

物理基礎・物理

[問題 1] 以下の設問 1～7 の空欄 ～ にあてはまる数値か選択肢の番号を選び、対応する解答欄にマークしなさい。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 ， $\sqrt{2} = 1.41$ ， $\sqrt{3} = 1.73$ とする。

設問 1. 地面に対する高さ 10 m の地点から質量 1.0 kg の物体を自由落下させる。地面に到達するときの物体の速さは m/s であり、自由落下が始まってから地面に到達するまでにかかる時間は s である。ただし、空気抵抗は無視できるものとする。

設問 2. 一直線上を正の向きに速さ 2.0 m/s で進む質量 6.0 kg の小球 A と、負の向きに速さ 6.0 m/s で進む質量 2.0 kg の小球 B が正面衝突した。衝突後の小球 A は の向きに速さ m/s で進み、小球 B は の向きに速さ m/s で進んだ。ただし、2 球の間の反発係数を 0.80 とする。

[, の選択肢]

- ① 正 ② 負

設問 3. 熱容量が 120 J/K の容器の中に 250 g の水を入れると、全体の温度が 20°C になった。次に、この中に 100°C に熱した質量 150 g の物体を入れたところ、全体の温度が 25°C になった。熱は水、容器、物体の間だけで移動し、水の比熱を $4.20 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とすると、物体の比熱は $\text{J/(g}\cdot\text{K)}$ である。

設問 4. 圧力 $1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$, 温度 320 K , 体積 2.0 m^3 の理想気体がある。気体の温度を 400 K , 体積を 1.0 m^3 にしたとき, 気体の圧力は $\boxed{(14)}.\boxed{(15)} \times 10^5 \text{ Pa}$ となる。

設問 5. 同じ振幅で波長が 10 cm の同位相の正弦波が 2 つの波源 **A**, **B** から発生しており, 2 つの波による干渉がみられた。**AB** 間の距離が 40 cm であるとき, 線分 **AB** 上で波が弱め合う点は $\boxed{(16)}$ 個ある。

設問 6. 水平方向に大きさ E の一様な電場がある空間で, 天井から $4.0 \times 10^{-6} \text{ C}$ の正の電荷が帯電した質量 20 g の金属球を軽い糸でぶら下げたところ, 図 1 のように鉛直方向から 60° 傾いたところで金属球は静止した。このとき, $E = \boxed{(17)}.\boxed{(18)} \times 10^{\boxed{(19)}} \text{ N/C}$ である。

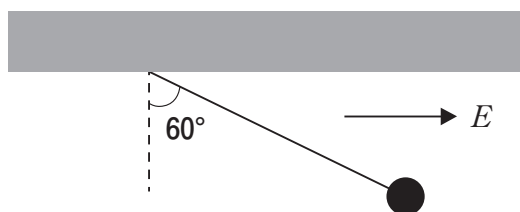


図 1

設問 7. 磁束密度の大きさが B の一様な磁場がある空間を、正の電荷 q をもつ質量 m の物体が運動している。この物体の運動を調べたところ、ある瞬間には図 2 のように速度は大きさ v で、向きは y 軸の正の方向であった。磁束密度の向きが z 軸の負の方向であるとする、物体は (20) 平面に平行な面を円運動しており、その半径は (21) である。ただし、質量 m はとても小さく、重力は無視できるものとする。

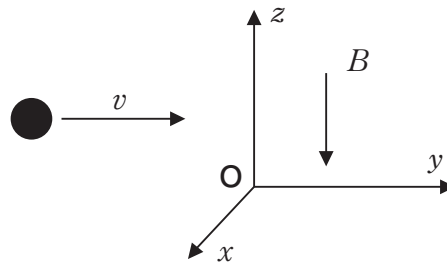


図 2

[(20) の選択肢]

- ① xy ② yz ③ zx

[(21) の選択肢]

- ① $\frac{qvB}{m}$ ② $\frac{2qv}{m}$ ③ $\frac{mv}{qB}$ ④ $\frac{qB}{mv^2}$
- ⑤ $\frac{2qv}{mB}$ ⑥ $\frac{mq}{vB}$ ⑦ $\frac{qv^2}{2mB}$ ⑧ $\frac{qv}{2mB}$

[問題 2] 以下の設問 1～3 の空欄 (22) ～ (31) にあてはまる選択肢の番号を選び，対応する解答欄にマークしなさい。

図 3 のように，水平な床に長さ 5.0 m で質量 2.0 kg の棒を床に対して垂直で滑らかな壁に立てかけた。棒の上端 P 点と床との距離は 4.0 m ，棒の下端 Q 点と壁との距離は 3.0 m である。棒の重心は PQ の中点にあり，棒の太さは無視できるものとする。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 ，棒と床との間の静止摩擦係数を μ とする。

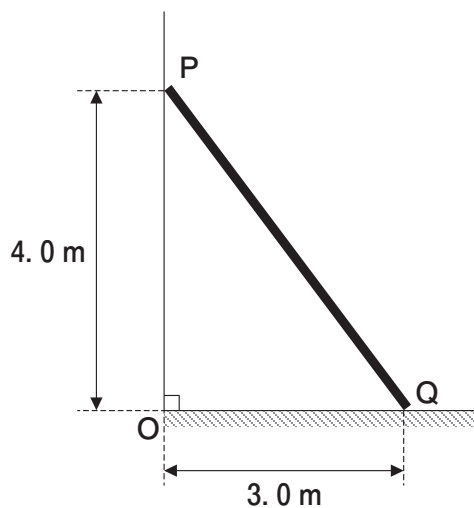


図 3

設問 1. P 点における垂直抗力の大きさは (22) . (23) N ， Q 点における垂直抗力の大きさは (24) (25) N である。

設問 2. Q 点における摩擦力の大きさは . N である。

設問 3. 次に、棒の上部 3 分の 1 の点 R ($PR : RQ = 1 : 2$) に質量 4.0 kg の物体を吊り下げた。
このときの P 点における垂直抗力の大きさは N であり、棒が静止状態を保つための条件は $\mu \geq 0.$ である。

[問題 3] 以下の設問 1～3 の空欄 ～ にあてはまる選択肢の番号を選び，対応する解答欄にマークしなさい。

図 4 のように，水平でなめらかな床上に置かれた質量 M の板 **A** の上面に，質量 m の物体 **B** が載っている。**A** と **B** との間の動摩擦係数を μ' とし，重力加速度の大きさを g とする。



図 4

設問 1. 板 **A** に水平右向きに大きさ F の力を加え続けたところ，物体 **B** は板 **A** 上で静止したまま，両者は一体となって運動した。このときの板 **A** の加速度の大きさは であり，板 **A** と物体 **B** との間の摩擦力の大きさは である。

[の選択肢]

- | | | | |
|------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| ① $\frac{Mg}{m}$ | ② $\frac{mg}{M}$ | ③ $\frac{Mg}{M+m}$ | ④ $\frac{mg}{M+m}$ |
| ⑤ $\frac{F}{M}$ | ⑥ $\frac{F}{m}$ | ⑦ $\frac{F}{M+m}$ | ⑧ $\frac{F}{M-m}$ |

[の選択肢]

- | | | | | |
|-------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| ① $\mu' Mg$ | ② $\mu' mg$ | ③ F | ④ $\frac{MF}{m}$ | ⑤ $\frac{mF}{M}$ |
| ⑥ $\frac{\mu' Mg}{M+m}$ | ⑦ $\frac{\mu' mg}{M+m}$ | ⑧ $\frac{MF}{M+m}$ | ⑨ $\frac{mF}{M+m}$ | |

次に、板 **A** に水平右向きに大きさ F' の力を加え続けたところ、物体 **B** が板 **A** の上面をすべりながら、板 **A** と物体 **B** はそれぞれ運動した。

設問 2. このときの板 **A** と物体 **B** との間の摩擦力の大きさは (34) である。

- ① $\mu' Mg$ ② $\mu' mg$ ③ F' ④ $\frac{MF'}{m}$ ⑤ $\frac{mF'}{M}$
- ⑥ $\frac{\mu' Mg}{M+m}$ ⑦ $\frac{\mu' mg}{M+m}$ ⑧ $\frac{MF'}{M+m}$ ⑨ $\frac{mF'}{M+m}$

設問 3. このときの床に対する板 **A** の加速度の大きさは (35) であり、物体 **B** の加速度の大きさは (36) である。

[(35) の選択肢]

- ① $\frac{F'}{M}$ ② $\frac{F'}{M+m}$ ③ $\frac{F'}{M-m}$ ④ $\frac{F'+\mu' mg}{M}$ ⑤ $\frac{F'-\mu' mg}{M}$
- ⑥ $\frac{F'+\mu' mg}{m}$ ⑦ $\frac{F'-\mu' mg}{m}$ ⑧ $\frac{F'+\mu' mg}{M+m}$ ⑨ $\frac{F'-\mu' mg}{M+m}$

[(36) の選択肢]

- ① $\mu' g$ ② $\frac{\mu' mg}{M}$ ③ $\frac{\mu' Mg}{m}$ ④ $\frac{\mu' Mg}{M+m}$ ⑤ $\frac{\mu' mg}{M+m}$
- ⑥ $\frac{\mu' Mg}{M-m}$ ⑦ $\frac{\mu' mg}{M-m}$ ⑧ $\frac{\mu' F'}{M}$ ⑨ $\frac{\mu' F'}{m}$

[問題 4] 以下の設問 1～3 の空欄 ～ にあてはまる数値か選択肢の番号を選び，対応する解答欄にマークしなさい。

図 5 のように，水平方向に移動できる振動発生装置に弦を水平につけ，滑車にかけてその先におもりを取りつけた。振動発生装置から滑車までの弦の長さを L とする。最初は $L = 40.0 \text{ cm}$ であった。おもりは床から十分な高さにあり，振動発生装置の動作中もおもりが滑車や床に達することはないものとする。

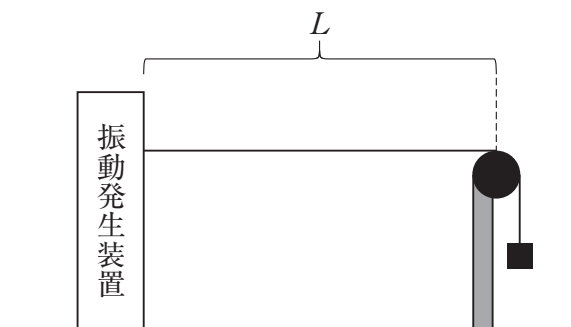


図 5

設問 1. 振動発生装置で周波数 220 Hz の横波を発生させると，振動発生装置から滑車までの間に腹が 1 つの定在波（定常波）ができた。このとき，弦を伝わる波の速さは m/s である。

設問 2. 振動発生装置で 440 Hz の横波を発生させ、振動発生装置を水平方向にゆっくり動かすと、 $L = \boxed{(40)} \boxed{(41)} . \boxed{(42)} \text{ cm}$ のときに腹が 1 つの定在波（定常波）ができた。

設問 3. 弦を伝わる波の速さは、弦の張力の平方根に比例する。振動発生装置で 440 Hz の横波を発生させ、おもりの質量を 4.00 倍にしたとき、 $L = 120 \text{ cm}$ とすると $\boxed{(43)}$ 個の定在波（定常波）の腹ができた。

[問題 5] 以下の設問 1～5 の空欄 (44) ～ (60) にあてはまる数値か選択肢の番号を選び，対応する解答欄にマークしなさい。

図 6 のように，電圧 $V = 3.0 \text{ V}$ の直流電源に抵抗値 $R = 2.0 \Omega$ の抵抗器と，極板間距離が d で電気容量が $2.0 \mu\text{F}$ の平行板コンデンサーと，スイッチをつないだ回路がある。最初，コンデンサーの電気量は 0 であり，スイッチを閉じて十分な時間が過ぎ，コンデンサーが充電されたあと，再びスイッチを開いた。

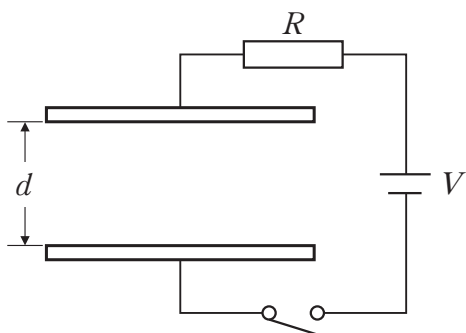


図 6

設問 1. コンデンサーの電気量は (44) . (45) $\times 10^{(46) (47)}$ C である。

設問 2. コンデンサーに蓄えられた静電エネルギーは (48) . (49) $\times 10^{(50) (51)}$ J である。

設問 3. スイッチを閉じてから開くまでの間に，抵抗器で発生したジュール熱は

$\boxed{(52)} \cdot \boxed{(53)} \times 10^{\boxed{(54)} \boxed{(55)}} \text{ J}$ である。

設問 4. 極板に垂直な方向に一定の大きさの外力を加えて，極板間距離を 2 倍にした。このときコンデンサーに蓄えられている静電エネルギーは設問 2 のときの $\boxed{(56)}$ 倍である。

① $\frac{1}{4}$

② $\frac{1}{2}$

③ 1

④ 2

⑤ 4

設問 5. 最初の極板間距離が $d = 4.0 \text{ mm}$ であったとき，設問 4 で極板間距離を広げるときに加えた一定の外力の大きさは $\boxed{(57)} \cdot \boxed{(58)} \times 10^{\boxed{(59)} \boxed{(60)}} \text{ N}$ である。