

令和3年度 生命環境学部 生命分子化学科
学校推薦型選抜 総合問題

必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量 H 1.0, N 14, O 16, Na 23, P 31

【注 意】

- 1 机上に受験票を提示しておくこと。
- 2 監督者の指示があるまで、この冊子を開いてはいけない。
- 3 解答は必ず別紙の解答用紙の指定された箇所に横書きで記入すること。
- 4 解答用紙の所定の欄に受験番号・氏名を必ず記入すること。
- 5 この冊子は、問題（余白を含めて9ページ）および解答用紙（4枚）からなっている。
- 6 この冊子のうち、落丁・乱丁および印刷の不鮮明な箇所があれば、手を上げて申し出ること。
- 7 字数制限のある出題では、句読点やカッコはそれぞれ1字として数える。
- 8 問題冊子は持ち帰ること。

令和3年度 生命環境学部 生命分子化学科
学校推薦型選抜 総合問題 正誤表

表紙

誤

必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量 H 1.0, N 14, O 16, Na 23, P 31

正

必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量 H 1.0, C 12, N 14, O 16, Na 23, P 31

1 次の英文を読み、問1～問4に答えなさい。

(25点)

(著作権の関係で不掲載)

(出典：Kelsey Houston-Edward 著 “Numbers Game”, SCIENTIFIC AMERICAN, September 2019 より抜粋, 改変)

問1 文中の①, ②に最も適切な英単語を入れ、英文を完成しなさい。

問2 下線部③の英文を日本語に訳しなさい。

問3 a, d を正の整数とする。 $x_1 = a, x_2 = a + d, x_3 = a + 2d$ とおく。 x_1, x_2, x_3 がすべて素数であるとき、次の(1), (2)に答えなさい。

(1) a は奇数であることを示しなさい。

(2) d は偶数であることを示しなさい。

問4 $\sqrt{588n}$ を整数にする最小の自然数 n を求めなさい。

2 次の文章を読み、問1～問8に答えなさい。

(25点)

(著作権の関係で不掲載)

(出典：biology dictionary net より転載)

生体内ではATP () という分子がエネルギーの「通貨」として広く使われている。ATPのもつエネルギーの大きさを色々なエネルギーと比べて考えてみよう。

ATPがADPと無機リン酸に される時に細胞内で発生するエネルギーは、上の文章にある化学的なエネルギー 30.6 kJ/mol よりもずっと大きく、約 42 kJ/mol である。

18歳女子が1日に必要とするエネルギーは、約 kcal であり、1 kcal = 4.2 kJ をもとに、単位を kcal から kJ に変換すると kJ となる。

ATPの分子式は $C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3$ であるから、分子量は である。

食事により摂取したエネルギー kJ の50%がADP → ATPの合成反応に使われるとすれば、1日にATPを mol 合成していることになり、その質量は kg である。

位置エネルギーは mgh で表される。 g は と呼ばれ、その値は m/s^2 である。

今, ATP 0.1 mol のエネルギーで, ある質量のものを 10 m 持ち上げるとする。

ATP 0.1 mol から細胞内で発生するエネルギー E は J であるから, 持ち上げられる質量は kg となる。

次に, 生物燃料電池を用いて ATP → ADP の反応によって電力を取り出すことを考えてみよう。ATP 0.1 mol のエネルギーが全て電力量 W に変換され, 電力 P を 1000 秒間発生できたとする。

電力量 W は J であるから, 電力 P は W である。発生した電圧 E が 2 V であったとすれば, 電流 I は A となる。

通常の LED 電球の消費電力は数 W 程度なので, 0.1 mol の ATP のエネルギーで 15 分程度は点灯できることがわかる。

- 問 1 空欄アに入る ATP の名称を日本語で示しなさい。
- 問 2 空欄イに入る化学反応の名称を日本語で示しなさい。
- 問 3 空欄ウに入る数値を有効数字 1 桁で示しなさい。
- 問 4 空欄エに入る数値を有効数字 2 桁で示しなさい。
- 問 5 空欄オに入る数値を有効数字 3 桁で示しなさい。
- 問 6 空欄カ, キに入る数値をそれぞれ有効数字 2 桁で示しなさい。
- 問 7 空欄クに入る名称を示しなさい。
- 問 8 空欄ケ～スに入る数値をそれぞれ有効数字 2 桁で示しなさい。

3 次の英文を読み、問1～問4に答えなさい。

(25点)

(著作権の関係で不掲載)

(出典：The American Heritage Science Dictionary (2005) より抜粋，改変)

organism：生物，photosynthesis：光合成，algae：藻類，cyanobacteria：シアノバクテリア，carbohydrate：炭水化物，pigment：色素，wavelength：波長，chlorophyll：クロロフィル，frequency：周波数

問1 下線部(a)で起こる反応の化学反応式を答えなさい。ただし，carbohydrateとしてはグルコース ($C_6H_{12}O_6$) が生成するものとする。

問2 次の文章の (ア) ～ (ケ) に入る最も適切な語句または数字を答えなさい。

下線部(b)の chloroplasts は葉緑体のことである。細胞小器官の中で葉緑体と (ア) は、核に存在するものとは別に、独自の (イ) を持っている。これは、葉緑体と (ア) の起源が、他の細胞の内部に入り込んだ原核生物であると言う (ウ) 説を裏付ける証拠のひとつである。

(イ) は遺伝子の本体であり、リン酸、デオキシリボース、(エ) で構成されている。その遺伝情報は、(オ) 種類の (エ) の配列によって決められており、それにしたがって (カ) が合成される。この時、まず (イ) の遺伝情報が (キ) に転写され、次にその情報に基づいて (ク) が次々と結合することで (カ) に翻訳される。(カ) は生物の生命活動の様々な場面で重要な働きをしている。生物の体内で起こる化学反応を触媒する (ケ) も、おもに (カ) からできている。

問3 この英文では、下線部(c)はどのような働きをしていると述べられているか。日本語で答えなさい。

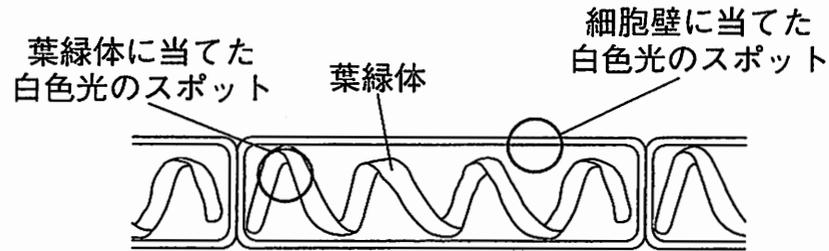
問4 好気性細菌（酸素を使って呼吸を行う細菌）と、らせん状のリボン形の葉緑体を持つ藻類であるアオミドロを用いて、次の実験を行った。これについて、(1)、(2)に答えなさい。

スライドガラスに、好気性細菌を含む水とアオミドロを乗せて、カバーグラスをかぶせ、そのまわりにワセリンをぬって封入し、プレパラートを作った。このプレパラートをしばらく暗所においた後、明所に移して顕微鏡で観察をすると、好気性細菌がアオミドロの周囲に集まっていることがわかった。そこでより詳しく調べるため、新しく作成した2つのプレパラートを暗所にしばらくおいた後、それぞれ次の2種の処理を行いながら、好気性細菌の集まる様子を顕微鏡で観察した。

処理① 暗所でアオミドロの葉緑体と細胞壁に、それぞれ太陽光のような白色光のスポットライトを当てた。

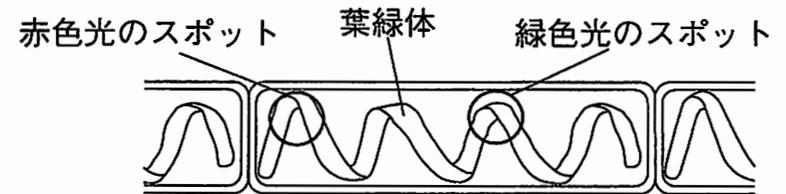
処理② 暗所でアオミドロの葉緑体の別々の部分に、それぞれ赤色光と緑色光のスポットライトを当てた。

処理①



アオミドロの細胞

処理②



アオミドロの細胞

- (1) 処理①を行うと、好気性細菌はスポットライトを当てた葉緑体の部分に多く集まったが、スポットライトを当てた細胞壁の部分にはほとんど集まらなかった。なぜそのような結果になったのか、理由を60字程度で答えなさい。
- (2) 処理②を行った場合、好気性細菌がより多く集まるのは、赤色光を当てた部分と緑色光を当てた部分のどちらと考えられるか。より多く集まる光の色を答えなさい。またその理由を100字程度で答えなさい。

(余 白)

4 実験1～実験4の内容を読み、問1～問7に答えなさい。

(25点)

実験1 (a)金属ナトリウム 1.84 gが入った容器に水を少しずつ加えていくと激しい反応が起きた。この反応によって生成した気体は全て別の容器に捕集した。反応が収まった後の水溶液にさらに水を加えて溶液量を 100 mL にし、これを溶液 A とした。

実験2 (b)捕集した気体に等しい物質量の塩素ガスを加え完全に反応させた後、生成物を全て水に溶解させ、その溶液量を 100mL にし、これを溶液 B とした。

実験3 デンプン $(C_6H_{10}O_5)_n$ 0.810 g を加水分解して全てグルコース $C_6H_{12}O_6$ に変えたのち、(c)グルコースを完全にアルコール発酵させ、(d)発生した気体を全て 100 mL の溶液 A に吸収させ、これを溶液 C とした。

実験4 溶液 C にフェノールフタレイン指示薬を数滴加えた後に、溶液 B を徐々に滴下していくと、やがて(e)溶液が赤色から無色に変化した。その後、メチルオレンジ指示薬を加えた後に溶液 B をさらに加えていくと、やがて(f)溶液が黄色から赤色に変化した。

問1 下線部(a)～(c)に対応する反応式をそれぞれ示しなさい。

問2 下線部(d)の操作で吸収された気体は溶液中で主にどのような形態をとるか、イオン式で示しなさい。

問3 実験1で得られた溶液 A に含まれる主な陽イオンの種類とモル濃度を答えなさい。

問4 実験2で得られた溶液 B に含まれる主な陰イオンの種類とモル濃度を答えなさい。

問5 実験3のデンプンの加水分解によって得られるグルコースの物質質量 (mol) を答えなさい。

問6 実験4において下線部(e)の変化が起こるまでに要した溶液Bの添加量 (mL) を有効数字3桁で示しなさい。その際、計算過程と考え方もあわせて示しなさい。

問7 実験3において下線部(c)の代わりにグルコースを完全に燃焼させ、発生した気体を全て溶液Aに吸収させ、これを溶液Dとした。これについて、(1)、(2)に答えなさい。

(1) 実験4において溶液Cの代わりに溶液Dを用いた場合、下線部(e)、(f)の変化が全て起こるまでに要した溶液Bの添加量 (mL) の合計量を求めなさい。

(2) 上の(1)で得られた滴定曲線について、開始点 (●) と終点 (■) のみ図に示した。両点の間を書き足すことで滴定曲線を完成しなさい。

