

2020年度 適性検査

「理科の基礎問題(化学基礎・生物基礎)」

【1】 次の問い（問1～8）に答えなさい。

(配点 50 点)

必要があれば、原子量などは次の値を使いなさい。

H 1.0 He 4.0 N 14.0 Al 27.0 Cl 35.5

また、0 °C、 1.013×10^5 Pa（標準状態）における気体の
モル体積は 22.4 L/mol とする。

問1 原子がもつ最外殻電子には、対をつくる電子と対をつくらない電子(不対電子)がある。次の(ア)～(オ)の原子のうち、最外殻電子中の不対電子が最も多いものを選び、記号で答えなさい。

(ア) Al (イ) C (ウ) Ca (エ) F (オ) S

問2 次の文章中の下線部(a)～(d)のうち、誤っているものをすべて選んだものを下の(ア)～(カ)から一つ選び、記号で答えなさい。

陽イオンと陰イオンとの^(a)静電気力による結びつきをイオン結合という。陽イオンと陰イオンからなる物質は、構成イオンの種類と数の比を示した式で表され、これを^(b)イオン式という。

陽イオンと陰イオンが規則正しく配列したイオン結晶は、電気を^(c)よく通す。また、イオン結晶は固いが、外部から強い力を与えると特定の面に沿って割れる。この現象は^(d)へき開とよばれる。

(ア) (a) のみ (イ) (c) のみ (ウ) (a) と (c)
(エ) (b) と (c) (オ) (b) と (d) (カ) (c) と (d)

問3 窒素 4.20 g とヘリウム 0.400 g を混合した。この混合気体の平均分子量はいくらか。有効数字 3 桁で答えなさい。

問 4 ある量のアルミニウムに塩酸を加えて完全に反応させると、標準状態で 336 mL の水素が発生した。アルミニウムは何 g であったか。有効数字 3 桁で答えなさい。

問 5 2.00 mol/L の酢酸水溶液 10.0 mL を水でうすめて 250 mL とした。このうすめた酢酸水溶液の pH は、25 °C において 3 を示した。このうすめた水溶液中の酢酸の 25 °C における電離度はいくつか。有効数字 3 桁で答えなさい。

問 6 図 1 のように、イオン化傾向の異なる金属を電解液に浸すと電池ができる。

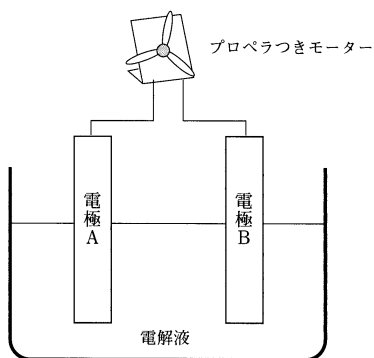


図 1

電極 A・B の金属と電子の流れる向きを組合せとして最も適当なものを次の(ア)～(オ)から一つ選び、記号で答えなさい。

	電極 A	電極 B	電子の流れる向き
(ア)	亜鉛	鉄	B から A
(イ)	亜鉛	銅	B から A
(ウ)	銀	アルミニウム	A から B
(エ)	銀	鉄	A から B
(オ)	鉄	銅	A から B

問7 図2のように、黒色の水性インクをろ紙の下方につけ、下端を水に浸すと、ろ紙を伝って水が移動するとともにインクの成分(色素)も移動して、成分ごとに分離される。

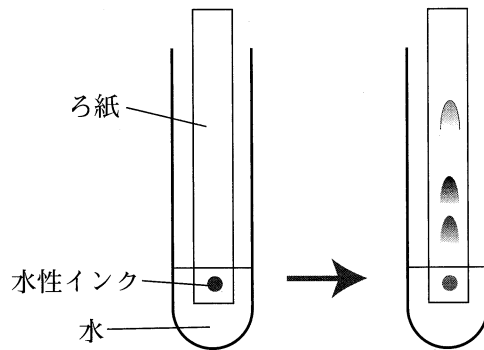


図 2

このようにインクの成分が分離されるのは、インクの成分のある性質の違いによる。この説明に関する次の文中の□に適する語句を答えなさい。

インクの成分ごとに、ろ紙への□が異なるから。

問 8 0.10 mol/L の酸 A の水溶液に 0.10 mol/L の塩基 B の水溶液を加えていったときの滴定曲線は、次の図 3 のようである。

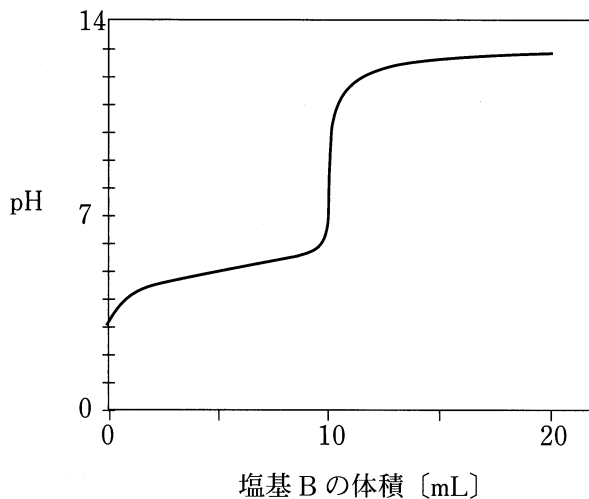


図 3

(1) 酸 A と塩基 B の組合せとして最も適当なものを次の(ア)～(エ)から一つ選び、記号で答えなさい。

	酸 A	塩基 B
(ア)	塩酸	水酸化ナトリウム
(イ)	塩酸	アンモニア
(ウ)	酢酸	水酸化ナトリウム
(エ)	酢酸	アンモニア

(2) これより、濃度がわからない酸 A の水溶液に塩基 B の水溶液を滴下して酸 A の濃度を調べるときに用いる指示薬として、フェノールフタレインは適切であるが、メチルオレンジは不適切であると判断した。フェノールフタレインが適切な理由と、メチルオレンジが不適切な理由を、それぞれ説明しなさい。ただし、フェノールフタレインの変色域は pH 8.0～9.8、メチルオレンジの変色域は pH 3.1～4.4 であるとする。

【2】 次の問い（問1～8）に答えなさい。

（配点 50 点）

問1 細胞Aの大きさを、光学顕微鏡とマイクロメーターを利用して調べたい。接眼マイクロメーターと対物マイクロメーターをセットして接眼レンズをのぞいたところ、両マイクロメーターの目盛りの関係は図4のようになった。同じ倍率で、接眼マイクロメーターを光学顕微鏡に残した上で細胞Aを封じたプレパラートを適切な方法で検鏡すると、細胞Aの長径は接眼マイクロメーターの20目盛りに相当した。なお、対物マイクロメーターには1/100 mmの間隔で目盛りが刻まれていることがわかっている。細胞Aの長径は何 μm か。整数で答えなさい。

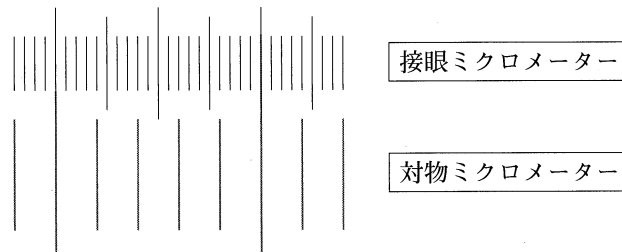


図 4

問2 ある生物の2本鎖DNAについて、一方の鎖(X鎖)を構成する全塩基に占めるA(アデニン)の数の割合(%)は20%であった。また、他方の鎖(Y鎖)を構成する全塩基に占めるC(シトシン)とG(グアニン)の数の割合はそれぞれ25%、15%であった。この2本鎖DNAについて正しい記述を次の(ア)～(オ)から一つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) X鎖を構成する全塩基に占めるT(チミン)の数の割合は20%である。
- (イ) X鎖を構成する全塩基に占めるGの数の割合は15%である。
- (ウ) Y鎖を構成する全塩基に占めるTの数の割合は30%である
- (エ) Y鎖を構成する全塩基に占めるAの数の割合は40%である。
- (オ) この生物の2本鎖DNAを構成する全塩基に占める各塩基の割合は、A、T、G、Cで等しく、25%ずつである。

問3 細胞について正しい記述を次の(ア)～(オ)から一つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) ミトコンドリアではATPが合成されるが、葉緑体ではATPは消費されるだけで合成されることはない。
- (イ) 植物細胞にみられる細胞壁は物理的に強固であるため、動物細胞と異なり植物細胞は細胞膜を欠く。
- (ウ) 植物や動物のからだを構成する体細胞は、核の中に2組のゲノムをもつ。
- (エ) 生体内での化学反応の多くは酵素によって促進されるが、酵素は細胞内でのみ活性を示す。
- (オ) ある種の真核細胞が別の細胞内に共生することで、ミトコンドリアや葉緑体に発達したと考えられている。これを細胞内共生説という。

問4 表1は、あるヒトの血しょう、原尿、尿の成分を質量パーセント濃度で表したものである(通常では考えにくい異常な値を示している成分もある)。健常者の尿生成や表1について正しい記述を下の(ア)～(オ)から一つ選び、記号で答えなさい。

表 1

成分	血しょう	原尿	尿
タンパク質	7.2	0.7	0.1
グルコース	0.1	0.1	0.15
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

- (ア) 健常者の場合、通常、タンパク質は原尿中にこし出された後すべて再吸収されるため、尿中に検出されることはない。
- (イ) 健常者の場合、通常、グルコースは原尿中にこし出されることがないため、尿中に検出されることはない。
- (ウ) 表1のデータから考えると、カリウムイオンの濃縮は、ほぼ起こらない。
- (エ) 表1のデータから考えると、カルシウムイオンの方が尿素よりも再吸収率が低い。
- (オ) 表1のデータから考えると、尿素の方がナトリウムイオンよりも再吸収率が低い。

問5 体内環境の維持について誤りを含むものを次の(ア)～(オ)から一つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 肝臓は、血しょう中に含まれるタンパク質を合成したり、消化液である胆汁を合成したりする。
- (イ) 大動脈や肺静脈には動脈血が、大静脈や肺動脈には静脈血が、それぞれ流れている。
- (ウ) 副腎髄質からのアドレナリン分泌の抑制や立毛筋の弛緩は、副交感神経のはたらきによって起こる。
- (エ) 放出ホルモンやバソプレシンは、視床下部にある神経分泌細胞で合成される。
- (オ) 生活習慣が原因であることが多いⅡ型糖尿病では、インスリン標的細胞のインスリン感受性が低下していることがある。

問6 獲得免疫である体液性免疫と細胞性免疫のそれぞれについて関係する細胞の組合せとして正しいものを次の(ア)～(カ)から一つ選び、記号で答えなさい。

体液性免疫

細胞性免疫

- | | |
|------------------------|--------------------|
| (ア) キラー T 細胞、B 細胞 | 樹状細胞、マクロファージ |
| (イ) キラー T 細胞、樹状細胞 | 樹状細胞、マクロファージ |
| (ウ) キラー T 細胞、ヘルパー T 細胞 | キラー T 細胞、ヘルパー T 細胞 |
| (エ) B 細胞、マクロファージ | B 細胞、ヘルパー T 細胞 |
| (オ) B 細胞、ヘルパー T 細胞 | B 細胞、ヘルパー T 細胞 |
| (カ) 樹状細胞、ヘルパー T 細胞 | 樹状細胞、ヘルパー T 細胞 |

問7 図5は、光—光合成曲線とよばれる光の強さと植物によるCO₂の吸収速度との関係を示したものである。図5において、光の強さが0のときのCO₂放出速度は呼吸速度とよばれ、植物は常にこの一定の速度で呼吸を行いCO₂を放出する。そして、光の強さが強くなるにつれて植物による光合成は活発になり、図5のように光合成速度が上昇する。光合成速度が呼吸速度を上回ると、植物は体外からCO₂を吸収するようになる。このときのCO₂吸収速度を、見かけの光合成速度という。

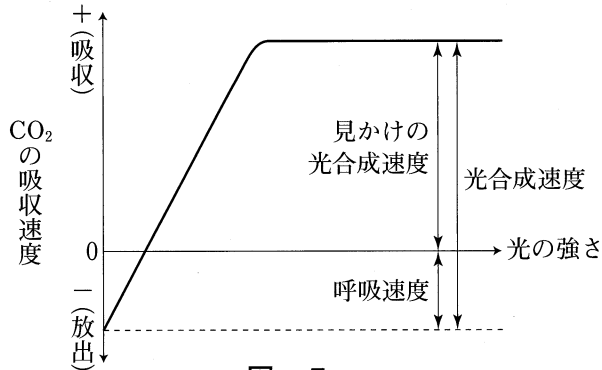


図 5

生態系内において、生産者が光合成によって無機物から有機物を生産する過程を物質生産という。図6は、ある森林における森林の年齢(林齢)と物質生産に関する複数の指標との関係を示したものであり、図6中のア～オはそれぞれ幹や根の呼吸量、葉の呼吸量、生産者全体の呼吸量、および、、のいずれかである。次の文章中の、に当てはまるものを図6中のア～オからそれぞれ一つずつ選び、記号で答えなさい。

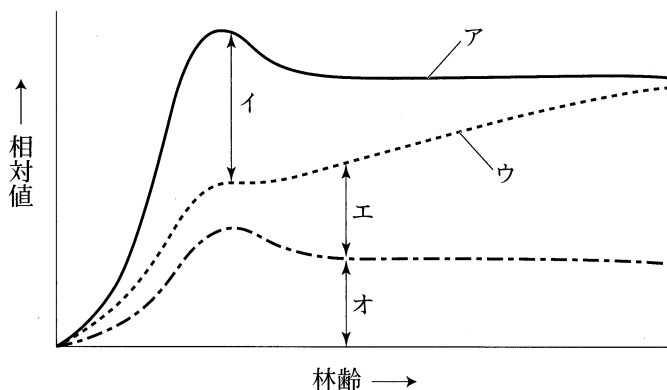


図 6

森林の物質生産は、林齢とともに変化する。林齢が小さい森林では、林齢の増加に伴ってが増加していく。は、生産者の光合成速度(光合成量)に相当するから呼吸速度(呼吸量)を差し引くことで求められる。したがって、は見かけの光合成速度(見かけの光合成量)にあたるものといえる。その後、林齢の大きい森林へと遷移していく過程において、はほぼ一定となる。一方、幹や根などの蓄積に伴い呼吸量が大きくなるため、は減少していく。

問 8 図 7 は、生態系における非生物的環境と生物的環境を構成する各栄養段階の間の物質とエネルギーの移動の様子を模式的に示したものである。

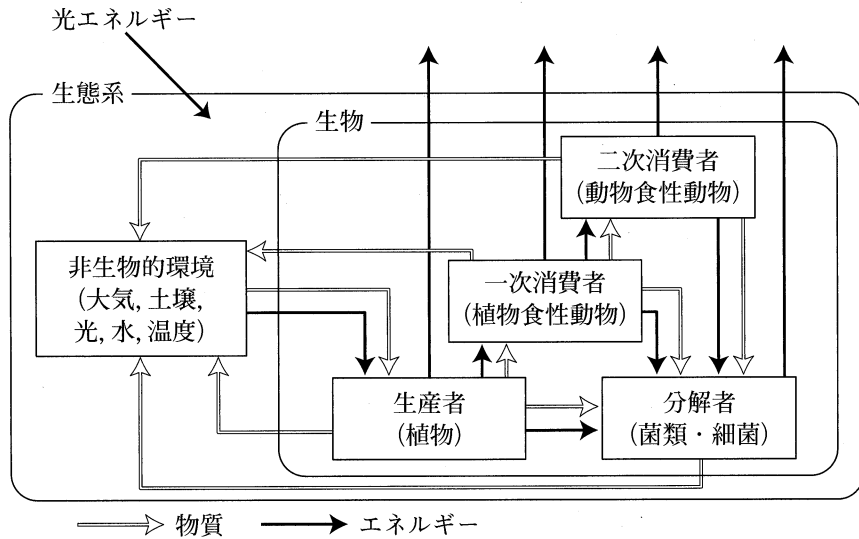


図 7

- (1) 生産者、消費者、分解者が共通して非生物的環境へ戻す物質を一つ答えなさい。
- (2) 図 7 から判断できる、生態系における物質とエネルギーの移動の相違点を、30 字以内で説明しなさい。