

入学試験問題(1次)

理 科

令和5年1月23日

10時50分—12時10分

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないこと。
- 2 この問題冊子は表紙・白紙を除き42ページ(物理1～10ページ、化学11～22ページ、生物23～42ページ)である。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所等があった場合は申し出ること。
- 3 物理、化学、生物のうちからあらかじめ入学志願票に記入した2科目を解答すること。
- 4 解答には必ず黒鉛筆(またはシャープペンシル)を使用すること。
- 5 解答は、各設問ごとに一つだけ選び、解答用紙の所定の解答欄の該当する記号を塗りつぶすこと。
- 6 解答を訂正する場合は、消しゴムできれいに消すこと。
- 7 解答用紙の解答欄は、左から物理、化学、生物の順番になっているので、マークする科目の解答欄を間違えないように注意すること。
- 8 監督員の指示に従って、問題冊子の表紙の指定欄に受験番号を記入し、解答用紙の指定欄に受験番号、受験番号のマーク、氏名を記入すること。「志願票に記入した科目を2つマークしなさい」の欄には、入学志願票と同じ科目にマークすること。
- 9 この問題冊子の余白は、草稿用に使用してよい。ただし、切り離してはならない。
- 10 解答用紙およびこの問題冊子は、持ち帰ってはならない。

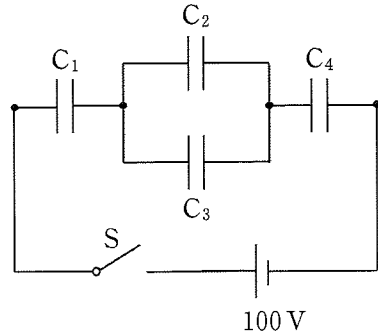
受験番号					
------	--	--	--	--	--

上の枠内に受験番号を記入しなさい。

物 理

設問ごとに、与えられた選択肢の中から最も適当なものを一つ選べ。

- 1 電気容量がいずれも $1\mu\text{F}$ のコンデンサー C_1 , C_2 , C_3 , C_4 を図のようにつなぎ、起電力 100V の電池で充電する。スイッチ S を閉じて十分に時間が経ったとき、コンデンサー C_1 に蓄えられる電気量は何 μC か。ただし、どのコンデンサーにも初め電荷は蓄えられていなかったものとする。



- Ⓐ 5 ⓐ 10 ⓑ 20 Ⓒ 30 Ⓓ 40

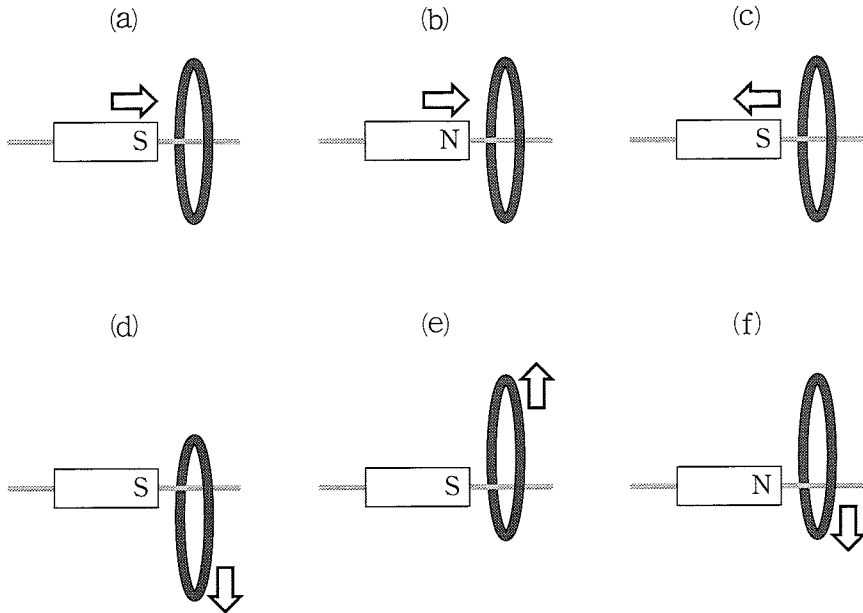
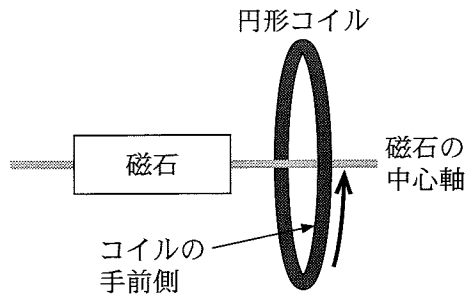
- 2 同じ材質でできた、長さや断面積が次の表のような5本の抵抗線がある。各抵抗線の両端を一定電圧の直流電源につないだとき、単位時間あたりに発生する熱量が最も大きくなるのはどれか。

	長さ (mm)	断面積 (mm^2)
Ⓐ	100	0.20
ⓐ	200	0.10
ⓑ	200	0.20
Ⓒ	50	0.050
Ⓓ	200	0.050

3 電気抵抗の無視できるコイルに、実効値 100 V、周波数 50 Hz の交流電圧をかけたとき、流れる電流の実効値は 6.0 A であった。このコイルに実効値 100 V、周波数 60 Hz の交流電圧をかけたとき、流れる電流の実効値は何 A か。

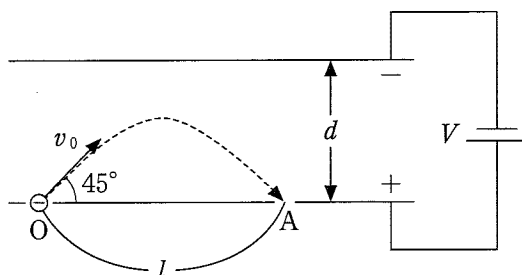
- ア 2.5 イ 5.0 ウ 6.0 エ 7.2 オ 14

4 下図 a~f の \Rightarrow の向きに磁石(a~c) または円形コイル(d~f)を動かした。コイルに右図の \rightarrow の向き(磁石の右側から眺めたとき時計回りの向き)の誘導起電力が生じるのは a~f のうち何個あるか。



- ア 1 イ 2 ウ 3 エ 4 オ 5

5 図のように、真空中に置かれた間隔 d の平行な極板間に電位差 V が加えられている。陽極板に開けられた小穴 O から電子を初速度 v_0 で極板間に打ち込んだところ、電子は O から距離 l だけ離れた陽極板の小穴 A を通り抜けた。 v_0 と陽極板とのなす角度は 45° であった。 v_0 の大きさはいくらか。電子の質量を m 、電気素量を e とする。極板間の電場は一様で重力の影響は無視できるものとし、電子は陰極板には到達しないものとする。



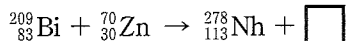
$\sqrt{\frac{dmV}{le}}$
 $\sqrt{\frac{meV}{dl}}$
 $\sqrt{\frac{dle}{mV}}$
 $\sqrt{\frac{dlV}{me}}$
 $\sqrt{\frac{leV}{dm}}$

6 α 線, β 線, γ 線に関する以下の記述の中から正しいものを全て選び, それらの先頭に付してある数(1, 2, 4, または 8)の和を求めよ。

1. α 線は核子 4 個からなる粒子の流れである。
2. α 線, β 線, γ 線の全てが磁場で曲げられる。
4. β 線は負の電荷を持ち, 質量を持たない粒子の流れである。
8. γ 線は電磁波であり, その波長は可視光線の波長よりも短い。

3
 4
 7
 9
 13

7 次の核反応式の□に入る粒子の名称は何か。

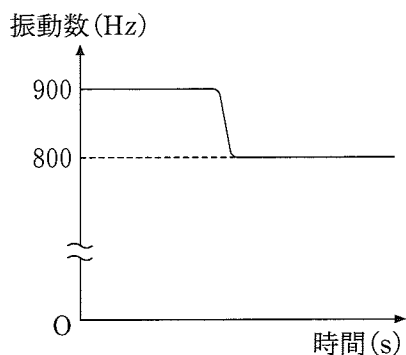


- ア ヘリウム原子核 イ 水素原子 ウ 電子
 エ 中性子 オ 陽子

8 ある金属の光電効果を調べたところ、 $3.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ より短い波長の光を当てると光電子が飛び出す、これより長い波長の光ではいくら強い光を当てても光電子は飛び出さないことがわかった。この金属に波長 $2.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ の光を当てるとき、飛び出す光電子の運動エネルギーの最大値は何 eV か。最も近いものを選び、光の速さを $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ 、プランク定数を $6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 、電気素量を $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ とする。

- ア 0.10 イ 0.21 ウ 1.0 エ 2.1 オ 4.1

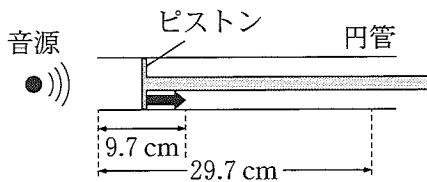
9 一定振動数のサイレンを鳴らしながら等速度で近づいてくる車が、静止している観測者のすぐ前を通り過ぎた。右のグラフは、この間に観測者が聞いたサイレンの振動数の時間変化を表す。車の速さは何 m/s か。音速は 340 m/s とする。



- ア 12 イ 14 ウ 16 エ 18 オ 20

次の文章を読み、以下の問い(問題 10, 11)に答えよ。

図のように、内部にピストンを装着した細長い円管を水平に置き、左の開口端の近くに一定振動数の音源を置く。ピストンを左の開口端から右に移動させていくと、開口端から 9.7 cm と 29.7 cm の位置で 1 回目と 2 回目の共鳴が起こった。音速は 340 m/s とする。



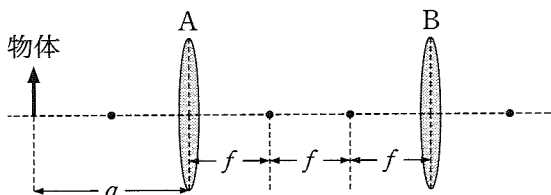
10 開口端補正は何 cm か。

- ア 0.1 イ 0.3 ウ 0.5 エ 0.7 オ 0.9

11 音源の振動数は何 Hz か。

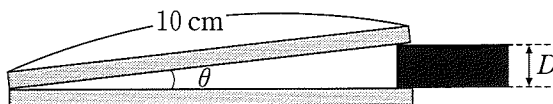
- ア 700 イ 750 ウ 800 エ 850 オ 900

12 図のように、同じ光軸上に焦点距離 f の薄い凸レンズ A, B を距離 $3f$ 離して置く。レンズ A の左側の光軸上に物体を置き、これら 2 枚のレンズによってできる物体の像を B の右側から観察する。物体からレンズ A までの距離を a とすると、虚像が観測されるとき a の範囲は $a_1 < a < a_2$ となる。 $\frac{a_2}{a_1}$ はいくらか。



- ア $\frac{4}{3}$ イ $\frac{3}{2}$ ウ $\frac{5}{3}$ エ 2 オ $\frac{7}{3}$

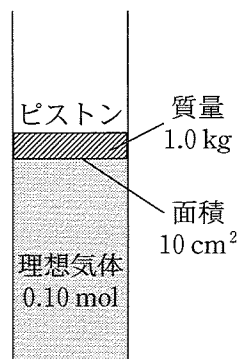
- 13 図のように、長さ 10 cm の 2 枚の透明なガラス板を上下に重ね、一端に厚さ D の薄い紙を挟んで頂角 θ のくさび形の空気層をつくる。ガラス板の鉛直上方から波長 6.0×10^{-7} m の光を当てると、1.0 cm 当たり 10 本の明るい線が見えた。 D は何 cm か。 θ は十分小さいので $\tan \theta = \sin \theta = \frac{D}{10}$ と近似できるとする。



- ㊦ 1.0×10^{-3} ㊧ 2.0×10^{-3} ㊨ 3.0×10^{-3}
 ㊩ 4.0×10^{-3} ㊪ 5.0×10^{-3}
- 14 断熱容器に入れた温度 10°C の水 200 g に 96°C のステンレス製の球を沈めて十分な時間が経過すると、水とステンレス球の温度はともに 12°C になった。ステンレス球の質量は何 g か。ただし、水の比熱は $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、ステンレスの比熱は $0.50 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ であり、水の蒸発の影響は無視できるものとする。

- ㊦ 10 ㊧ 20 ㊨ 30 ㊩ 40 ㊪ 50

- 15 図のように、鉛直に立てた断面積 10 cm^2 のシリンダー内に物質量 0.10 mol の理想気体がなめらかに動く質量 1.0 kg のピストンで密封されている。気体をゆっくり温めて温度を 10°C 上げたとき、ピストンは何 cm 上昇するか。最も近いものを選び。気体定数を $8.3 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ 、大気圧を $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、重力加速度の大きさを 10 m/s^2 とする。



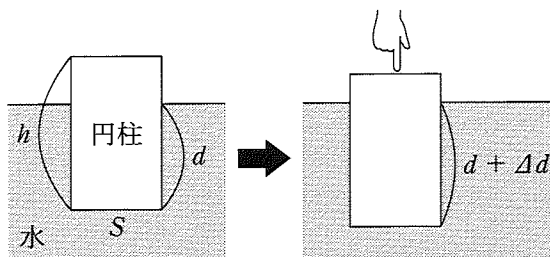
- ㊦ 6.5 ㊧ 7.0 ㊨ 7.5
 ㊩ 8.0 ㊪ 8.5

16 単原子分子理想気体の分子1個の並進運動エネルギーの平均値は何Jか。ただし、温度は273 Kとし、ボルツマン定数は 1.38×10^{-23} J/K とする。

- ア 1.88×10^{-21} イ 3.77×10^{-21} ウ 5.65×10^{-21}
 エ 9.42×10^{-21} オ 5.14×10^{-19}

次の文章を読み、以下の問い(問題17, 18)に答えよ。

図のように、底面積 S 、高さ h の円柱を水に浮かべると、底面が水面から深さ d まで沈んだ状態で静止した(図左)。次に、円柱を少しだけ鉛直に押し下げ(図右)、手を放すと上下に振動した。円柱を押し下げた距離を Δd とし、重力加速度の大きさを g とする。水の抵抗と円柱の運動に伴う水面の変化は無視できるものとする。



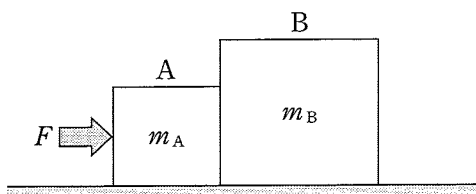
17 円柱の振動周期は 2π の何倍か。

- ア $\sqrt{\frac{h}{g}}$ イ $\sqrt{\frac{d}{g}}$ ウ $\sqrt{\frac{\Delta d}{g}}$ エ $\sqrt{\frac{S}{gh}}$ オ $\sqrt{\frac{S}{g\Delta d}}$

18 振動する円柱の速さの最大値はいくらか。

- ア $\Delta d \sqrt{\frac{g}{h}}$ イ $\Delta d \sqrt{\frac{g}{d}}$ ウ $d \sqrt{\frac{g}{\Delta d}}$
 エ $d \sqrt{\frac{gh}{S}}$ オ $d \sqrt{\frac{g\Delta d}{S}}$

- 19 図のように、なめらかな水平面上で質量 m_A の箱 A と質量 m_B の箱 B が接している。A に対して、水平右向きに一定の力 F を加えたとき、A と B が接したまま動き出した。B が A に及ぼす力の大きさは F の大きさの何倍か。

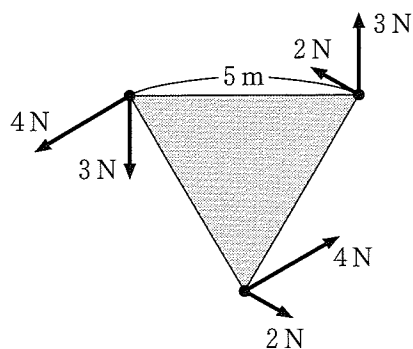


- ㉞ 1 ㉠ $\frac{m_A}{m_B}$ ㉡ $\frac{m_B}{m_A}$
 ㉢ $\frac{m_B}{m_A + m_B}$ ㉣ $\frac{m_A + m_B}{m_B}$

- 20 ある恒星のまわりを周回する惑星 A の楕円軌道の半長軸は 4.0 天文単位であり、公転周期は 8.0 年である。同じ恒星を周回する惑星 B の楕円軌道の半長軸が 9.0 天文単位であるとき、その公転周期は何年か。ただし、1 天文単位は 1.50×10^{11} m であり、太陽と地球の平均距離に由来する長さの単位である。

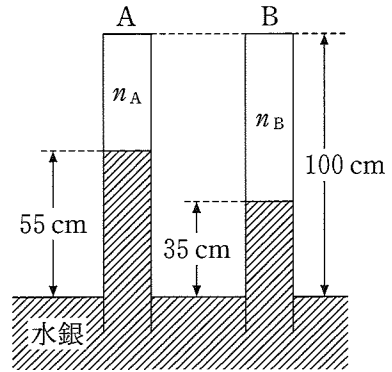
- ㉞ 3.0 ㉠ 4.5 ㉡ 18 ㉢ 27 ㉣ 36

- 21 密度と厚さが一様な一辺 5 m の正三角形の薄い板が水平面に置かれている。図のように、この板の頂点に 2 N、3 N、4 N の大きさの 3 組の偶力がはたらくとき、板の重心のまわりの力のモーメントの大きさは何 N・m か。ただし、力は水平面内で各辺に対して垂直に作用する。



- ㉞ 0 ㉠ 5 ㉡ 45 ㉢ 90 ㉣ 120

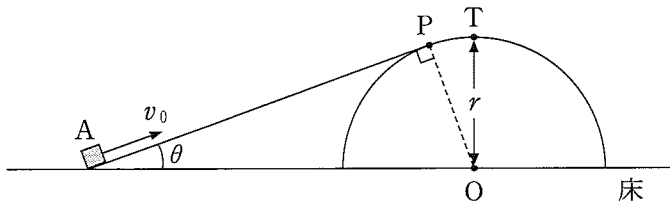
22 図のように、上端を閉じた同じ内径の円形断面を持つガラス管 A, B がある。これら 2 本のガラス管の上端の高さが水銀面から 100 cm になるように水銀中に立てると、水銀面からそれぞれ 55 cm, 35 cm の高さだけ水銀が管中を昇った。A, B の上部の空洞部分には、それぞれ物質量 n_A , n_B の理想気体が入っている。 $\frac{n_A}{n_B}$ はいくらか。ただし、ガラス管の上部の空洞部分が真空のときの水銀の高さは水銀面から 75 cm になるとする。



- ㉞ $\frac{4}{13}$ ㉟ $\frac{9}{26}$ ㊱ $\frac{1}{2}$ ㊲ $\frac{7}{11}$ ㊳ $\frac{9}{13}$

次の文章を読み、以下の問い(問題 23~25)に答えよ。

図のように、水平な床に傾斜角 θ ($\cos \theta > \frac{2}{3}$) のなめらかな斜面と、断面が半径 r の半円のなめらかな曲面(半円の中心 O は床と同じ面内にある)が固定され、 P で接している。斜面の最下端に置かれた小物体 A に斜面上向きの初速度 v_0 を与えたところ、 A は曲面から離れることなく曲面の最高点 T まで到達できた。重力加速度の大きさを g とする。



23 v_0 の大きさには最小値と最大値がある。最小値はいくらか。

- ㉞ \sqrt{gr} ㉟ $\sqrt{\frac{gr}{\sin \theta}}$ ㊱ $\sqrt{2gr}$ ㊲ $\sqrt{\frac{2gr}{\sin \theta}}$ ㊳ $\sqrt{\frac{2gr}{\cos \theta}}$

24 v_0 の大きさの最大値はいくらか。

ア $\sqrt{gr \cos \theta}$

イ $\sqrt{2gr \cos \theta}$

ウ $\sqrt{3gr \cos \theta}$

エ $\sqrt{4gr \cos \theta}$

オ $\sqrt{5gr \cos \theta}$

25 小物体 A が上問の最大の初速度 v_0 で運動を開始した場合を考える。A は最高点 T を越えた後、曲面を滑り落ち床面から高さ h の位置で曲面から離れる。 $\frac{h}{r}$ はいくらか。

ア $\cos \theta$

イ $\frac{\cos \theta}{3}$

ウ $\frac{\cos \theta}{2}$

エ $2 \cos \theta - 1$

オ $3 \cos \theta - 2$