

2020 年度
一般入学試験問題

理科 ①
(物理基礎・物理)

(60 分)

(100 点)

注意事項

1. 理科①～④のうちから1つを選択し、解答しなさい。
2. 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
3. 問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁等がある場合は、手を挙げて試験監督者に知らせなさい。
4. 筆記用具は、黒鉛筆または黒のシャープペンシルに限ります。
5. 解答用紙に受験番号を記入しなさい。
6. 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に記入しなさい。
7. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

物理

第1問 次の文章 (a) ~ (e) を読み、解答として最も適切なものを、それぞれの解答群の中から一つ選び、その番号を記せ。(配点 25)

(a) 真空中での光の速さは 3×10^8 m/s である。光が真空中を 300 日間に進む距離について、適切なものを選べ。

- ① 約 3×10^8 m
- ② 約 1×10^{11} m
- ③ 約 2×10^{12} m
- ④ 約 3×10^{14} m
- ⑤ 約 8×10^{15} m

(b) 広い空間の中に、ある物体がある。この物体に全く力がはたらいていない場合、この物体はどのような運動をしているか、適切なものを選べ。

- ① 等速直線運動をしている。
- ② らせん運動をしている。
- ③ 加速度運動をしている。
- ④ 等速円運動をしている。
- ⑤ 振動している。

(c) ある温度で、振動数 670 Hz の音波の波長が 50.0 cm であった。このときの音速として適切なものを選べ。

- ① 13.4 m/s
- ② 335 m/s
- ③ 670 m/s
- ④ 1.34×10^3 m/s
- ⑤ 3.35×10^4 m/s

物理

(d) ある温度のときに長さ 2.0 m であった金属棒が、60 K の温度上昇で熱膨張し、 6.0×10^{-4} m だけ長くなった。この金属の線膨張率として、適切なものを選べ。

- ① 1.0×10^{-3} 1/K
- ② 5.0×10^{-4} 1/K
- ③ 1.0×10^{-5} 1/K
- ④ 5.0×10^{-6} 1/K
- ⑤ 5.0×10^{-7} 1/K

(e) 電磁波に関する記述として、不適切なものを選べ。

- ① 真空中での電磁波の速さは 3×10^8 m/s である。
- ② ラジオやテレビの番組は電磁波を利用して放送している。
- ③ 電磁波は直進性が高く、物質にあたっても反射したり屈折したりすることはない。
- ④ 可視光線は人の目が感知することのできる電磁波である。
- ⑤ X線は波長がきわめて短い電磁波である。

物理

第2問 断熱性の高い容器の中で、質量の不明な $49.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の水に、 $-5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の氷 200.0 g を加えて全体が均一な温度になるまで待つと、 $10.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の水になった。ただし、熱は混ぜあわせた氷と水の間でのみ移動し、外部には移動しないものとする。氷の比熱を $2.1\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ ，水の比熱を $4.2\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ ，氷の融解熱を 340 J/g とする。次の問い（問1～5）に答えよ。（配点 25）

問1 $-5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の氷 200.0 g を $0.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の氷にするのに必要な熱量を見積もれ。

問2 $0.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の氷 200.0 g を $0.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の水にするのに必要な熱量を見積もれ。

問3 $0.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の水 200.0 g を $10.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の水にするのに必要な熱量を見積もれ。

問4 混ぜ合わせる前の質量の不明な $49.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の水から、 $-5.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の氷 200.0 g に移動した熱量は何 J か。

問5 混ぜ合わせる前に $49.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ だった水は何 g あったか見積もれ。

(このページは余白)

物理

第3問 次の文章 (a) ~ (e) を読み、解答として最も適切なものを、それぞれの解答群の中から一つ選び、その番号を記せ。(配点 25)

- (a) エレベーターの中で、ある質量を持ったおもりが台はかりの上に乗せられている。エレベーターが等速で上昇している状態から、減速してある階で静止するとき、台はかりの目盛の指示値の変化として、適切な記述を選べ。

	減速中	静止時
①	等速で上昇中より小さな値	等速で上昇中のときと同じ値
②	等速で上昇中より大きな値	等速で上昇中のときと同じ値
③	等速で上昇中のときと同じ値	等速で上昇中のときと同じ値
④	等速で上昇中より大きな値	等速で上昇中より大きな値
⑤	等速で上昇中より小さな値	等速で上昇中より小さな値

- (b) ある一定の速度で運動している電子が、電子の進行方向に直交する向きの一様な静磁場に入射した。電子の軌道について適切な記述を選べ。

- ① 電子は、等速直線運動を続ける。
- ② 電子は、静磁場の方向に直交する平面内で、放物線を描く軌道をとる。
- ③ 電子は、静磁場の方向に直交する平面内で、円弧を描く軌道をとる。
- ④ 電子は、進行方向と静磁場の方向を共に含む平面内で、円弧を描く軌道をとる。
- ⑤ 電子は、進行方向と静磁場の方向を共に含む平面内で、放物線を描く軌道をとる。

- (c) 理想気体 1.0 mol (6.0×10^{23} 個の分子からなる) が、圧力 1.0×10^5 Pa、体積 2.4×10^{-2} m³ の状態にある。この理想気体の分子 1 個あたりの平均運動エネルギーとして適切なものを選べ。

- ① 約 2×10^{-21} J
- ② 約 6×10^{-21} J
- ③ 約 1×10^{-20} J
- ④ 約 1×10^3 J
- ⑤ 約 4×10^3 J

物理

(d) 電気容量 $20 \mu\text{F}$ のコンデンサーを 2 つ並列に接続した。合成容量はいくらか。

- ① $5.0 \mu\text{F}$
- ② $10 \mu\text{F}$
- ③ $20 \mu\text{F}$
- ④ $30 \mu\text{F}$
- ⑤ $40 \mu\text{F}$

(e) 地球と比べて、質量が約 0.1 倍、半径が約 0.5 倍の惑星がある。この惑星上での物体の重さは地球上での重さの何倍になるか。

- ① 約 0.05 倍
- ② 約 0.1 倍
- ③ 約 0.2 倍
- ④ 約 0.4 倍
- ⑤ 約 2.5 倍

物理

第4問 長さ L の軽い糸の上端を固定し、下端に質量 m の小さなおもりをつけて静かにぶら下げた振り子がある。図 4-1(a)のように、水平方向に x 軸をとり、おもりが静止しているときの位置を原点 O とする。このおもりを x 軸に沿って振らせると、おもりの軌跡は半径 L の円弧を描くが、十分小さな振幅では円弧 \widehat{PO} の長さは x の大きさと等しいとみなせる (図 4-1(b))。このとき、糸が鉛直方向となす角を θ とすると、 $\sin \theta = \frac{x}{L}$ としてよい。このようなおもりの振動は x 軸方向に添った単振動とみなせる。重力加速度の大きさは g としてよい。次の問い (問 1 ~ 5) に答えよ。(配点 25)

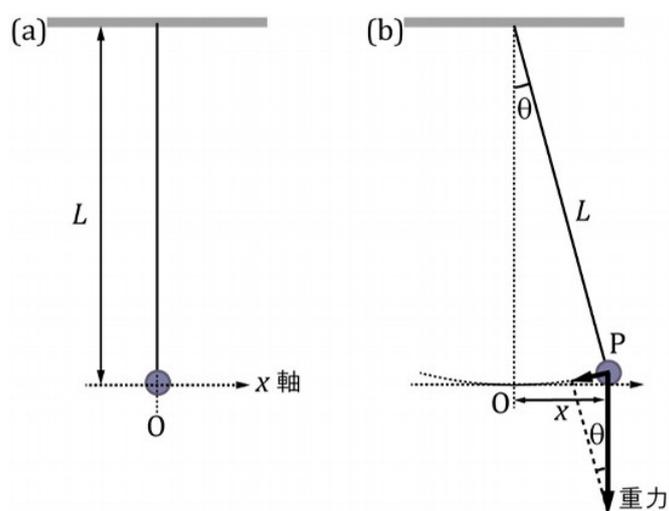


図 4-1

問 1 おもりが単振動しているとき、おもりの x 軸方向の位置を x , この振動の角振動数を ω とすると、おもりの加速度 a はどのように表されるか。

問 2 質量 m のおもりが単振動しているとき、おもりを単振動させる復元力 F はおもりの x 軸方向の位置を x , 定数 k を用いて $F = -kx$ と表すことができる。この単振動の角振動数を、定数 k を用いて表せ。

問 3 振り子の振幅が十分小さく、すなわち糸が鉛直方向となす角 θ が十分小さいとき、おもりに対する重力の糸に垂直な方向の成分の大きさはどのように表せるか。 $\sin \theta = \frac{x}{L}$ としして答えよ。

物理

問3の結果は，おもりの単振動の復元力を表すとみなすことができる。

問4 この単振り子による単振動の角振動数は，振り子の長さ L を用いるとどのように表されるか。

問5 この単振り子による単振動の周期を 2 倍にするためには，糸の長さをどのように変化させればよいか説明せよ。