

8月選抜

令和2年度

理数系教員養成特別プログラム（理科）試験問題

注意事項

1. この問題紙は、4ページまで印刷されている。
2. 1～4ページに記載されている問題I～問題IVのすべてについて、所定の解答用紙に解答すること。

問題 I [物理学]

次の問い（問1～問3）に答えよ。

問1 水平な粗い面に置いた物体にばねばかりをつけて、水平方向に30秒間引っ張ったが、物体は動かなかった。次の問い（ア、イ）に答えよ。

ア このときに行った仕事を求めよ。

イ 水平方向に引っ張る力を強くすると物体は動き始めたが、ばねばかりの値は動く直前が最大であった。“摩擦”という言葉を使って、その現象を説明せよ。

問2 曲がった光ファイバーの中を光が進んでいる。次の問い（ア、イ）に答えよ。

ア 曲がった光ファイバーの中を進む光の様子について光線を描いて示せ。

イ 光ファイバーの光の進行は光のどのような性質を反映しているかについて説明せよ。

問3 100 Vの電源に400 W用のトースターと10  $\Omega$ の抵抗値をもつ電気ポットを並列につないだ。次の問い（ア～エ）に答えよ。

ア 400 Wで2分間電流を流した時のトースターに生じた熱量は何 Jか。

イ トースターの抵抗は何  $\Omega$ か。

ウ 電気ポットに流れる電流はいくらか。

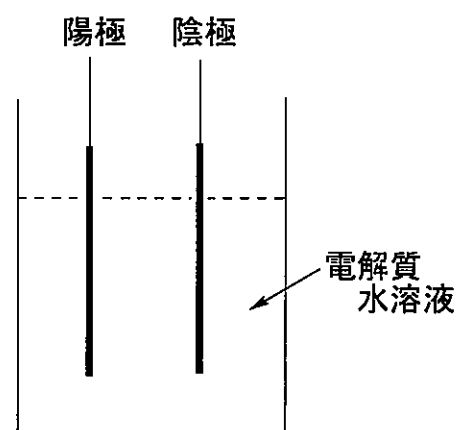
エ 電気ポットの電力は何 Wか。

問題 II [化学]

電解質を水に溶かし、次の図のような装置を用いて電気分解の実験を行い、陽極、陰極での反応を調べた。次の問い(問1～問4)に答えよ。ただし、原子量は  $\text{Cu} = 63.5$ ,  $\text{Cl} = 35.5$  とし、ファラデー定数を  $96500 \text{ C/mol}$  とし、計算結果は有効数字3桁で答えるものとする。

問1 電解質として塩化銅(II)を水に溶かして、濃度  $0.500 \text{ mol/L}$  の水溶液を  $0.500 \text{ L}$  つくるには、塩化銅(II) 何  $\text{g}$  を水に溶かせばよいか答えよ。

問2 問1 でつくった塩化銅(II)水溶液に、 $2.0\text{A}$  の直流電流を  $40$  分間流したところ、陰極に銅が析出した。何  $\text{mol}$  の銅が析出したか答えよ。



問3 電解質として水酸化ナトリウムを溶かして、図の装置で電気分解の実験を行ったところ、陽極で酸素が発生し、陰極で水素が発生した。陽極および陰極で起こる反応を、電子( $e^-$ )を用いた反応式で答えよ。

問4 電解質として水酸化ナトリウムを用いた場合、陰極でナトリウムが析出せず、水素が発生する理由は何か答えよ。

### 問題 III [生物]

1つの花に雄しべと雌しべがある花は両性花といい、被子植物の約8割は両性花をもつといわれている。両性花の受粉には自家受粉と他家受粉の2通りのパターンがある。自家受粉とは花粉が同じ花の雌しべにつくことであり、他家受粉とは花粉が他の花の雌しべにつくことである。一般に自家受粉は遺伝的なリスクを伴うために、生理的に自家受粉を防ぐ仕組みがある。これを自家不和合性という。一方で、自家受粉でも種子をつくることのできる性質を自家和合性という。

植物の自家和合性の有無は、人工授粉実験により確かめることが可能である。今回はヒョウキョウグサ（架空の植物）の野生集団を対象に、交配実験に供する個体を複数選び、次の処理1から処理4の人工授粉実験を行った。それぞれの処理後にできた種子を計数し、種子生産数として記録した。この実験について、下の問い（問1～問3）に答えよ。ただし、野生環境下ではヒョウキョウグサの花粉は昆虫に運ばれるものとする。

処理1：開花している花に袋がけし、人工授粉なし。

処理2：つぼみに袋がけし、開花後自家花粉を人工授粉して再度袋をかける。

処理3：つぼみに袋がけし、開花後他家花粉を人工授粉して再度袋をかける。

処理4：袋がけなし、人工授粉なし。

問1 ヒョウキョウグサが自家不和合性をもつ場合、処理2および処理3ではどのような結果が予想されるか述べよ。

問2 処理4での種子生産数が処理2や処理3の種子生産数よりも少なかった場合、どのような要因が推察されるか述べよ。

問3 処理1で十分に種子生産が認められる場合、考えられる可能性を2つ述べよ。

問題 IV [地学]

日本の気候と天気図に関する次の問い（問1～問5）に答えよ。

問1 次の図（A, B）は日本付近の夏と冬の典型的な天気図である。どちらが夏でどちらが冬の天気図か答えよ。



問2 問1の図A, 図Bの天気図のような季節の気圧配置は、それぞれ一般に何型と呼ばれるか答えよ。

問3 図Aの天気図の時、日本の各地では一般に風はどちらの方位から吹くか答えよ。

問4 図Aの天気図で、問3の方位から風が吹く理由を述べよ。

問5 図Aの天気図のような気圧配置になる理由を述べよ。