁」となる。また, 領域 3 ではクラス B 遺伝子とクラス C 遺伝子が発現して「おしべ」となり, 最も内側の領域 4 ではクラス C 遺伝子のみが発現して「めしべ」となる。また, クラス A 遺伝子とクラス C 遺伝子は互いに発現を抑制するため, 一方が欠損するとすべての領域で他方の遺伝子が発現することになる。

問 7 クラス A 遺伝子が欠損した場合に領域 1 ~ 領域 4 でつくられる花器官として最も適当なものを, 次の **a** ~ **e** の中から一つ選びなさい。ただし, **a** ~ **e** は, 左から順に, 領域 1 から領域 4 の順に並べてあるものとする。

37

- a** めしべ・おしべ・花弁・がく
- b** がく・花弁・花弁・がく
- c** 花弁・がく・がく・花弁
- d** おしべ・めしべ・めしべ・おしべ
- e** めしべ・おしべ・おしべ・めしべ

問 8 クラス B 遺伝子が欠損した場合に領域 1～領域 4 でつくられる花器官として最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。ただし、a～e は、左から順に、領域 1 から領域 4 の順に並べてあるものとする。

38

- a がく・がく・めしべ・めしべ
- b がく・がく・おしべ・おしべ
- c 花弁・花弁・めしべ・めしべ
- d 花弁・花弁・おしべ・おしべ
- e 花弁・がく・めしべ・おしべ

問 9 クラス C 遺伝子が欠損した場合に領域 1～領域 4 でつくられる花器官として最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。ただし、a～e は、左から順に、領域 1 から領域 4 の順に並べてあるものとする。

39

- a めしべ・おしべ・花弁・がく
- b がく・花弁・花弁・がく
- c 花弁・がく・がく・花弁
- d おしべ・めしべ・めしべ・おしべ
- e めしべ・おしべ・おしべ・めしべ

問10 三つの調節遺伝子をすべて欠損した場合、茎頂で分化する器官として最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。

40

- a 花 弁 b が く c おしべ
- d めしべ e 葉

化学基礎・化学

(解答番号は ~ である)

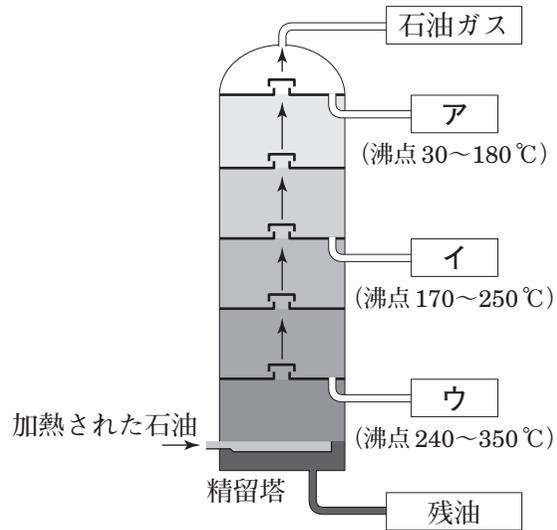
注意 解答に必要な場合には、次の値を用いなさい。

原子量 H = 1.0 C = 12 O = 16 Fe = 55.9

I 次の問い(問1～7)に答えなさい。

問1 石油は次の図のような装置を用いて分留を行っている。図中のア～ウに入る物質の組み合わせとして最も適当なものを、下のa～eの中から一つ選びなさい。

1



| | ア | イ | ウ |
|---|-----|-----|-----|
| a | 灯油 | ナフサ | 軽油 |
| b | 灯油 | 軽油 | ナフサ |
| c | ナフサ | 軽油 | 灯油 |
| d | ナフサ | 灯油 | 軽油 |
| e | 軽油 | ナフサ | 灯油 |

問 2 次の記述のうち下線部が元素でなく単体を示しているものを、次の a ~ e の中から一つ選びなさい。 2

- a アルミニウムは地殻中に質量比で3番目に多く存在している。
- b 過酸化水素は水素と酸素からできている。
- c 空気中には窒素が体積百分率で約78%含まれている。
- d カルシウムは骨に多く含まれている。
- e リンの同素体には赤リンや黄リンがある。

問 3 ステンレス鋼は、鉄と金属 X と Y との合金である。この金属 X と Y の組み合わせとして最も適当なものを、次の a ~ e の中から一つ選びなさい。
3

- a 亜鉛とニッケル
- b 亜鉛とクロム
- c マンガンとニッケル
- d マンガンとクロム
- e ニッケルとクロム

問 4 原子番号が n の原子 X の陽イオン X^{2+} と、原子 Y の陰イオン Y^- の電子配置が同じであった。原子 Y の原子番号を、 n を用いて表した式として最も適当なものを、次の a ~ e の中から一つ選びなさい。 4

- a $n - 3$
- b $n - 2$
- c $n - 1$
- d $n + 1$
- e $n + 2$

問 5 イオンからなる物質が特定の面に沿って割れる性質を何というか。最も適当なものを、次の a ~ e の中から一つ選びなさい。 5

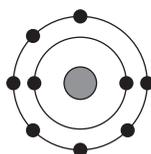
- a 崩壊
- b はく離
- c へき開
- d 解離
- e 融解

問 6 次の図に示す電子配置をもつ原子ア～オに関する記述として誤っているものを、下の a～e の中から一つ選びなさい。ただし、図の中心の丸は原子核を、外側の同心円は電子殻を、同心円上の黒丸は電子を表す。 6

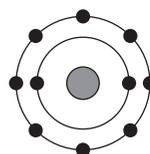
ア



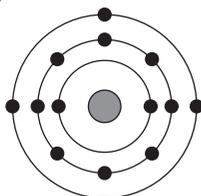
イ



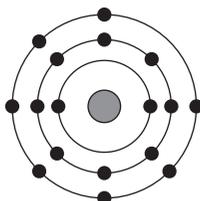
ウ



エ

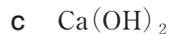


オ



- a エは3価の陽イオンになりやすい。
- b イとオはいずれも1価の陰イオンになりやすい。
- c エとオは周期表の同じ周期に含まれる元素の原子である。
- d アとウは周期表の同じ族に含まれる元素の原子である。
- e ウはア～オの原子の中で最も価電子の数が多い。

問 7 配位結合を含む物質として最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。 7



次頁につづく

II 次の問い(A・B)に答えなさい。

A 濃度がわからない水酸化ナトリウム水溶液 40 mL に 0.40 mol/L の塩酸 80 mL を加えると全量は 120 mL になった。これを溶液 X とする。溶液 X の pH を測定したところ 1.0 であった。ただし、塩酸の電離度は 1.0 とする。

これに関する次の問 1～3 に答えなさい。

問 1 溶液 X 中の水素イオンの物質量は何 mol か。最も適当なものを、次の

a～e の中から一つ選びなさい。 8

- a 8.0×10^{-3} mol b 1.2×10^{-2} mol c 3.2×10^{-2} mol
d 8.0×10^{-2} mol e 1.2×10^{-1} mol

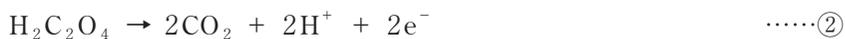
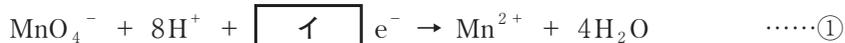
問 2 水酸化ナトリウムと反応した塩化水素の物質量は何 mol か。最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。 9

- a 1.2×10^{-2} mol b 2.0×10^{-2} mol c 3.2×10^{-2} mol
d 4.0×10^{-2} mol e 5.2×10^{-2} mol

問 3 水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度は何 mol/L か。最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。 10

- a 0.10 mol/L b 0.20 mol/L c 0.30 mol/L
d 0.40 mol/L e 0.50 mol/L

B 0.020 mol/L のシュウ酸水溶液 25 mL をコニカルビーカーにとり ア を加えた。この水溶液を温めた後に濃度がわからない過マンガン酸カリウム水溶液を加えていったところ、20 mL 加えたところで反応の終点をむかえた。この反応でシュウ酸と過マンガン酸イオンは、次の①、②のイオン反応式のように反応する。



これに関する次の問 1～3 に答えなさい。

問 1 空欄 ア に入る物質として最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。 11

- a 希塩酸 b 希硝酸 c 希硫酸
d デンプン水溶液 e フェノールフタレイン水溶液

問 2 空欄 イ に入る係数として最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。 12

- a 2 b 3 c 4 d 5 e 6

問 3 過マンガン酸カリウム水溶液のモル濃度は何 mol/L か。最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。 13

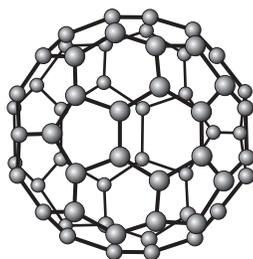
- a 0.010 mol/L b 0.013 mol/L c 0.017 mol/L
d 0.025 mol/L e 0.050 mol/L

Ⅲ 次の問い(A・B)に答えなさい。

A 周期表の14族に属する元素に炭素とケイ素がある。炭素の単体にはダイヤモンドや黒鉛(グラファイト)や(1)フラーレンなどがある。また、炭素の化合物に一酸化炭素がある。一酸化炭素は無色・無臭の有毒な気体であり、高温の一酸化炭素は強い還元性をもっている。(2)ケイ素の単体は天然には存在せず、二酸化ケイ素を電気炉中で、高温で還元すると作ることができる。ケイ素の単体はダイヤモンド型の結晶で、金属のような光沢をもっている。

これに関する次の問1～3に答えなさい。

- 問 1 下線部(1)のフラーレンには次の図のような構造をもつ、分子式 C_{60} の球状の分子が存在する。この分子中には炭素-炭素原子間の結合が何本あるか。最も適当なものを、下の a ~ e の中から一つ選びなさい。 14



- a 60本 b 90本 c 120本 d 180本 e 240本
- 問 2 酸化鉄(Ⅲ) 6.4g を十分な量の一酸化炭素と高温で完全に反応させた。このとき生成した気体の体積は標準状態で何 L か。最も適当なものを、次の a ~ e の中から一つ選びなさい。ただし、標準状態で気体のモル体積は 22.4 L/mol とする。 15

- a 0.90 L b 1.8 L c 2.7 L d 3.6 L e 4.5 L
- 問 3 下線部(2)のケイ素の高純度のものは、電気をわずかに通す。この性質を利用したケイ素の用途として最も適当なものを、次の a ~ e の中から一つ選びなさい。 16

- a 乾燥剤 b 光ファイバー c 吸着剤
d 還元剤 e 太陽電池

B 周期表の2族に属する元素にカルシウムとバリウムがあり、ともに炎色反応を示す。また、どちらの元素の単体も常温で水と反応して水素を発生し、水酸化物になる。

カルシウムの化合物には塩化カルシウムや炭酸カルシウム、バリウムの化合物には塩化バリウムや硫酸バリウムがある。

これに関する次の問1～3に答えなさい。

問1 カルシウムやバリウムに関する記述として誤っているものを、次のa～eの中から一つ選びなさい。 17

- a カルシウムの融点はバリウムの融点より高い。
- b カルシウムは溶融塩電解でつくられている。
- c 単体のカルシウムのほうが単体のバリウムより反応性が大きい。
- d 塩化カルシウムは潮解性があり凍結防止剤に用いられている。
- e 塩化バリウムの水溶液は中性である。

問2 カルシウムの化合物にセッコウがある。セッコウを示す化学式として最も適当なものを、次のa～eの中から一つ選びなさい。 18

- a $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$
- b $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- c $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{3}{2} \text{H}_2\text{O}$
- d $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- e $\text{CaSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

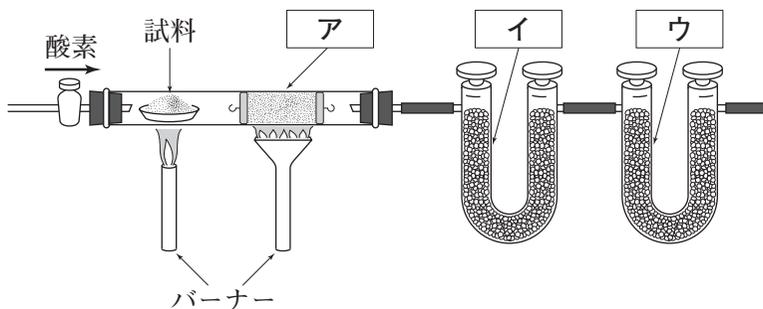
問3 硫酸バリウムの用途として最も適当なものを、次のa～eの中から一つ選びなさい。 19

- a X線造影剤
- b 吸着剤
- c 医療用ギプス
- d 酸化防止剤
- e 漆喰(しっくい)

次頁につづく

IV 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えなさい。

次の図のような元素分析装置を用いて、炭素・水素・酸素のみからなる化合物を完全燃焼させると、図中のイおよびウの質量の増加量から、化合物の組成式を求めることができる。



炭素・水素・酸素のみからなるエステル A の元素分析を行い、A の組成式を求めた。さらに別の測定を行って分子量を求め、A の分子式は $C_5H_{10}O_2$ であることがわかった。

問 1 図中のアに入れる物質とその働きの組み合わせとして最も適当なものを、次の a～d の中から一つ選びなさい。 20

| | 物質 | 働き |
|---|---------|-----|
| a | 酸化銅(I) | 酸化剤 |
| b | 酸化銅(I) | 還元剤 |
| c | 酸化銅(II) | 酸化剤 |
| d | 酸化銅(II) | 還元剤 |

問 2 図中のイ、ウに関する記述として最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。 21

- a イには、ソーダ石灰が用いられる。
- b イでは気体の酸素が吸収される。
- c ウでは、2種類の物質が吸収される。
- d ウの質量の増加量から、試料に含まれる炭素の質量を求めることができる。
- e イとウを通過した気体には、二酸化炭素、水、酸素のいずれも含まれていない。

問 3 A と同じ分子式で表される物質のうち、加水分解により別の化合物が2種類生成する物質の構造異性体の数として最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。ただし、条件に A が当てはまる場合は、その数に A を含むものとする。 22

- a 5 b 6 c 7 d 8 e 9

問 4 A と同じ分子式で表される物質のうち、炭酸水素ナトリウム水溶液に入れると気体が発生する物質の構造異性体の数として最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。ただし、条件に A が当てはまる場合は、その数に A を含むものとする。 23

- a 2 b 3 c 4 d 5 e 6

問 5 A を加水分解すると、酸性の化合物 B と中性の化合物 C が生成した。B には還元性があることが確認された。C を酸化したところ、中性の化合物 D が生成した。D にアンモニア性硝酸銀水溶液を加えて温めてみたが、変化が見られなかった。

これに関する次の問(1), (2)に答えなさい。

(1) 化合物 D として最も適当なものを、次の a ~ e の中から一つ選びなさい。

24

- | | |
|-------------|--------------|
| a アセトアルデヒド | b ジメチルエーテル |
| c アセトン | d エチルメチルエーテル |
| e エチルメチルケトン | |

(2) 下線部の操作を行うことで、確認できる化合物の性質と観察される現象に関する記述として最も適当なものを、次の a ~ e の中から一つ選びなさい。

25

- a 白色沈殿が生じることで、還元性が確認できる。
- b 白色沈殿が生じることで、炭素原子間に不飽和結合をもつことが確認できる。
- c 溶液が赤褐色に変化することで、炭素原子間に不飽和結合をもつことが確認できる。
- d 銀が析出することで、還元性が確認できる。
- e 銀が析出することで、炭素原子間に不飽和結合をもつことが確認できる。

物理基礎・物理

(解答番号は ~ である)

I 次の問い(問1～4)に答えなさい。

問1 一直線の道路を速さ v_0 で進む自動車が急ブレーキをかけたところ、ブレーキをかけてから距離 l だけ進んで停止した。この間に自動車にはたらいた力の大きさは一定とする。ブレーキをかけてから停止するまでの時間はいくらか。最も適当なものを、次の a～e の中から一つ選びなさい。

- a $\frac{1}{2v_0}$ b $\frac{\sqrt{2}l}{2v_0}$ c $\frac{l}{v_0}$ d $\frac{\sqrt{2}l}{v_0}$ e $\frac{2l}{v_0}$

問2 図1のように、鉛直でなめらかな壁面に重さ(重力の大きさ) W の物体を押しあて、水平から 30° だけ上向きの力を加えて物体を静止させた。このときに物体が壁面から受ける垂直抗力の大きさはいくらか。最も適当なものを、下の a～e の中から一つ選びなさい。

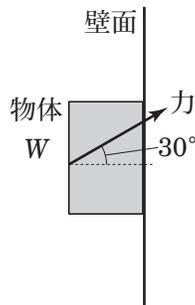


図1

- a $\frac{1}{2}W$ b $\frac{\sqrt{3}}{2}W$ c $\frac{2\sqrt{3}}{3}W$ d $\sqrt{3}W$ e $2W$

問 3 図2のように、熱容量が同じ容器 A, B, C がある。容器 A にはある量の水が入っており、その水と容器 A の温度は 95°C であり、容器 B, C はともに空で温度はともに 20°C である。容器 A に入っている水の全量を容器 B に移してじゅうぶん時間がたつと、容器 B と水の温度は 80°C になった。続いて、容器 B に入っている水の全量を容器 C に移してじゅうぶん時間がたった。容器 C と水の温度はいくらか。最も適当なものを、下の a ~ e の中から一つ選びなさい。ただし、熱は容器と水の間だけでやりとりされるものとする。 3

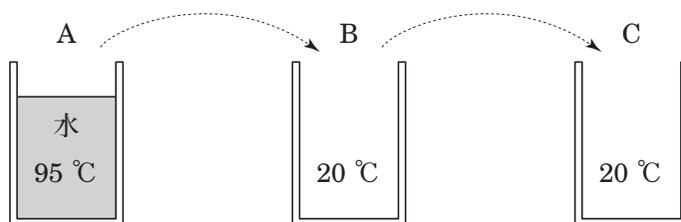


図 2

- a 62°C b 65°C c 68°C d 70°C e 72°C

問 4 熱効率 0.25 の熱機関がある。1 サイクルの間に、この熱機関が低温物体に放出した熱量が 300 J であるとき、高温物体から吸収した熱量は ア J であり、外部にした仕事は イ J である。

空欄 ア ・ イ に入れる数値の組み合わせとして最も適当なものを、次の a ~ e の中から一つ選びなさい。 4

| | ア | イ |
|---|------|-----|
| a | 400 | 100 |
| b | 400 | 200 |
| c | 400 | 300 |
| d | 1200 | 300 |
| e | 1200 | 900 |

II 次の問い(A・B)に答えなさい。

A 図1のように、水平となす角度が 30° の斜面上に質量 m の直方体の物体Aを置くと、物体Aは斜面上で静止した。次に、図2のように、ある質量の直方体の物体Bを物体Aの上側の側面に接触するように斜面上に静かに置くと、物体A、Bは一体となって斜面を下降した。ただし、物体Aと斜面の間の静止摩擦係数を $\frac{\sqrt{3}}{2}$ 、動摩擦係数を $\frac{\sqrt{3}}{4}$ とし、物体Bと斜面の間にはたらく摩擦力は無視できるものとする。また、重力加速度の大きさを g とする。

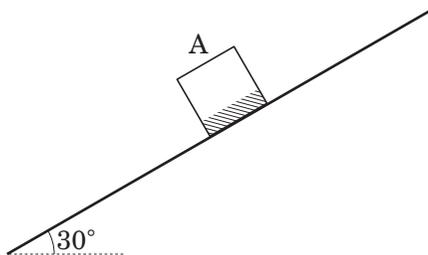


図1

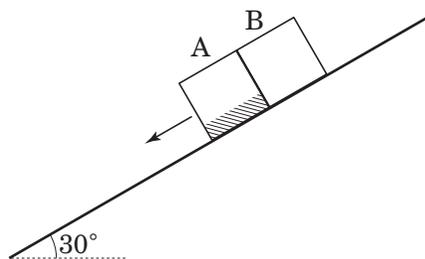


図2

問1 図1で物体Aが斜面上で静止しているとき、物体Aにはたらく静止摩擦力の大きさはいくらか。最も適当なものを、次のa～eの中から一つ選びなさい。

- a $\frac{\sqrt{3}}{4}mg$ b $\frac{1}{2}mg$ c $\frac{3}{4}mg$ d $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$ e mg

問 2 図 2 で、物体 A、B が斜面を下降するためには、物体 B の質量はいくらより大きくなければならないか。最も適当なものを、次の a ~ e の中から一つ選びなさい。

a $\frac{1}{4}m$ b $\frac{\sqrt{3}-1}{2}m$ c $\frac{1}{2}m$ d $\frac{3}{4}m$ e $\frac{\sqrt{3}}{2}m$

問 3 物体 B の質量が m である場合を考える。物体 A、B が一体となって斜面を下降する加速度の大きさはいくらか。最も適当なものを、次の a ~ e の中から一つ選びなさい。

a $\frac{1}{8}g$ b $\frac{3}{16}g$ c $\frac{1}{4}g$ d $\frac{5}{16}g$ e $\frac{3}{8}g$

問 4 問 3 で物体 A、B が一体となって斜面を下降するとき、物体 B が物体 A を斜面に平行な方向に押す力の大きさはいくらか。最も適当なものを、次の a ~ e の中から一つ選びなさい。

a $\frac{3}{16}mg$ b $\frac{1}{4}mg$ c $\frac{5}{16}mg$ d $\frac{3}{8}mg$ e $\frac{1}{2}mg$

B 図3のように、軽いばねの両端にそれぞれ質量 M の物体と質量の無視できる薄い板を付け、板を下にして水平な床面上に置き、物体を静止させた。このとき、ばねは鉛直で、自然の長さから d だけ縮んでいた。

図3の状態から、物体に手で鉛直下向きに力を加えて、ゆっくりと物体を鉛直下向きに $2d$ だけ移動させた(図4)。 d はばねの自然の長さについてじゅうぶん小さいとし、重力加速度の大きさを g とする。

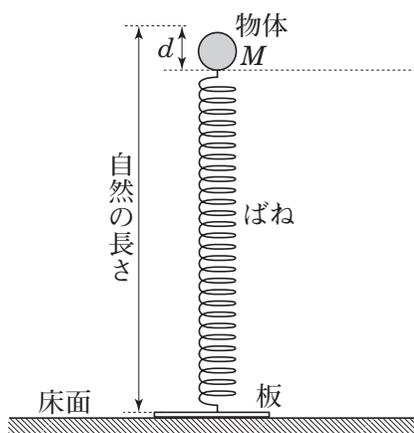


図3

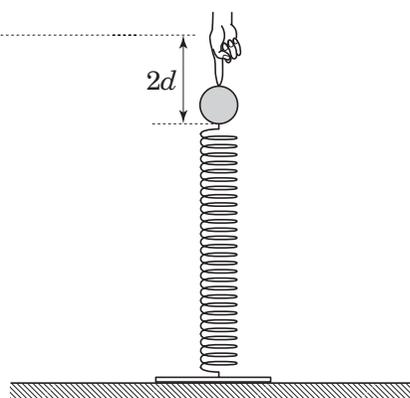


図4

問5 ばねのばね定数はいくらか。最も適当なものを、次の a ~ e の中から一つ選びなさい。 9

- a $\frac{Md}{g}$ b $\frac{2Md}{g}$ c $\frac{Mg}{d}$ d $\frac{2Mg}{d}$ e $\frac{2Mg^2}{d}$

問 6 図 3 で物体が静止しているとき、ばねの弾性力による位置エネルギーはいくらか。最も適当なものを、次の a ~ e の中から一つ選びなさい。 10

- a $\frac{Mgd}{2}$ b Mgd c $2Mgd$ d $\frac{Mgd^2}{2}$ e Mgd^2

問 7 図 4 の状態で静かに手をはなすと、物体は初速度 0 で上昇を始め、ばねが自然の長さになったときに板が床面から離れて、全体が鉛直方向に飛び上がった。物体から静かに手をはなした後について、ばねが自然の長さになってから物体が最高点に達するまでの物体の上昇距離はいくらか。最も適当なものを、次の a ~ e の中から一つ選びなさい。 11

- a $\frac{1}{4}d$ b $\frac{1}{2}d$ c $\frac{3}{4}d$ d d e $\frac{3}{2}d$

Ⅲ 次の問い(A・B)に答えなさい。

A 図1のように、水平面と半径 r の円筒面で構成される質量 M の台が、水平な床面上に置かれ、静止している。点 P から円筒面となり、台の頂点 Q の水平面からの高さは r である。台の水平面上の点 O に質量 m の小球を置き、水平右向きに大きさ v_0 の初速度を与えたところ、小球が点 P を通過後、台も動き始め、小球はちょうど点 Q に到達して折り返した。小球と台の水平面、円筒面の間の摩擦、台と床面の間の摩擦はともに無視できるものとし、重力加速度の大きさを g とする。また、小球と台は同一鉛直面内で運動するものとする。

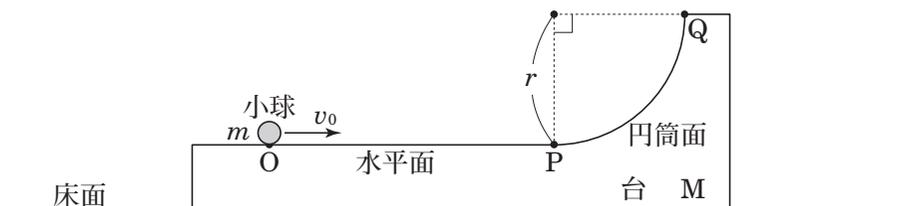


図 1

問 1 小球が点 Q に到達したときの台の速さはいくらか。最も適当なものを、次の a ~ e の中から一つ選びなさい。

12

a $\frac{mv_0}{M}$

b $\frac{mv_0}{M+m}$

c $\frac{Mv_0}{M+m}$

d $\sqrt{v_0^2 - gr}$

e $\sqrt{v_0^2 - 2gr}$

問 2 r はどのように表されるか。最も適当なものを、次の **a** ~ **e** の中から一つ
 選びなさい。 13

- a** $\frac{mv_0^2}{2Mg}$ **b** $\frac{(M+m)v_0^2}{2Mg}$ **c** $\frac{(M+m)v_0^2}{mg}$
d $\frac{mv_0^2}{2(M+m)g}$ **e** $\frac{Mv_0^2}{2(M+m)g}$

問 3 小球が点 Q に到達した後、台の水平面上の点 O に戻ってきたときの、台
 の速さはいくらか。最も適当なものを、次の **a** ~ **e** の中から一つ選びなさい。

14

- a** 0 **b** $\frac{mv_0}{M}$ **c** $\frac{Mv_0}{M+m}$
d $\frac{2mv_0}{M+m}$ **e** $\frac{|M-m|v_0}{M+m}$

問 4 はじめの状態に戻し、点 O で小球に与える初速度の大きさを $2v_0$ にする
 と、小球は点 Q を通過後、上向きに飛び出す。飛び出した小球の最高到達
 点の高さは台の水平面から測っていくらか。最も適当なものを、次の **a** ~ **e**
 の中から一つ選びなさい。 15

- a** $\frac{3}{2}r$ **b** $2r$ **c** $\frac{5}{2}r$ **d** $3r$ **e** $4r$

B 図2のように、水平な床面から高さ $2h$ の天井の点 O に、軽くて伸びない長さ l の糸の一端を付け、糸の他端に質量 m の小球を付けて、その小球に初速度を与えて、床面からの高さが h の点 P を中心として水平面内で等速円運動をさせた。ただし、 $h < l$ とし、重力加速度の大きさを g とする。また、点 O 、 P は同一鉛直線上にある。

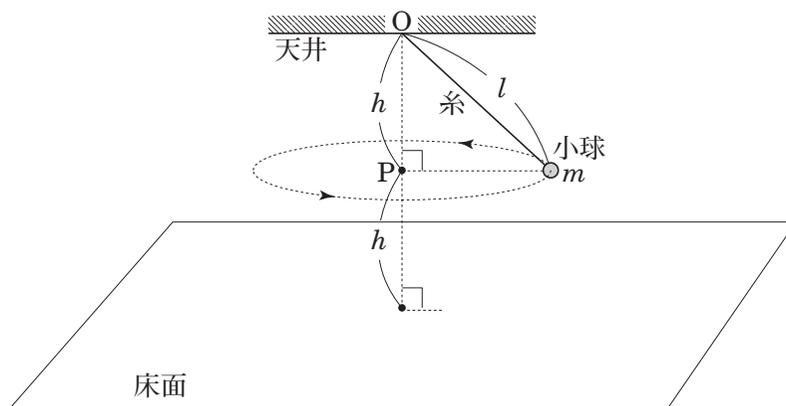


図2

問5 小球にはたらく糸の張力の大きさはいくらか。最も適当なものを、次の

a ~ e の中から一つ選びなさい。

16

a $\frac{hmg}{l}$

b $\frac{lmg}{h}$

c $\frac{\sqrt{l^2 - h^2} mg}{l}$

d $\frac{\sqrt{l^2 - h^2} mg}{h}$

e $\frac{lmg}{\sqrt{l^2 - h^2}}$

問 6 小球にはたらく力の合力の大きさはいくらか。最も適当なものを、次の

a ~ e の中から一つ選びなさい。 17

- a $\frac{hmg}{l}$ b $\frac{lmg}{h}$ c $\frac{\sqrt{l^2 - h^2} mg}{l}$
d $\frac{\sqrt{l^2 - h^2} mg}{h}$ e $\frac{lmg}{\sqrt{l^2 - h^2}}$

問 7 等速円運動をしている小球の角速度はいくらか。最も適当なものを、次の

a ~ e の中から一つ選びなさい。 18

- a $\sqrt{\frac{h}{g}}$ b $\sqrt{\frac{g}{h}}$ c $\sqrt{\frac{l}{g}}$ d $\sqrt{\frac{g}{l}}$ e \sqrt{gl}

IV 次の問い(A・B)に答えなさい。

A 図1は、空気中を進んできた波長 λ の単色光が、水に浮いた厚さ d の油膜の上面と下面で反射する様子を表している。空気の屈折率を1、油の屈折率を n_1 、水の屈折率を n_2 とし、 $n_1 > n_2 > 1$ とする。

n_1 は図1に示した角度 θ と ϕ を用いて、 $n_1 = \boxed{\text{ア}}$ と表される。また、図1の入射光①が点Cで反射するとき、入射光②が点Dで反射するときの位相の変化は、 $\boxed{\text{イ}}$ である。

図1のAA'、BDはともに波面である。光の経路ACDと経路A'Dの光路差を Δ とすると、図1の二つの反射光が強め合う条件は、0または正の整数 $m(m=0, 1, 2, \dots)$ を用いて、 $\Delta = \boxed{\text{ウ}}$ と表される。また、 Δ は d 、 n_1 、 ϕ を用いて、 $\Delta = \boxed{\text{エ}}$ と表される。これらの式より、波長が異なれば、反射光が強め合う方向が異なることがわかる。

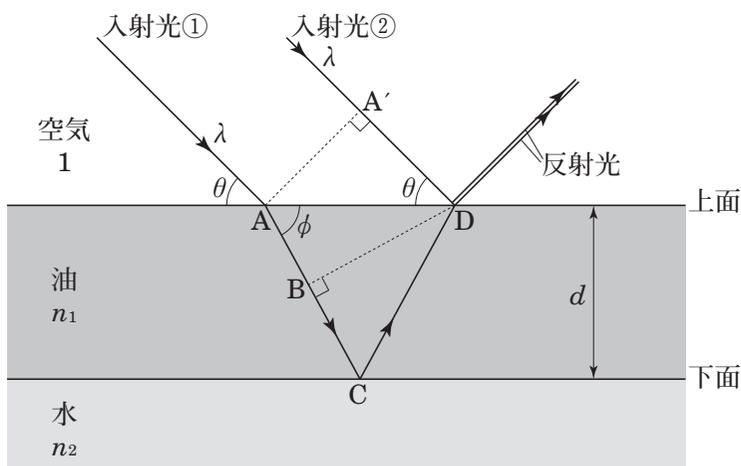


図1

問1 空欄 $\boxed{\text{ア}}$ に入れる式として最も適当なものを、次のa～eの中から一つ選びなさい。 $\boxed{19}$

- a $\frac{\sin \theta}{\sin \phi}$ b $\frac{\cos \theta}{\cos \phi}$ c $\frac{\sin \theta}{\cos \phi}$ d $\frac{\sin \phi}{\sin \theta}$ e $\frac{\cos \phi}{\sin \theta}$

問 2 空欄 に入れる語句として最も適当なものを、次の a ~ e の中から一つ選びなさい。

- a 点 C で $\frac{\pi}{2}$, 点 D で 0 b 点 C で π , 点 D で 0
c 点 C で 0, 点 D で $\frac{\pi}{2}$ d 点 C で 0, 点 D で π
e 点 C で π , 点 D で π

問 3 空欄 に入れる式として最も適当なものを、次の a ~ e の中から一つ選びなさい。

- a $2m\lambda$ b $m\lambda$ c $\frac{1}{2}m\lambda$
d $\left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$ e $\left(\frac{m}{2} + \frac{1}{4}\right)\lambda$

問 4 空欄 に入れる式として最も適当なものを、次の a ~ e の中から一つ選びなさい。

- a $n_1 d \sin \phi$ b $n_1 d \cos \phi$ c $2n_1 d \sin \phi$
d $2n_1 d \cos \phi$ e $\frac{2d \cos \phi}{n_1}$

B 図2は、電気容量がそれぞれ C , $2C$, $3C$ のコンデンサー C_1 , C_2 , C_3 , 抵抗値がともに R の抵抗 R_1 , R_2 , 起電力が V で内部抵抗が無視できる電池 E , および、スイッチ S_1 , S_2 を接続した電気回路である。回路中に点 a , b をとる。はじめ、コンデンサー C_1 , C_2 , C_3 に電荷は蓄えられておらず、スイッチ S_1 , S_2 は開かれている。

まず、スイッチ S_1 だけを閉じてじゅうぶん時間がたった。このとき、コンデンサー C_1 に蓄えられる電気量は である。

次に、スイッチ S_1 を開いてからスイッチ S_2 を閉じて、じゅうぶん時間がたった。このとき、コンデンサー C_3 に蓄えられている電気量は であり、 ab 間の電位差は である。

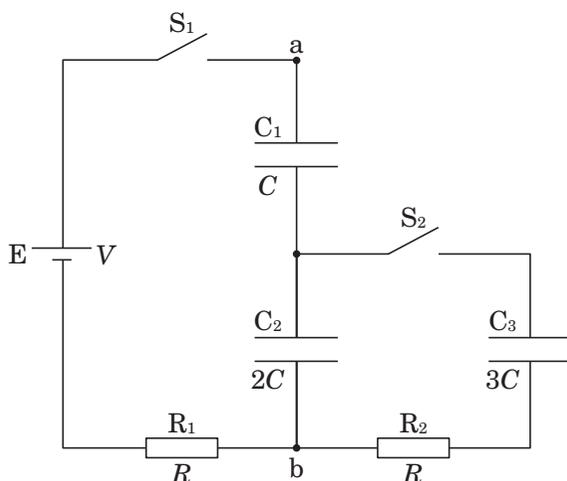


図2

問5 空欄 に入れる式として最も適当なものを、次の $a \sim e$ の中から一つ選びなさい。

- a $\frac{1}{3} CV$ b $\frac{2}{3} CV$ c CV d $\frac{3}{2} CV$ e $3CV$

問 6 空欄 **カ** に入れる式として最も適当なものを，次の a～e の中から一つ選びなさい。 **24**

a $\frac{2}{15} CV$ b $\frac{1}{5} CV$ c $\frac{4}{15} CV$ d $\frac{2}{5} CV$ e $\frac{3}{5} CV$

問 7 空欄 **キ** に入れる式として最も適当なものを，次の a～e の中から一つ選びなさい。 **25**

a $\frac{4}{15} V$ b $\frac{1}{3} V$ c $\frac{2}{5} V$ d $\frac{3}{5} V$ e $\frac{4}{5} V$

注 意 事 項 続 き

4 解答は、解答用紙の解答欄にマークしなさい。マークは**HB・B**の鉛筆(シャープペンシル可)で濃くマークしなさい。解答用紙を折ったり曲げたりしてはならない。

例えば

| |
|---|
| 2 |
|---|

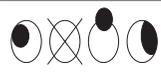
 と表示のある問に対して **c** と解答する場合は、次の(例)のようにマークシートの**2**の**解答欄**の**c**に**マーク**しなさい。

指定欄以外へマークした場合は解答が読み取れなくなる場合があるため、記入しないこと。訂正は、消しゴムできれいに消すこと。

(例)

| 解答 番号 | 解答欄 | | | | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | a | b | c | d | e |
| 1 | (a) | ● | (c) | (d) | (e) |
| 2 | (a) | (b) | ● | (d) | (e) |

(マークの仕方)

| 良い例 | 悪い例 |
|-----|--|
| ● |  |

5 試験終了後には、問題冊子の上に解答用紙を裏返して置きなさい。解答用紙の回収後は監督者の指示に従うこと。

6 問題冊子は持ち帰ること。