

理 科(理工学部)

(2月3日)

開始時刻 午後2時45分
終了時刻 午後3時45分

物 理 1～8ページ
化 学 9～21ページ
生 物 23～41ページ

I 注 意 事 項 (各科目共通)

- 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 合図があったら、必ず裏面の「II 解答上の注意」の各科目の項をよく読んでから、解答してください。
- この冊子は41ページです。落丁、乱丁、印刷の不鮮明及び解答用紙の汚れなどがあった場合には申し出てください。
- 上記の3科目の中から1科目を選択し、該当する解答用紙を切り離して解答してください。2科目以上を解答した場合は、すべて無効となります。
- 解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、監督者の指示に従って、それぞれ正しく記入し、マークしてください。
 - 受験番号欄
受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしてください。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
 - 氏名欄
氏名とフリガナを記入してください。
- 問題冊子の余白等は適宜利用してもかまいません。
- 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

(裏面へ続く)

物 理

1 つぎの文章を読んで、問1～5に答えなさい。(解答番号 ～)

図1のように摩擦が無視できる水平面上に質量 $2m$ の物体 A が静止している。この物体に質量 m の物体 B を速さ $2v_0$ で衝突させる。衝突後、物体 A は速さ v_0 で動き出した。

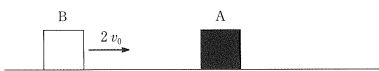


図 1

問 1 衝突後の物体 B の速さとして適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 0 ② $\frac{1}{4}v_0$ ③ $\frac{1}{2}v_0$
④ v_0 ⑤ $\sqrt{2}v_0$ ⑥ $2v_0$

問 2 衝突により失われた力学的エネルギーを表す式として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 0 ② $\frac{1}{2}mv_0^2$ ③ mv_0^2
④ $\frac{3}{2}mv_0^2$ ⑤ $2mv_0^2$ ⑥ $\frac{5}{2}mv_0^2$

II 解答上の注意

物理

解答は解答用紙の解答欄にマークしてください。例えば、 と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の(例)のように解答番号 10 の解答欄の③にマークしてください。

(例)

① ② ③ ④ ⑤

化学

解答は解答用紙の解答欄にマークしてください。例えば、 と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の(例)のように解答番号 e の解答欄の③にマークしてください。

(例)

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩

生物

解答は解答用紙の解答欄にマークしてください。例えば、 と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の(例)のように解答番号 5 の解答欄の③にマークしてください。

(例)

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧

図2のように、物体 A に質量が無視できるばね定数 k のばねを接続し、ばねのもう一方の端は壁に固定する。

ばねは自然長で物体 A が静止した状態から、再び、物体 B を速さ $2v_0$ で衝突させる。

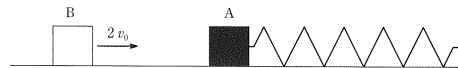


図 2

問 3 衝突後に物体 A はばねを押し縮める。ばねの縮みの最大値を表す式として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。ただし、ばねは水平に保たれ、物体 A も一直線上で運動する。

- ① $v_0\sqrt{\frac{m}{2k}}$ ② $v_0\sqrt{\frac{m}{k}}$ ③ $v_0\sqrt{\frac{2m}{k}}$
④ $2v_0\sqrt{\frac{m}{k}}$ ⑤ $2v_0\sqrt{\frac{2m}{k}}$ ⑥ $4v_0\sqrt{\frac{m}{k}}$

問 4 衝突してから再びばねが自然長に戻るまでの時間を表す式として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

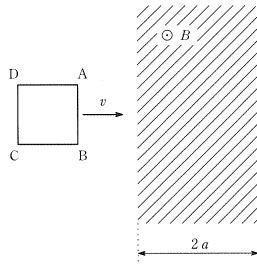
- ① $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{m}{k}}$ ② $\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}$ ③ $\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
④ $\pi\sqrt{\frac{2m}{k}}$ ⑤ $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ⑥ $2\pi\sqrt{\frac{2m}{k}}$

問 5 物体 A と B は再衝突する。再衝突後の物体 B の速さを表す式として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- ① 0 ② $\frac{1}{4}v_0$ ③ $\frac{1}{2}v_0$
④ $\frac{1}{\sqrt{2}}v_0$ ⑤ v_0 ⑥ $2v_0$

2 つぎの文章を読んで、問1～5に答えなさい。(解答番号 6 ~ 10)

図のように、幅 $2a$ の領域には紙面と垂直で裏から表の向きに一律な磁場がある。磁束密度の大きさは B である。1 辺の長さが a の正方形コイル ABCD を紙面内で右向きに一定の速さ v で移動させる。辺 AB と CD は常に磁場の境界線と平行に保たれている。辺 AB が磁場の左側の境界線と重なった時刻を $t=0$ とする。コイルの電気抵抗は R で、自己インダクタンスは無視できる。



問1 $0 < t < \frac{a}{v}$ において回路に流れる電流を表す式として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。ただし、電流が辺 AB を A→B の向きに流れる場合は正の値、逆向きに流れる場合は負の値で表す。 6

- ① 0 ② $\frac{vBa}{R}$ ③ $\frac{2vBa}{R}$
 ④ $-\frac{vBa}{R}$ ⑤ $-\frac{2vBa}{R}$

問2 $\frac{2a}{v} < t < \frac{3a}{v}$ において回路に流れる電流を表す式として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。ただし、電流が辺 AB を A→B の向きに流れる場合は正の値、逆向きに流れる場合は負の値で表す。 7

- ① 0 ② $\frac{vBa}{R}$ ③ $\frac{2vBa}{R}$
 ④ $-\frac{vBa}{R}$ ⑤ $-\frac{2vBa}{R}$

- 3 -

3 つぎの文章を読んで、問1～5に答えなさい。(解答番号 11 ~ 15)

図のように、振動数 f の音源、観測者、反射板がこの順に一直線上に並んでいる。音源と反射板は固定した状態で、観測者が反射板に近づく向きに一定の速さ u で移動する。風は吹いておらず、音の速さは V である。 $u < V$ とする。



問1 空気を伝わる音の波長を表す式として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 11

- ① $\frac{V-2u}{f}$ ② $\frac{V-u}{f}$ ③ $\frac{V}{f}$
 ④ $\frac{V+u}{f}$ ⑤ $\frac{V+2u}{f}$

問2 観測者が聞く直接音の振動数を表す式として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 12

- ① $\frac{V}{V+u}f$ ② $\frac{V}{V-u}f$ ③ f
 ④ $\frac{V+u}{V}f$ ⑤ $\frac{V-u}{V}f$

問3 観測者は直接音と反射板による反射音の合成によりうなりを観測する。観測者が単位時間に観測するうなりの回数を表す式として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 13

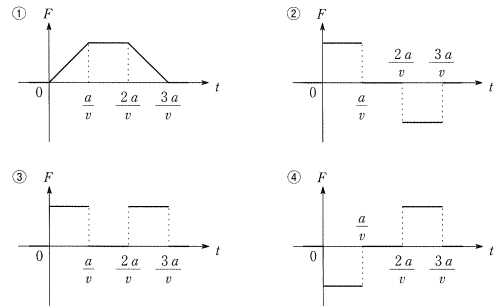
- ① $\frac{u}{V}f$ ② $\frac{2u}{V}f$ ③ $\frac{u}{V^2-u^2}f$
 ④ $\frac{2u}{V^2-u^2}f$ ⑤ $\frac{u}{V(V-u)}f$ ⑥ $\frac{2u}{V(V-u)}f$

- 5 -

問3 $0 < t < \frac{a}{v}$ においてコイルを一定の速さで移動させるために加えるべき外力を表す式として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。ただし、加えるべき外力が右向きの場合は正の値、逆向きの場合は負の値で表す。 8

- ① 0 ② $\frac{vB^2a^2}{R}$ ③ $\frac{2vB^2a^2}{R}$
 ④ $-\frac{vB^2a^2}{R}$ ⑤ $-\frac{2vB^2a^2}{R}$

問4 コイルを一定の速さで移動させるために加えるべき外力 F を時刻 t の関数として図示したグラフとして適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。ただし、加えるべき外力が右向きの場合は正の値、逆向きの場合は負の値で表す。 9



問5 $0 \leq t \leq \frac{3a}{v}$ においてコイルで発生したジュール熱を表す式として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 10

- ① 0 ② $\frac{vB^2a^3}{R}$ ③ $\frac{2vB^2a^3}{R}$
 ④ $\frac{3vB^2a^3}{R}$ ⑤ $\frac{4vB^2a^3}{R}$

- 4 -

音源は固定し、観測者は静止した状態で、反射板を観測者と音源に近づく向きに一定の速さ w で移動させる。



問4 反射板が振動する振動数を表す式として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 14

- ① $\frac{V}{V+w}f$ ② $\frac{V}{V-w}f$ ③ f
 ④ $\frac{V+u}{V}f$ ⑤ $\frac{V-u}{V}f$

問5 観測者が聞く反射板からの反射音の振動数を表す式として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。 15

- ① $\frac{V}{V-w}f$ ② $\frac{V}{V+w}f$ ③ $\frac{V+w}{V}f$
 ④ $\frac{V+u}{V}f$ ⑤ $\frac{V+u}{V-w}f$ ⑥ $\frac{V-u}{V+w}f$

- 6 -

問1 ヘリウム原子の温度が300 Kであるとき、気体分子の2乗平均速度はおよそいくらか。値の最も近いものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。ただし、ヘリウムは理想気体と扱うことができ、1 molの質量が4.0 gである。また、気体定数は8.3 J/(mol・K)とする。

- 16
- ① 40 m/s ② 80 m/s ③ 140 m/s
④ 400 m/s ⑤ 800 m/s ⑥ 1400 m/s

問2 物質 n [mol] の単原子分子理想気体の温度が T_0 [K] から $3T_0$ [K] に上昇する間に、気体は膨張して外界に W [J] だけの仕事をした。このとき、気体に加えた熱 Q [J] を表す式として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。ただし、気体定数を R [J/(mol・K)] とする。また、気体が冷却された場合は負の値で表す。

- 17
- ① $3nRT_0 + W$ ② $3nRT_0 - W$ ③ $-3nRT_0 + W$
④ $5nRT_0 + W$ ⑤ $5nRT_0 - W$ ⑥ $-5nRT_0 + W$

問3 仕事関数が W の金属に光を照射するとき、光電効果が生じるための限界波長を表す式として適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。ただし、プランク定数を h 、真空中の光の速さを c とする。

- 18
- ① $\frac{hc}{W}$ ② $\frac{hW}{c}$ ③ $\frac{cW}{h}$
④ $\frac{W}{hc}$ ⑤ $\frac{c}{hW}$ ⑥ $\frac{h}{cW}$

問4 波長が0.10 nmの電子波を得るには静止している電子を何Vで加速すればよいか。適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。ただし、電子の質量は $m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg、電気素量は $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C、プランク定数は $h = 6.6 \times 10^{-34}$ J・s とする。

- 19
- ① 9.5 V ② 8.0×10^1 V ③ 1.5×10^2 V
④ 9.5×10^3 V ⑤ 8.0×10^4 V ⑥ 1.5×10^5 V

問5 水素原子の基底状態のエネルギー単位は $E_1 = -13.6$ eV である。一般に、量子数 n の定常状態のエネルギー単位は n の2乗に反比例する。第1励起状態(量子数 $n = 2$ の定常状態)から基底状態への遷移により放出される光の波長はいくらか。適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。ただし、プランク定数は $h = 6.6 \times 10^{-34}$ J・s、光の速さは $c = 3.0 \times 10^8$ m/s、電気素量は $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C とする。

- 20
- ① 1.9×10^{-26} m ② 4.7×10^{-26} m ③ 8.6×10^{-26} m
④ 1.2×10^{-7} m ⑤ 6.5×10^{-7} m ⑥ 9.3×10^{-7} m

化 学

1 以下の問いに答えなさい。なお、気体1 molの標準状態における体積は22.4 Lとする。(解答記号 a ～ j)

問1 無色透明な液体が100 g 入ったビーカーが2つある。一方は純水、他方は食塩水であるとき、味をたしかめる以外の方法で、どちらが食塩水であるかを決定したい。次の中で、その方法として適切なものはいくつあるか。その数を正しく表しているものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- a
- (A) 電気がよく流れるかどうかを調べる。
(B) 硝酸銀水溶液を加えて、白色沈殿が生じるかどうかを調べる。
(C) pHメーターでpHの値を調べる。
(D) 沸騰石を入れた上で加熱していき、沸騰が何℃で始まるかを調べる。
(E) 炎色反応を調べる。
- ① 0 ② 1 ③ 2 ④ 3 ⑤ 4 ⑥ 5

問2 アンモニア分子とメタン分子とで等しいものはどれか。正しいものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- b
- ① 水素原子の数 ② 共有電子対の数 ③ 非共有電子対の数
④ 電子の総数 ⑤ 極性の有無

問3 マグネシウム片とアルミニウム片とで結果が異なる実験はどれか。正しいものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- c
- ① 常温の水に投じた。
② 沸騰水(熱水)に入れた。
③ 高温の水蒸気中に置いた。
④ 希塩酸中に投じた。
⑤ 希硫酸中に投じた。

問4 次の物質の結晶(固体)の中で、イオン結合のみを含むものはどれか。正しいものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- d
- ① 過酸化水素 ② 塩化ナトリウム ③ 塩化水素
④ 二酸化炭素 ⑤ 二酸化硫黄 ⑥ 二酸化ケイ素

問5 硝酸カリウムの20℃の飽和水溶液780 gに、150 gの水を加え、さらに60℃まで温めた。この状態の水溶液には、あと何gの硝酸カリウムを溶かすことができるか。正しいものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。ただし、硝酸カリウムは、水100 gに対し、20℃では30 g、60℃では110 gまで溶かすことができ、操作の途中での水の蒸発は無視できるものとする。

- e
- ① 307 g ② 392 g ③ 476 g ④ 561 g ⑤ 645 g

問6 C、Hのみからなる化合物Xを完全燃焼させると、二酸化炭素と水とが5:2の物質質量比で生成した。また、1 molのXが完全燃焼する際に消費された酸素は標準状態の下で測って268.8 Lであった。化合物Xの化学式としてもっとも適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。

- f
- ① C₂H₆ ② C₄H₁₀ ③ C₆H₁₀ ④ C₈H₁₈ ⑤ C₁₀H₈
⑥ C₈H₂ ⑦ C₁₀H₄ ⑧ C₁₀H₅ ⑨ C₁₀H₈ ⑩ C₈H₁₀

問7 次の3種類の水溶液に溶解している酸のモル濃度の大小関係としてもっとも適当なものを1つ選び、解答欄の記号をマークしなさい。なお、水溶液中での塩化水素、硫酸の電離度は1.0、酢酸の電離度は0.010とする。

- g
- 水溶液A: pH = 3である塩化水素の水溶液(塩酸)
水溶液B: pH = 3である硫酸の水溶液
水溶液C: pH = 3である酢酸の水溶液
- ① A = B = C ② A > B > C ③ B > A = C
④ A > B > C ⑤ A > C > B ⑥ B > A > C
⑦ B > C > A ⑧ C > A > B ⑨ C > B > A