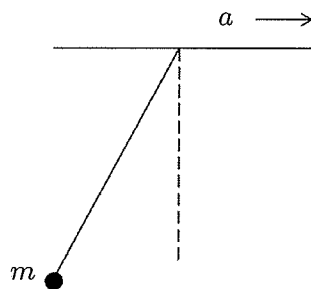


【B】物理学

Ⅲ 次の20問題を解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

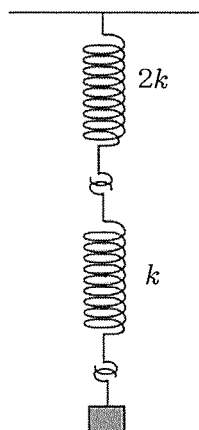
Ⅲ-1 下図のように、水平面上を一定の加速度 a で運動している電車の天井から、質量 m のおもりを糸でつるすと、おもりは鉛直方向からある角度だけ後方に傾きつり合っていた。このとき糸の張力はいくらか。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

- ① mg ② $m(a+g)$ ③ ma
 ④ $m\sqrt{g^2-a^2}$ ⑤ $m\sqrt{a^2+g^2}$



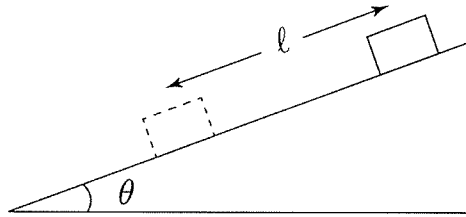
Ⅲ-2 ばね定数 k のばねに、あるおもりをつるしたとき、ばねの伸びは3.0 cmであった。次に、下図のように、ばね定数 $2k$ のばねの下にばね定数 k のばねをつなぎ、その下に同じおもりを静かにつるした。このとき、2つのばねの伸びの合計はいくらになるか。ただし、ばねの重さはすべて無視できるものとする。

- ① 1.5 cm ② 3.0 cm ③ 4.5 cm ④ 6.0 cm ⑤ 9.0 cm



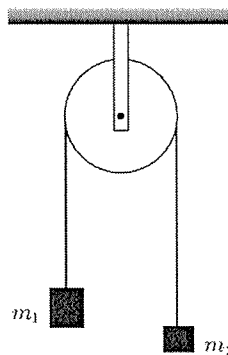
Ⅲ-3 下図のように、質量 m の物体が滑らかな斜面に沿って静止の状態から距離 l だけすべり下りたとき、速さはいくらか。ただし、斜面の傾きを θ 、重力加速度の大きさを g とする。

- ① $\sqrt{\frac{2l}{g \sin \theta}}$
- ② $\sqrt{2lg \sin \theta}$
- ③ $\sqrt{lg \sin \theta}$
- ④ $\sqrt{\frac{l}{g \sin \theta}}$
- ⑤ $\sqrt{\frac{lg}{\sin \theta}}$



Ⅲ-4 下図のように、定滑車にかけられた十分長いひもの両端に質量 m_1 と m_2 ($m_1 > m_2$) の質点を取りつけ、静かにはなした。このとき、ひもの張力の大きさはいくらか。ただし、ひもと滑車の質量、滑車と軸との間の摩擦は無視できるものとする。また、重力加速度の大きさを g とする。

- ① $(m_1 - m_2)g$
- ② $\frac{m_1 m_2 g}{m_1 - m_2}$
- ③ $\frac{2m_1 m_2 g}{m_1 - m_2}$
- ④ $\frac{m_1 m_2 g}{m_1 + m_2}$
- ⑤ $\frac{2m_1 m_2 g}{m_1 + m_2}$

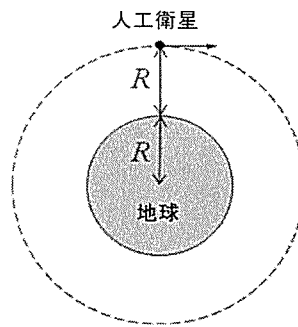


Ⅲ－５ 滑らかな床の上で、静止していた質量 m の質点に質量 $2m$ の質点を速度 v_0 で衝突させたところ、一体となってそのまま運動した。このとき失われる力学的エネルギーはいくらか。

- ① $\frac{1}{8}mv_0^2$ ② $\frac{1}{4}mv_0^2$ ③ $\frac{1}{3}mv_0^2$ ④ $\frac{1}{2}mv_0^2$ ⑤ mv_0^2

Ⅲ－６ 下図のように、地球の半径 R の２倍の半径で、地球の周りを等速円運動している人工衛星がある。この人工衛星の速さはいくらか。ただし、地球表面における重力加速度の大きさを g とする。

- ① $\sqrt{\frac{gR}{2}}$
 ② \sqrt{gR}
 ③ $\sqrt{2gR}$
 ④ $\sqrt{3gR}$
 ⑤ $\sqrt{5gR}$



Ⅲ－７ 原点を中心とする半径 a の円周上を質量 m の質点が一定の角速度 ω で等速円運動をしている。この質点の原点まわりの角運動量の大きさはいくらか。

- ① $\frac{1}{2}ma^2\omega$ ② $\frac{1}{2}ma^2\omega^2$ ③ $ma\omega$ ④ $ma^2\omega$ ⑤ $ma^2\omega^2$

Ⅲ－８ 真空中において、半径 a の球内に電荷密度 $\rho (> 0)$ の一様密度で電荷を分布させたとき、球の内外の電界の大きさ $E(r)$ は以下のどれになるか。ただし、球の中心からの距離を r とし、真空の誘電率を ϵ_0 とする。

① $E(r) = \frac{\rho}{3\epsilon_0} r \quad (r < a), \quad E(r) = 0 \quad (r \geq a)$

② $E(r) = \frac{\rho}{3\epsilon_0} r \quad (r < a), \quad E(r) = \frac{\rho a^3}{3\epsilon_0 r^2} \quad (r \geq a)$

③ $E(r) = 0 \quad (r < a), \quad E(r) = \frac{\rho a^3}{3\epsilon_0 r^2} \quad (r \geq a)$

④ $E(r) = \frac{a\rho}{3\epsilon_0} \quad (r < a), \quad E(r) = \frac{\rho a^3}{3\epsilon_0 r^2} \quad (r \geq a)$

⑤ $E(r) = \frac{a\rho}{3\epsilon_0} \quad (r < a), \quad E(r) = 0 \quad (r \geq a)$

Ⅲ－９ 下図のように、下側の極板が接地された面積 S 、間隔 d の平行平板コンデンサーがあり、そのちょうど右半分が誘電率 ϵ_1 の誘電体で満たされ、残りの左半分は真空である。このコンデンサーの上側の極板に電荷 Q を与えたとき、上側の極板の電位はいくらになるか。ただし、真空の誘電率を ϵ_0 とする。

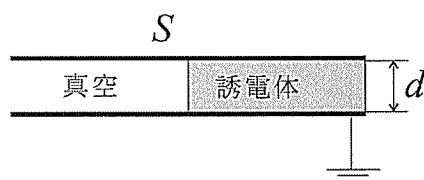
① $\frac{2Qd}{(\epsilon_0 + \epsilon_1)S}$

② $\frac{2\epsilon_0\epsilon_1Qd}{(\epsilon_0 + \epsilon_1)S}$

③ $\frac{2(\epsilon_0 + \epsilon_1)Qd}{\epsilon_0\epsilon_1S}$

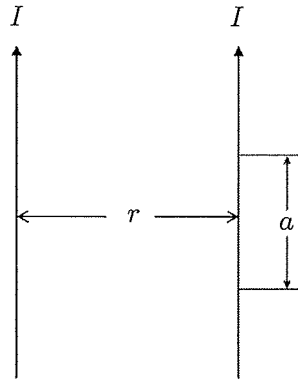
④ $\frac{QS}{2(\epsilon_0 + \epsilon_1)d}$

⑤ $\frac{\epsilon_0\epsilon_1QSd}{2(\epsilon_0 + \epsilon_1)}$



Ⅲ-10 下図のように、2本の直線導線が、真空中で距離 r だけ隔てて平行に置かれている。各導線には同じ向きに、同じ大きさ I の電流が流れている。このとき、導線の長さ a の部分が受ける力の大きさはいくらか。ただし、真空の透磁率を μ_0 とする。

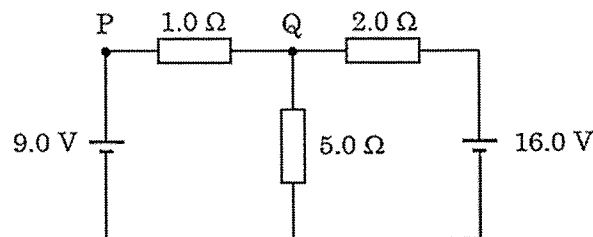
- ① $\frac{\mu_0 I^2 a}{2\pi r}$
- ② $\frac{\mu_0 I^2 a}{2\pi r^2}$
- ③ $\frac{\mu_0 I^2 a}{r}$
- ④ $\frac{\mu_0 I a}{2\pi r}$
- ⑤ $\frac{\mu_0 I^2}{2\pi r a}$



Ⅲ-11 断面積 1.0 mm^2 の銅線に 17 A の電流を流したとき、自由電子が銅線内を正の電極に向かって移動する速さはいくらか。有効数字2桁で答えよ。ただし、電子1個の電気量を $-1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 、体積 1.0 mm^3 の銅に含まれる自由電子の個数を 8.5×10^{19} 個とする。

- ① 0.63 mm/s ② 0.94 mm/s ③ 1.3 mm/s
- ④ 2.5 mm/s ⑤ 5.0 mm/s

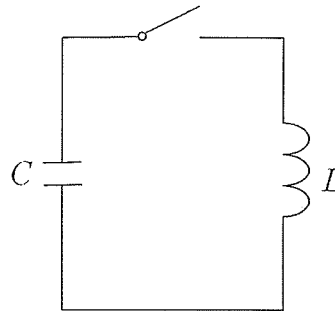
Ⅲ-12 下図に示す回路について、 1.0Ω の抵抗に流れている電流の大きさとその向きは次のどれか。



- ① 大きさは 1.0 A で P から Q の向きに流れる。
- ② 大きさは 1.0 A で Q から P の向きに流れる。
- ③ 大きさは 1.2 A で P から Q の向きに流れる。
- ④ 大きさは 1.2 A で Q から P の向きに流れる。
- ⑤ 大きさは 1.5 A で P から Q の向きに流れる。

Ⅲ-13 下図のように、電気容量 C [F] のコンデンサー、自己インダクタンス L [H] のコイル、及びスイッチが直列につながれた回路がある。はじめにコンデンサーを充電した後、スイッチを入れた。電流の値がはじめて最大になるのは、スイッチを入れてから何秒後か。

- ① $\frac{\pi\sqrt{LC}}{4}$
- ② $\frac{\pi\sqrt{LC}}{2}$
- ③ $\pi\sqrt{LC}$
- ④ $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
- ⑤ $\frac{\pi\sqrt{L}}{2\sqrt{C}}$

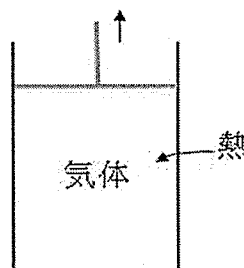


Ⅲ-14 近年、自動改札などで非接触 IC カードが用いられている。情報交換のときに、このカード内の IC に電力を供給する上で最も重要な役割をしている物理法則は次のどれか。

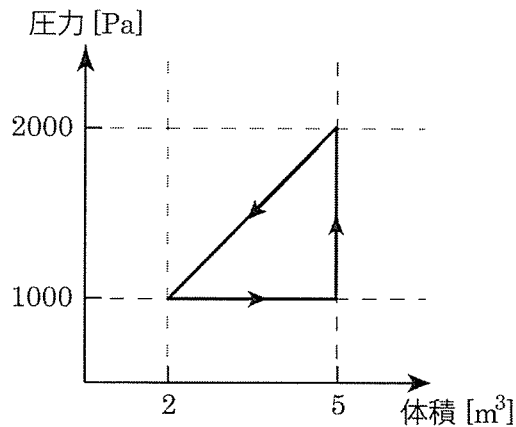
- ① キルヒホッフの法則 ② クーロンの法則 ③ ガウスの法則
- ④ ビオ・サバールの法則 ⑤ ファラデーの法則

Ⅲ-15 下図のように、断面積 0.20 m^2 の円筒と、自由に動ける質量の無視できるピストンとからなる容器に、圧力 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の理想気体が入っている。この気体に $2.0 \times 10^4 \text{ J}$ の熱を与えたところ、ピストンが外向きに 0.40 m だけ移動した。気体の内部エネルギーの増加量はいくらか。

- ① $0.8 \times 10^4 \text{ J}$
- ② $1.0 \times 10^4 \text{ J}$
- ③ $1.2 \times 10^4 \text{ J}$
- ④ $1.6 \times 10^4 \text{ J}$
- ⑤ $2.0 \times 10^4 \text{ J}$



Ⅲ－16 理想気体が下図に示すサイクルを矢印の向きに1循環したとき、気体がした、あるいはされた仕事は次のどれか。



- ① 外部からされた、あるいは外部にした仕事は0 J
- ② 外部に1500 Jの仕事をした。
- ③ 外部に3000 Jの仕事をした。
- ④ 外部から1500 Jの仕事をされた。
- ⑤ 外部から3000 Jの仕事をされた。

Ⅲ－17 ある直線上を等速運動している振動数600 Hzの音源が発する音が、同じ直線上のある地点に静止していた観測者からは650 Hzに聞こえた。音源の速さとその向きについて適切なものはどれか。ただし、音速は340 m/sとし、速さの有効数字を2桁とする。

- ① 音源は速さ28 m/sで観測者から遠ざかっている。
- ② 音源は速さ26 m/sで観測者から遠ざかっている。
- ③ 音源は速さ24 m/sで観測者から遠ざかっている。
- ④ 音源は速さ26 m/sで観測者に向かって近づいている。
- ⑤ 音源は速さ28 m/sで観測者に向かって近づいている。

Ⅲ－18 弦を張力 F で張ってはじいたところ、ある基本振動数の音が出た。この弦と同じ材質でできた同じ長さで直径の異なる弦にかえて $4F$ の張力で張ったところ、はじめの弦と同じ基本振動数の音が出た。張りかえた後の弦の直径は、張りかえる前の弦の直径の何倍か。

- ① $2\sqrt{2}$ 倍 ② 2 倍 ③ $\sqrt{2}$ 倍 ④ 0.5 倍 ⑤ 0.25 倍

Ⅲ－19 α 線、 β 線、 γ 線の透過力と電離作用について、強さの順番に並べた正しい組合せはどれか。ただし、下記では強いものから順に $>$ 記号で並べている。

- ① 透過力： α 線 $>$ β 線 $>$ γ 線，電離作用： α 線 $>$ β 線 $>$ γ 線
② 透過力： γ 線 $>$ β 線 $>$ α 線，電離作用： γ 線 $>$ β 線 $>$ α 線
③ 透過力： γ 線 $>$ β 線 $>$ α 線，電離作用： α 線 $>$ β 線 $>$ γ 線
④ 透過力： β 線 $>$ α 線 $>$ γ 線，電離作用： α 線 $>$ β 線 $>$ γ 線
⑤ 透過力： α 線 $>$ β 線 $>$ γ 線，電離作用： γ 線 $>$ β 線 $>$ α 線

Ⅲ－20 厚さ 2.0 mm で、ある X 線を 50 % 吸収する板がある。この板と同じ材質の板で同じ X 線を 75 % 吸収させるには、板の厚さを何 mm にすればよいか。

- ① 2.5 ② 3.0 ③ 3.5 ④ 4.0 ⑤ 4.5