

入学試験問題(1次)

理 科

令和2年1月27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39ページ(物理1～10ページ, 化学11～23ページ, 生物24～39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。

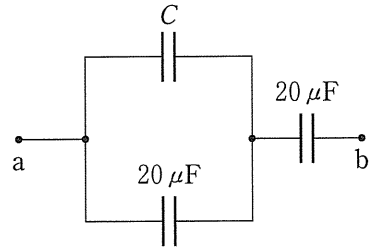
受験番号					
------	--	--	--	--	--

上の枠内に受験番号を記入しなさい。

物 理

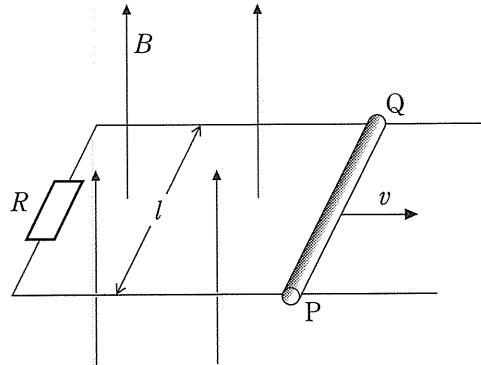
設問ごとに、与えられた選択肢の中から最も適当なものを一つ選べ。

- 1 図のように、電気容量 C のコンデンサーと 2 個の電気容量 $20\ \mu\text{F}$ のコンデンサーを接続した。ab 間の合成容量は $12\ \mu\text{F}$ であった。 C は何 μF か。



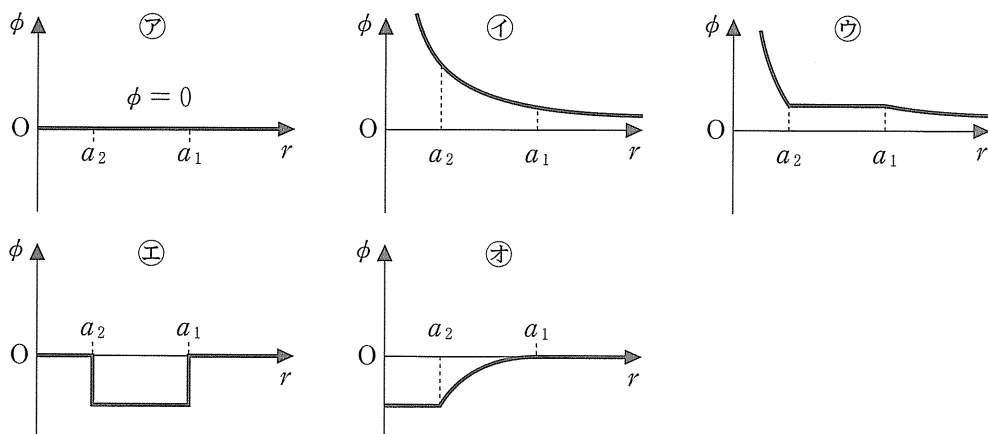
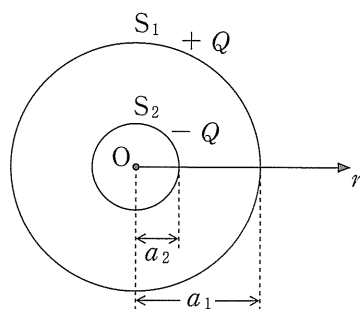
- ㉞ 10
 ㉟ 20
 ㊱ 30
 ㊲ 40
 ㊳ 50

- 2 図のように、磁束密度 B の鉛直上向きの一様な磁場の中に、平行に配置した直線状の導線 2 本を距離 l 隔てて水平に置く。導線の左端は抵抗値 R の抵抗でつながれている。この平行導線の上に、軽い金属棒 PQ を垂直に渡し、磁場に垂直な方向に一定の速さ v で右向きに移動させる。単位時間あたりに生じるジュール熱はいくらか。ただし、導線と金属棒の電気抵抗は無視できるものとする。

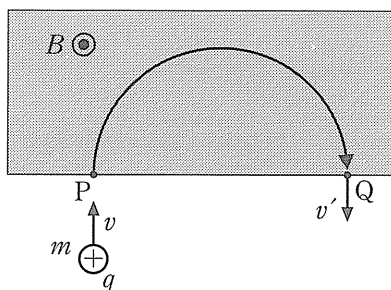


- ㉞ $\frac{vB^2l^2}{R}$
 ㉟ $\frac{v^2Bl^2}{R}$
 ㊱ $\frac{v^2B^2l}{R}$
- ㊲ $\frac{v^2B^2l^2}{R}$
 ㊳ $\frac{v^2B^2l^2}{R^2}$

3 図のように、共通の中心 O を持つ半径 a_1 の球面 S_1 と半径 a_2 の球面 S_2 があり ($a_1 > a_2$)、 S_1 上には $+Q$ の正電荷を、 S_2 上には $-Q$ の負電荷を一様に分布させた。 O からの距離 r と電位 ϕ の関係を表すグラフとして適当なものを選び。ただし、無限遠の電位を 0 とする。

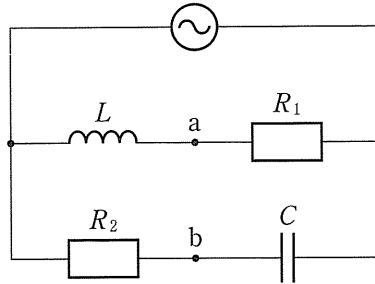


4 図の着色部分に、磁束密度 B の一様な磁場が紙面の裏から表へ垂直にかけられている。質量 m 、電気量 q の陽イオンを速さ v で点 P から磁場に垂直に入射したところ、半径 r の円軌道を半周描き、点 Q から速さ v' で出た。間違っているものはどれか。



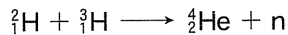
- ㉞ ローレンツ力が円運動の向心力となる。
- ㉟ 陽イオンは、ローレンツ力による仕事を受け $v' > v$ となる。
- ㊱ m と q と B が一定のとき、 v が小さいほど r は小さくなる。
- ㊲ q と v と B が一定のとき、 m が小さいほど r は小さくなる。
- ㊳ m と v と B が一定のとき、 q が大きいほど r は小さくなる。

- 5 図のように，抵抗値 R_1 ， R_2 の 2 個の抵抗，電気容量 C のコンデンサー，自己インダクタンス L のコイル，および，角周波数 ω の交流電源からなる回路がある。点 a の電位が，点 b の電位と時間によらず常に等しいとき， C を R_1 と R_2 と L で表せ。



- Ⓐ $R_1 R_2 L$ Ⓚ $\frac{R_1 R_2}{L}$ Ⓜ $\frac{L}{R_1 R_2}$ Ⓢ $\frac{R_2 L}{R_1}$ Ⓝ $\frac{R_1 L}{R_2}$

- 6 重水素 (${}^2_1\text{H}$) と三重水素 (${}^3_1\text{H}$) の原子核が核融合を起こし，ヘリウム原子核 (${}^4_2\text{He}$) と中性子 (n) に変わる以下の核反応を考える。



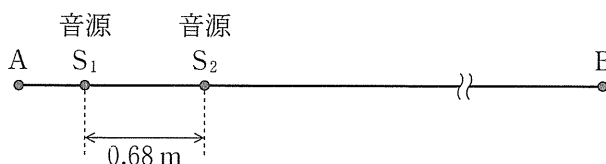
この核反応で，反応前の質量の何倍が核エネルギーとして放出されるか。 ${}^2_1\text{H}$ ， ${}^3_1\text{H}$ ， ${}^4_2\text{He}$ の原子核の質量は，それぞれ 2.0141 u，3.0160 u，4.0026 u とし，中性子 (n) の質量は 1.0087 u とする。

- Ⓐ 0.37 Ⓚ 0.037 Ⓜ 0.0037
 Ⓢ 0.00037 Ⓝ 0.000037

7 胸部レントゲン検査で加速電圧 120 kV の X 線が用いられた。このときの X 線の最短波長は何 m か。プランク定数を $6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ 、光の速さを $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ 、電気素量を $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ とする。

- ㉞ 1.0×10^{-11} ㉟ 2.0×10^{-11} ㊱ 3.0×10^{-11}
 ㊲ 4.0×10^{-11} ㊳ 5.0×10^{-11}

8 図のように、直線 AB 上の 0.68 m 離れた 2 点 S_1 、 S_2 に音源を置き、同じ振動数、同じ振幅、同じ位相の音波を点 B に向けて発する。音の振動数を 450 Hz から徐々に高くしていくとき、音源から十分離れた点 B の観測者が聞く音の大きさが最初に極大となる振動数は何 Hz か。ただし、音速は 340 m/s である。



- ㉞ 460 ㉟ 470 ㊱ 480 ㊲ 490 ㊳ 500

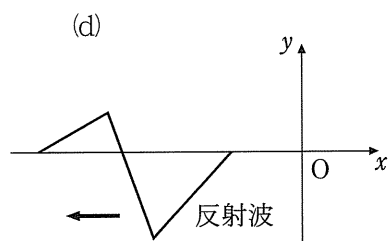
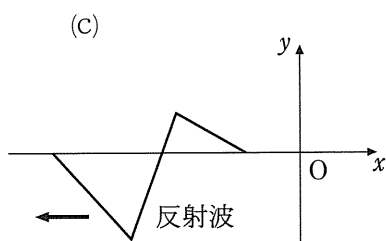
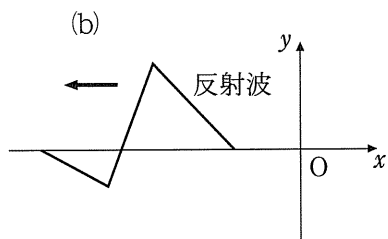
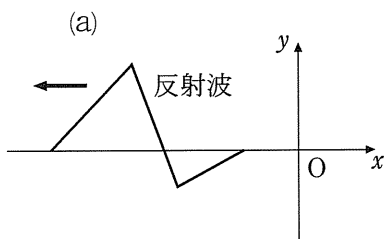
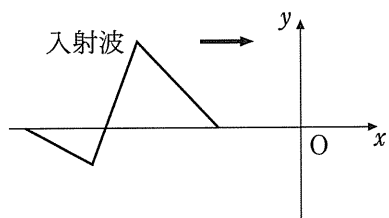
9 前問で観測される音の大きさの振動数による変化は、音の示すどのような現象で説明されるか。

- ㉞ 屈折 ㉟ 反射 ㊱ 干渉 ㊲ うなり ㊳ ドップラー効果

10 基本振動の波長が 2.0 m となるように弦が張られている。この弦の 5 倍振動の波長は何 m か。

- ㉞ 0.20 ㉟ 0.30 ㊱ 0.40 ㊲ 0.80 ㊳ 1.0

11 右図に示すような入射波が、 x 軸を正の方向に進み $x = 0$ の点で反射された。反射点が自由端の場合と、固定端の場合に現れる反射波の波形を下図の中から選び、正しい組み合わせの選択肢を選べ。



	自由端	固定端
㉠	(a)	(b)
㉡	(a)	(c)
㉢	(b)	(a)
㉣	(c)	(a)
㉤	(c)	(d)

12 ある高さから小さなボールをなめらかな床に向かって鉛直下向きに投げ下ろしたところ、ボールは床面で垂直に跳ね返り、ちょうどもとの高さまで戻った。ボールを投げ下ろした瞬間のボールの運動エネルギーは、そのときボールが持つ重力による位置エネルギーの何倍か。ただし、位置エネルギーの基準面(位置エネルギー0の位置)は床面とし、ボールと床との間の反発係数を e とする。

㉞ $\frac{1}{e^2}$

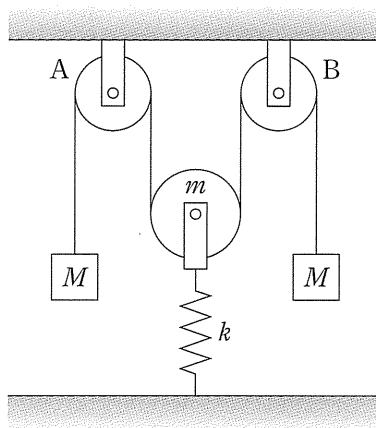
㉟ $\frac{1}{e^2} - 1$

㊱ $\frac{1}{e}$

㊲ $1 - e$

㊳ $1 - e^2$

13 図のように、軽くてなめらかな定滑車 A, B に、伸び縮みしない軽いひもをかけ、その両端に同じ質量 M のおもりをつるす。更にこのひもの中央部に、質量 m ($m < M$) の動滑車をかけ、これをばね定数 k の軽いばねで床面とつなぐ。ばねが伸びて力がつり合った状態の動滑車をゆっくりと鉛直上方に持ち上げ、静かに手を離すと動滑車は単振動を始めた。この単振動の周期はいくらか。ただし、ひもの滑車にふれていない部分、および、ばねの中心線は鉛直である。



㉞ $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

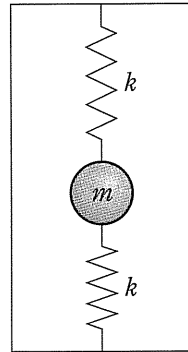
㉟ $2\pi\sqrt{\frac{M-m}{k}}$

㊱ $2\pi\sqrt{\frac{M+m}{k}}$

㊲ $2\pi\sqrt{\frac{2M-m}{k}}$

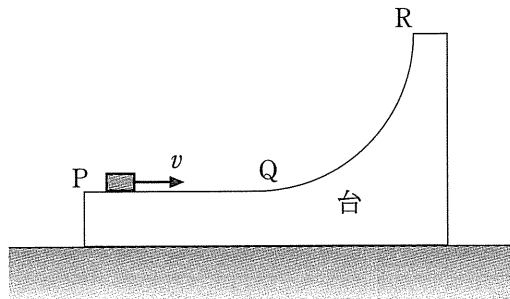
㊳ $2\pi\sqrt{\frac{2M+m}{k}}$

- 14 図のように、ばね定数 k 、自然の長さ l_0 の2つの軽いばねを各々の中心線が同一の鉛直線になるよう容器の底部と上部に固定する。この2つのばねの間には、体積 V 、質量 m の球体が、その重心をばねの中心線上にのるように結ばれている。このときの両ばねの長さの和は $2l_0$ であった。この容器に密度 ρ の液体をゆっくりと流し込んだところ、球体全体が液体中に沈んだ状態で静止した。球体の重心が上昇した距離はいくらか。重力加速度の大きさを g とし、ばね定数は液体中でも変化しないものとする。



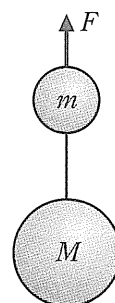
- ア $\frac{mg}{2k}$ イ $\frac{mg}{k}$ ウ $\frac{V\rho g}{2k}$ エ $\frac{V\rho g}{k}$ オ $\frac{(m - V\rho)g}{k}$

- 15 図のように、摩擦のないなめらかな水平面上に台が静止している。台の上面は水平な面 PQ と曲面 QR とからなる。この台の PQ 面上に小物体を置き、Q に向けて速さ v を与えると、QR 面上で最高点に達した。この最高点の高さは水平面 PQ からいくらか。台の質量は小物体の質量の5倍であり、台と小物体との間の摩擦はないものとする。また、重力加速度の大きさを g とする。



- ア $\frac{v^2}{12g}$ イ $\frac{v^2}{6g}$ ウ $\frac{v^2}{4g}$ エ $\frac{v^2}{3g}$ オ $\frac{5v^2}{12g}$

16 図のように、軽い糸でつながった質量 M と m の球が、一定の大きさ F の力で鉛直上方に引き上げられている。2 個の球の間の糸の張力の大きさは F の何倍か。



- ア $M + m$ イ $M - m$ ウ $\frac{M}{m}$
 エ $\frac{M}{M + m}$ オ 1

以下の問い(問題 17~20)に対し、与えられた 4 つの語句等の中から適当なものを全て選び、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。

17 光または電磁波の干渉で説明できるものを全て選べ。

- 1) 光電効果
- 2) コンプトン効果
- 4) ニュートンリングの出現
- 8) ブラッグの(反射)条件を満たすとき観測される強い X 線

- ア 3 イ 4 ウ 12 エ 14 オ 15

18 電磁波を全て選べ。

- 1) α 線
- 2) β 線
- 4) γ 線
- 8) 赤外線

- ア 7 イ 8 ウ 12 エ 14 オ 15

19 電気量を持つものを全て選べ。

- 1) α 粒子
- 2) 電子
- 4) 陽子
- 8) 中性子

- ア 3 イ 6 ウ 7 エ 14 オ 15

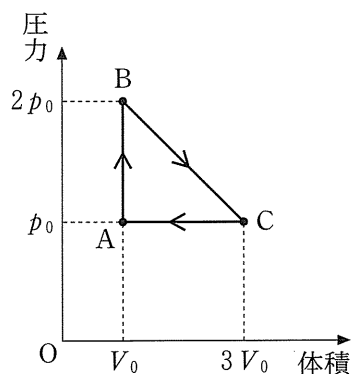
20 自然界に存在する「基本的な力」を全て選べ。

- 1) 重力 2) 電磁気力 4) 弱い力 8) 強い力

- ㉞ 1 ㉟ 3 ㊱ 12 ㊲ 13 ㊳ 15

次の文章を読み、以下の問い(問題 21～25)に答えよ。

なめらかに動くピストンの付いたシリンダーの中に一定物質量の単原子分子理想気体が閉じ込められている。この気体を右図のように、圧力 p_0 、体積 V_0 の状態 A から、圧力 $2p_0$ 、体積 V_0 の状態 B に変化させ、さらに圧力 p_0 、体積 $3V_0$ の状態 C を経て状態 A に戻るよう、ゆっくりと変化させた。ただし、これらの過程は全て図中の直線に沿った変化である。



21 過程 A→B で気体が吸収する熱量は p_0V_0 の何倍か。

- ㉞ 0 ㉟ $\frac{1}{2}$ ㊱ 1 ㊲ $\frac{3}{2}$ ㊳ 2

22 過程 B→C で気体が外部にする仕事は p_0V_0 の何倍か。

- ㉞ 0 ㉟ $\frac{3}{2}$ ㊱ 3 ㊲ $\frac{9}{2}$ ㊳ 6

23 過程 B→C で気体が吸収する熱量は p_0V_0 の何倍か。

- ㉞ 0 ㉟ $\frac{3}{2}$ ㊱ 3 ㊲ $\frac{9}{2}$ ㊳ 6

24 過程 C→A で気体が外部からされる仕事は p_0V_0 の何倍か。

- ア 0 イ $\frac{1}{2}$ ウ 1 エ $\frac{3}{2}$ オ 2

25 この装置を熱機関として利用したときの熱効率はいくらか。

- ア 0 イ $\frac{1}{12}$ ウ $\frac{1}{9}$ エ $\frac{1}{6}$ オ $\frac{1}{3}$