

'14

前期日程



理 科 問 題

(教育学部)

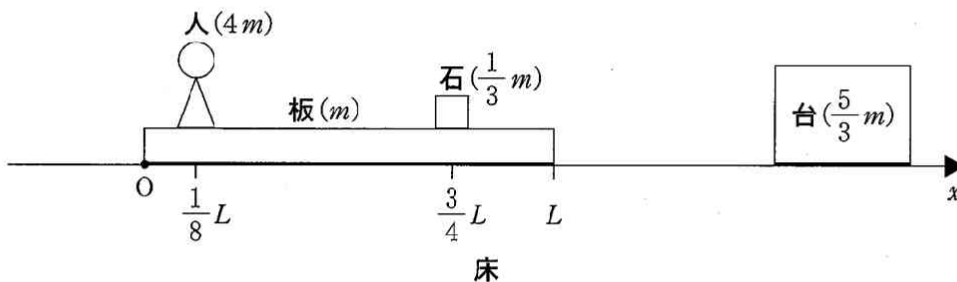
注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題に落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所等があった場合には、申し出てください。
3. 答案用紙の受験番号欄 の中に受験番号を、必ず記入してください。
4. 『物理Ⅰ・物理Ⅱ，化学Ⅰ・化学Ⅱ，生物Ⅰ・生物Ⅱ，地学Ⅰ・地学Ⅱ』の中から1科目を選択して解答してください。
5. 答案用紙の科目欄 の中に、選択した科目名を必ず記入してください。
6. 時間は60分です。
7. 答案用紙は持ち帰ってはいけません。
8. 問題冊子と下書用紙は持ち帰ってください。

物理 I ・ 物理 II

次の三つの問題①, ②, ③の解答を, 一枚の答案用紙に問題番号を付けて記入しなさい。なお, 答案用紙には解答の途中経過や理由も記入すること。必要ならば, 図を用いてもよい。

- 1 図のように, なめらかで水平な床の上に質量 m (kg) で長さ L (m) の板が置かれ, その上に質量 $4m$ (kg) の人が乗り, さらに質量 $\frac{1}{3}m$ (kg) の石が置かれている。また, 板から右側に少し離れた床の上には質量 $\frac{5}{3}m$ (kg) の台が置かれている。はじめ, 板の左端は床面上に固定された x 軸の原点 O の位置にあり, 人と石の x 座標はそれぞれ $\frac{1}{8}L$ (m) と $\frac{3}{4}L$ (m) であった。このとき, 次の問いに答えなさい。ただし, 板は一様であり, 人と石の大きさ, 空気抵抗は無視でき, また, すべての物体は x 軸方向にのみ運動するものとする。



- (1) 板と人と石からなる 3 物体の重心の x 座標を求めなさい。
- (2) しばらくして, 人が板の上を石の方に向かい, 床に対して一定の速度 v (m/s) で歩き始めると, その反動で板と石は同じ速度で一緒に動き出した。このときの床に対する板の速度を求めなさい。
- (3) 人が石の位置に来たところで歩くのを止めると, 板および石も静止した。人が歩き始めてから止まるまでの時間と, 静止したときの板の左端の x 座標を求めなさい。

- (4) 次に、人が石を拾い、台に向け、床に対して速度 V (m/s)で投げると、その反動で板と人は同じ速度で一緒に動き出した。このときの床に対する板の速度を求めなさい。
- (5) 投げた石が台に衝突すると、台は石とは別の速度で動き出した。石が台に衝突した後の、床に対する石の速度と台の速度をそれぞれ求めなさい。ただし、石と台の間のはね返り係数(反発係数)は e とする。
- (6) 石と台の衝突の際に、石が台に与えた力積を求めなさい。

2 電気回路に関する次の問いに答えなさい。

- (1) 電流計の内部抵抗は小さくしてあり、電圧計の内部抵抗は大きくしてある。その理由を説明しなさい。
- (2) 抵抗値の大きい抵抗と小さい抵抗を並列に接続し、電圧を加えて電流を流すと、どちらの抵抗から発生するジュール熱の方が大きいか。また、直列に接続した場合ではどうか。それぞれ理由とともに答えなさい。
- (3) コイルに交流電圧を加えた場合、電流が流れやすいのは周波数が大きいときか、小さいときか。理由とともに答えなさい。
- (4) コンデンサーの極板間に誘電体を挿入すると電気容量が大きくなる。その理由を説明しなさい。

3 レンズによって生じる物体の像について次の問いに答えなさい。ただし、レンズの焦点距離 f (m), レンズから物体までの距離 a (m), レンズから像までの距離 b (m) の符号は次のようにとるものとするので, 解答もそれに従うこと。(i) f は, 凸レンズのときは正, 凹レンズのときは負にとる。(ii) a は常に正にとる。(iii) b は, 実像のときは正, 虚像のときは負にとる。

- (1) f , a , b の間の関係式を書きなさい。また, 像の倍率 m を a と b を使って書きなさい。
- (2) 焦点距離 24 cm の凸レンズの光軸上で, レンズから 16 cm のところに物体を置いたとき, レンズから像までの距離と像の倍率とを計算で求めなさい。また, 答案用紙裏面にある図を用い, その像を作図によっても求めなさい。
- (3) 上記(2)の凸レンズを焦点距離 -24 cm の凹レンズに取り替えた場合についても同様に, レンズから像までの距離と像の倍率とを計算で求めなさい。また, 答案用紙裏面にある図を用い, その像を作図によっても求めなさい。
- (4) 物体がレンズと焦点の間にあるとき, 物体をレンズから遠ざけると, 像はレンズから遠ざかるのか, レンズに近づくのか。また, 像は大きくなるのか, 小さくなるのか。凸レンズの場合と凹レンズの場合に分け, 理由とともに答えなさい。
- (5) 焦点距離 f の凸レンズに対して,
 - (ア) レンズから物体までの距離 a とレンズから像までの距離 b との関係
 - (イ) レンズから物体までの距離 a と像の倍率 m との関係を表すグラフの概形をそれぞれ示しなさい。ただし, グラフの横軸は a とする。

化学 I ・ 化学 II

次の五つの問題①～⑤の解答を、一枚の答案用紙に問題番号を付けて記入しなさい。計算を要する問いには計算過程を含めなさい。計算に必要なならば、次の値を用いなさい。

原子量 H : 1.0, C : 12.0, O : 16.0, Ca : 40.0, Na : 23.0, Cl : 35.5

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

また、問題中の体積の単位記号 L は、リットルを表す。

① 直鎖脂肪酸がリノール酸($\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$)のみから構成されている油脂について以下の問いに答えなさい。

- (1) この油脂 1 mol を完全に燃焼させると二酸化炭素は何 mol 生成するか。
- (2) この油脂 1 mol をけん化するのに必要な水酸化ナトリウムの質量は何 g か。
- (3) この油脂 1 mol をヨウ素と完全に反応させるのに必要なヨウ素は何 mol か。
- (4) ニッケルを触媒として水素と完全に反応させると、この油脂の性質が大きく変化した。この反応での化学構造の変化と、それによる油脂の性質の変化を説明しなさい。

2 次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。

金属イオン Ag^+ , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Pb^{2+} を含む水溶液に希塩酸を加えたところ、白色沈殿 A が生じた。ろ過を行い、A を除去したろ液 B に硫化水素を通じたところ、黒色沈殿 C が生じた。さらにろ過により沈殿 C とろ液 D に分離した。ろ液 D を煮沸し、硝酸を加え、冷却後にアンモニア水を加えたところ、沈殿 E が生じた。^(a)_(b) また、沈殿 A に熱水を加えたところ、沈殿の一部が溶けたのでさらに沈殿 F とろ液 G に分離した。

- (1) 下線部(a), (b)の操作を行った理由を簡潔に記しなさい。
- (2) 沈殿 E の色と物質名、組成式を書きなさい。
- (3) 沈殿 F に多量のアンモニア水を加えたところ、沈殿が溶けた。生じた水溶液は何色か。また、生じた水溶液に含まれる錯イオンの名称と化学式を書きなさい。
- (4) ろ液 G に含まれる金属イオンは何か。
- (5) ろ液 G にある物質を過剰に加えたところ、黄色の沈殿が生じた。この沈殿の物質名と組成式を書きなさい。

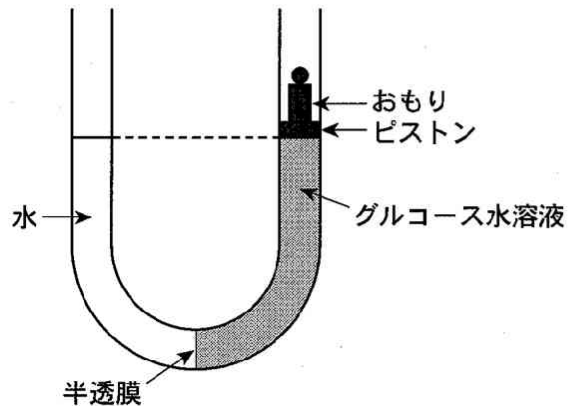
3 希薄溶液の性質に関する次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。ただし、水のモル凝固点降下は $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ 、モル沸点上昇は $0.515 \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ 、大気圧は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$ 、水銀の密度は $14 \text{ g}/\text{cm}^3$ とする。

- (1) ある質量のグルコース ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) を水 1.0 kg に溶かして、この水溶液の凝固点を測定したところ、純粋な水の凝固点より $0.74 \text{ }^\circ\text{C}$ 低い温度で凝固した。この水 1.0 kg に溶かしたグルコースの質量を求めなさい。
- (2) (1) で調製した水溶液の沸点上昇度を求めなさい。
- (3) (1) で調製したグルコース水溶液と同じ凝固点をもつ塩化ナトリウム水溶液を調製したい。水 1.0 kg に溶かす塩化ナトリウムの質量を求めなさい。ただし、塩化ナトリウムはこの水溶液中で完全に電離しているものとする。
- (4) (3) で調製した水溶液を $-1.00 \text{ }^\circ\text{C}$ で長時間放置した。何 g の氷が生成するか求めなさい。ただし、同じ実験条件での純粋な水の凝固点を $0.00 \text{ }^\circ\text{C}$ とする。
- (5) 希薄溶液の浸透圧 Π (Pa) は溶質粒子のモル濃度 c (mol/L) に比例し、絶対温度 T (K) にも比例するので、比例定数を R (Pa \cdot L/(K \cdot mol)) とおくと、次の式のように表される。

$$\Pi = cRT$$

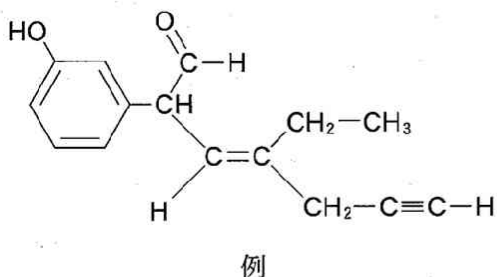
このとき定数 R は、溶質の種類とは無関係で気体定数の値に等しい。

いま、グルコース 10 mg を水に溶かして 100 mL とした。次に右の図に示すように中央に水のみを通す半透膜を取り付けた U 字管の右側にこの水溶液をすべて加え、U 字管の左側には水を 100 mL 加えた。さらに U 字管の右側にはおもりをのせて両方の液面が同じ高さになるようにつり合わせた。このときおもりの質量を求めなさい。ただし、ピストンの質量は無視できるものとし、U 字管の内側の断面積は 3.0 cm^2 で、実験は 300 K で行った。



- (6) (5)を参考にして溶液から溶媒を分離する方法について説明しなさい。
- (7) ベンゼンに不揮発性の溶質 A を溶かして大気圧から徐々に減圧したところ、ある圧力 P で沸騰が始まった。溶質の濃度を上げて同じ操作を行う場合、溶液が沸騰を始める圧力は P よりも高くなるか、低くなるか。理由とともに答えなさい。ただし、一連の操作は一定の温度で行うものとする。

- 4 次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。ただし、構造式は右の例にならって記すこと。



化合物 A と B は C_8H_{10} の分子式をもつ芳香族炭化水素である。A と B をそれぞれ過マンガン酸カリウムで酸化すると、A からは C が、B からは D が得られたが、C と D は異なる分子式をもつことがわかった。C を加熱すると水分子がとれて $C_8H_4O_3$ の分子式をもつ化合物 E が得られた。D を $C_4H_{10}O$ の分子式をもつアルコールと脱水縮合させるとエステル F が得られた。エステル F には不斉炭素原子が一つ存在する。

- (1) 化合物 A と B の構造式をそれぞれ書きなさい。
- (2) 化合物 B の水素原子の一つを臭素原子で置き換えた化合物 (分子式 C_8H_9Br) には構造異性体が存在する。すべての構造異性体の構造式を書きなさい。
- (3) 化合物 E の構造式を書きなさい。
- (4) 化合物 F の構造式を書き、不斉炭素原子に * をつけなさい。

5 次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。

ビーカーに 252 mg のシュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ をとり、50.0 mL の蒸留水に溶解した。指示薬としてフェノールフタレインを添加して、水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和点までに要した水酸化ナトリウム水溶液の体積は 20.0 mL であった。次にシュウ酸二水和物 252 mg を 100 mL の蒸留水に溶解し、アンモニア水で弱塩基性にしたのち、0.100 mol/L の塩化カルシウム水溶液 25.0 mL を加えたところ、難溶性の白色沈殿が生成した。これをろ過して、乾燥させると、シュウ酸カルシウム一水和物 $\text{Ca}(\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ が得られた。

- (1) 下線部(a)の反応を化学式で記しなさい。
- (2) 滴定に用いた水酸化ナトリウム水溶液の濃度は何 mol/L か。
- (3) 下線部(b)のシュウ酸カルシウム一水和物は何 mg か。シュウ酸カルシウム一水和物の溶解は無視できるものとする。
- (4) シュウ酸カルシウム一水和物の一定量を石英製試料皿にとり、900 °C で十分に加熱したところ、次に示す反応により質量が 135 mg 減少した。



はじめに試料皿にとったシュウ酸カルシウム一水和物は何 mg か。

生物Ⅰ・生物Ⅱ

次の四つの問題①、②、③、④の解答を、一枚の答案用紙に問題番号を付けて記入しなさい。

1 細胞融合について以下の問いに答えなさい。

- (1) 植物を材料として細胞融合を行う際には、融合の前にある処理を行い、細胞を植物体に存在していたときとは違う状態にする必要がある。どのような処理をして、どういう細胞にするのか、説明しなさい。また、その処理をする理由について述べなさい。
- (2) 2種の植物体から得て(1)の処理を行った細胞どうしを融合する手順を説明しなさい。
- (3) 植物細胞は、適当な条件下で培養すると、植物体にまで生育させることができる。細胞融合による新しい品種の作製はこの性質を利用している。この性質を何と呼ぶか。
- (4) 細胞融合によって作られた植物の例を一つ挙げなさい。
- (5) 細胞融合という手段を用いて雑種を作るのはどのような場合か、述べなさい。

2 ヒトの体液性免疫のしくみを説明しなさい。また、再び同じ抗原が体内に侵入したとき、どのようなしくみが働くか、説明しなさい。

3 生物は水分を体内に取り入れ、体中に行き渡らせ、排出するしくみを備えている。ヒトとヒマワリについて、そのしくみを説明しなさい。

4 次の(A)、(B)より一つを選んで答えなさい。図を用いて説明してもよい。

- (A) 生存曲線とは何か。また、典型的な3つの型と、どのような生物がそれぞれの型を示すのかについて説明しなさい。
- (B) 相同器官と相似器官について、具体的な器官の例を挙げて説明しなさい。

地学Ⅰ・地学Ⅱ

次の四つの問題①, ②, ③, ④の解答を, 一枚の答案用紙に問題番号を付けて記入しなさい。

- ① 月の表面には, うさぎが餅をついているような模様が見える。
- (1) 地球から見た満月の表面模様を描きなさい。
 - (2) 暗いところはどんな岩石からできていて, 近くで見るとどんな地形をしているか。
 - (3) 明るいところはどんな岩石からできていて, 近くで見るとどんな地形をしているか。
 - (4) 月の表面にある無数のクレーターはどうやってできたか。
- ② 熱帯低気圧(台風)の雲がつくる渦を宇宙から見ると, 北半球では左巻き, 南半球では右巻きになっている。この理由を説明しなさい。
- ③ 河岸段丘は, 川辺から遠いところにある高い段ほど厚いローム層(赤土)をのせている。この観察事実から何がわかるか。
- ④ 次の二つの問いのどちらかに答えなさい。
- (A) 大陸から遠く離れた深海底には1000年に1mmの割合で泥が堆積している。地球が形成されて以来の40億年間, ずっとこの割合で泥が堆積していたと仮定すれば, いま深海底には4000mの厚い泥の堆積物があるはずである。しかし, 実際には固い岩盤の上に100m程度しか積もっていない。上記の仮定が成り立ってないらしい。それでは, この観察事実はどのように説明できるか。
 - (B) 海面の高さは常に同じ位置にあるわけではない。100mを超える大きな上下変動が第四紀にあったことが知られている。この上下変動をもたらした原因は何か。そのモデルで上下変動の幅が100mを超え得ることを, 数値を示して説明しなさい。