

8月選抜

令和2年度 教育実践高度化専攻
理数系教科マネジメントコース（理科） 試験問題

受験番号					
------	--	--	--	--	--

令和2年度 [教職] 教育実践高度化専攻 理数系教科マネジメントコース (理科) 試験問題

注意事項

1 ページに記載されている問題 I は必答である。

問題 I [理科教育]

小学校・中学校における理科は、「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」の4つを柱とする内容から構成されている（小学校学習指導要領および中学校学習指導要領，平成29年告示）。このうち、「生命」を柱とする内容に関して，次の問い（問1～問3）に答えよ。

問1 小・中学校における「生命」を柱とする内容は，さらに3つの内容に分けられる。この3つの内容とはどのようなものか答えよ。

問2 小学校での生物の観察には，観察器具として虫めがね，生物顕微鏡，解剖顕微鏡が使われる。これらの観察器具を使う単元内容を各1つ答えよ。また，虫めがねおよび生物顕微鏡の操作方法と指導上の留意点を答えよ。

問3 中学校3学年の内容「生物と環境」では，「自然環境を調べる観察，実験などを行い，自然界のつり合いについて理解させること」とされている。自然界のつり合いについて理解させるための観察，実験について，その内容を具体的に答えよ。

令和2年度 [専門] 教育実践高度化専攻 理数系教科マネジメントコース (理科) 試験問題

注意事項

1. 2～5ページに記載されている問題I～問題IVのうちから、1問題を選択して解答すること。
2. 解答用紙には、選択した問題番号を記入すること。

問題I [物理学]

質量 m の物体の自由落下を考える。 v, t, m, g をそれぞれ物体の速度 (運動の向きを正とする)、時刻、物体の質量、重力加速度の大きさとするとき、真空中の物体の運動は $m\dot{v} = mg$ によって記述される (ただし \dot{v} は dv/dt を表す)。一方で気体や液体といった媒質は粘性をもつため、物体の形状や速度、あるいは媒質の特性によって異なる抵抗力が作用する。よく知られているものとして、抵抗力が速度に比例する場合 (A) と、抵抗力が速度の2乗に比例する場合 (B) がある。それぞれの場合について、物体の運動は

$$m\dot{v} = mg - k_1v \quad (\text{A})$$

$$m\dot{v} = mg - k_2v^2 \quad (\text{B})$$

と書ける。ここで係数 k_1, k_2 はともに正の定数である。いずれの場合も、物体の速度は運動とともに一定の値 (終端速度という) に到達する。次の問い (問1～問4) に答えよ。

- 問1 係数 k_1, k_2 の単位をそれぞれ答えよ。ここで単位は長さ (m)、質量 (kg)、時間 (s) により組み立てられ、例えば加速度の単位は m/s^2 である。
- 問2 物体の終端速度を A, B それぞれの場合について答えよ。
- 問3 運動方程式の解を A, B それぞれの場合について答えよ。ただし初期条件として $t=0$ のとき $v=0$ とする。
- 問4 物体の速度が終端速度に向かって指数関数的に変化し、 t を含む項が $\exp(-t/\beta)$ のように書けるとき、係数 $\beta > 0$ を時定数という。時定数は重力加速度に依存するか否か、A, B それぞれの場合について答えよ。

問題Ⅱ [化学]

一般に、固体中では原子間に化学結合が形成されることで、原子が凝集していると考えられることができる。この化学結合は、共有結合、イオン結合、金属結合などに大別される。このような化学結合により形成される固体に関する次の問い（問1～問3）に答えよ。

問1 有機化合物においては、2つの炭素が共有結合を形成する際に、2つの原子価電子（電子対）を共有するという考え方がある。この考えに基づくと、メタンなど飽和炭化水素中の炭素は、周囲の原子と4組の電子対、つまり合計8つの電子を共有することになる。この規則の名称を答えよ。

問2 金属結合により形成される結晶によくみられる最密充填構造では、1つの原子の周りに隣接する原子の数、いわゆる配位数が最大となる。同一層だけでなく、上下の層にも隣接する原子があることに注意し、図1を参考にして、この配位数を求めよ。

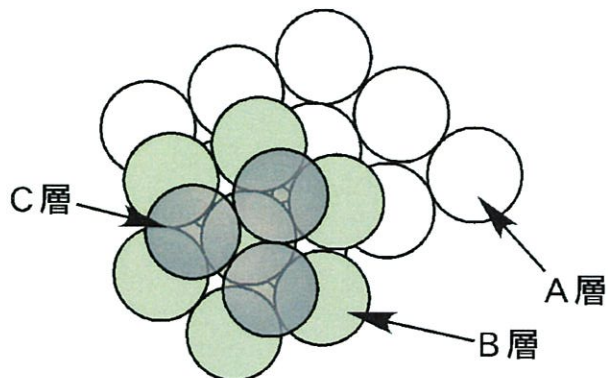


図1

問3 イオン結合により形成される結晶の場合、陽イオンと陰イオンのイオン半径の比を用いることで、陽イオンの周りの陰イオンの配位数を見積ることができる。その結果は表1のように整理されるが、次のア～ウの化合物の場合、陽イオンに対する陰イオンの配位数がいくらになると見積ることができるか、カッコ内に示したそれぞれのイオン半径（Å）を基に求めよ。また、それぞれの結晶構造が、図2に示したA～Eのいずれになると予想されるか、化合物中の原子比に注意して答えよ。ただし、図2はそれぞれ単位格子を示しており、灰色の丸は陽イオンの位置を、白丸は陰イオンの位置を示している。

ア MgO (Mg^{2+} :0.86, O^{2-} :1.26)

イ CsCl (Cs^{+} :1.69, Cl^{-} :1.81)

ウ TiO_2 (Ti^{4+} :0.75, O^{2-} :1.26)

表1

半径比 (r^+/r^-)	配位数	配列の型
0.000~0.155	2	直線
0.155~0.225	3	三角形
0.225~0.414	4	四面体
0.414~0.732	6	八面体
0.732~1.000	8	立方体
1.000	—	最密充填

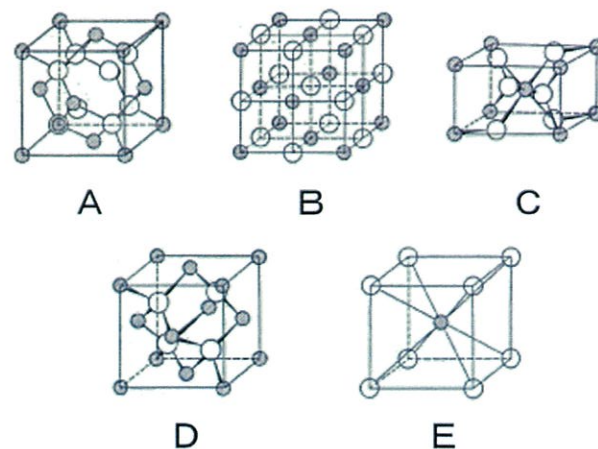
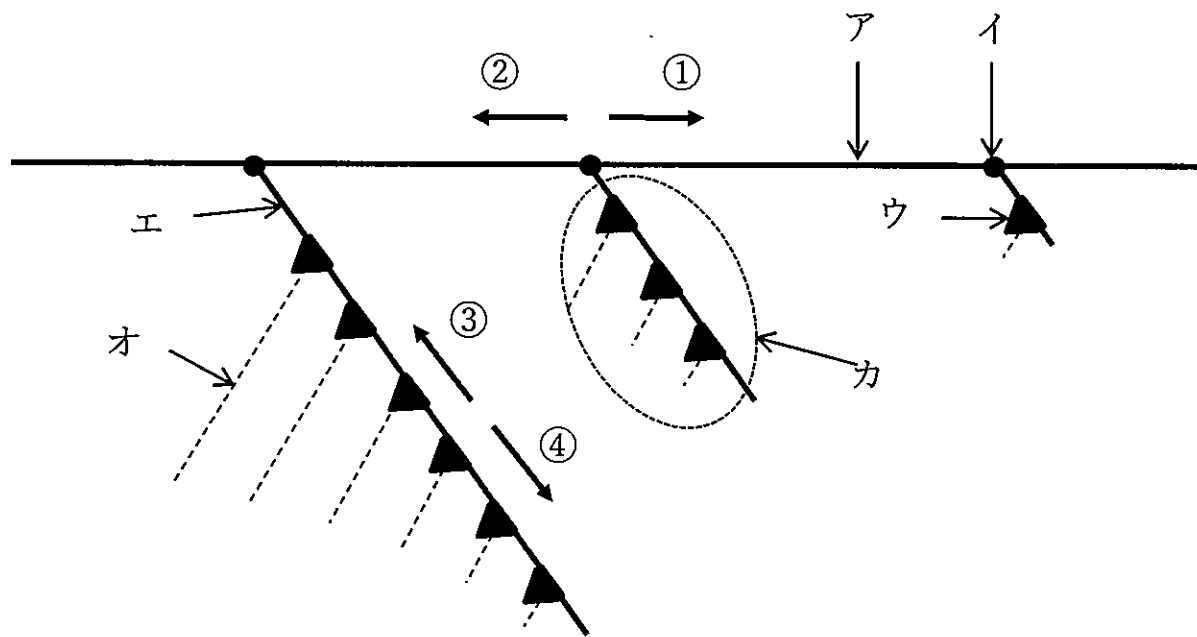


図2

※注 半径比1.000の配位数については、問2の答えとなるため示していない。

問題Ⅲ〔生物学〕

次の図は、大腸菌のタンパク質合成過程を模式的に示したものである。下の問い（問1～問4）に答えよ。



問1 図中のア～カで示されたものは何か答えよ。

問2 図中のエおよびオの合成方向を①～④からそれぞれ選び答えよ。

問3 電子顕微鏡で観察したところ、アはエよりも太く見えた。その理由を述べよ。

問4 大腸菌のタンパク質合成過程と真核生物のタンパク質合成過程の相違点を述べよ。

問題IV〔地学〕

次の問い（問1，問2）に答えよ。

問1 堆積岩は一般に^{さいせつ}砕屑岩，^{さいせつ}火山砕屑岩，生物岩，化学岩の4つに区分される。それぞれの実例を2つずつ挙げ，それらの成因を説明せよ。

問2 日本列島を構成する地質体のうち，主として非変成から弱変成の地層からなる地質体を1つ挙げ，その分布と主な岩相，形成過程を述べよ。