

平成 21 年度
医学部医学科選抜・学士入学試験問題
(理 科)

物理 1～10 ページ

化学 11～22 ページ

生物 23～31 ページ

- 注 意：
1. 出願の際に選択した科目，2科目につき解答すること。
 2. 選択しない科目の解答用紙(マークカード)にも受験番号と氏名を記入し，全面に大きく×印をつけて，机の右端に置くこと。
 3. 解答に際しては解答用紙(マークカード)記入上の注意をよく読み，誤りのないように記入すること。
 4. 問題用紙は解答用紙とともに机上において退出すること。持ち帰ってはいけない。

平成 21 年度
医学部医学科選抜・学士入学試験問題(物理)

- 注意事項**
1. この科目の問題用紙は 10 ページ，解答用紙はマークカード 1 枚である。
解答用紙には受験番号と氏名の記入を忘れないこと。
 2. 解答は必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
 3. 問題用紙は解答用紙とともに机上において退出すること。持ち帰ってはいけない。

【I】 次の問い(問 1～問 5)に答えよ。(解答番号 1 ～ 17)

問 1 図 1 のように，水平面に直径の等しい 2 つの円柱 C_1 と C_2 を L (m) の間隔で平行に置き，その上に長さ $2L$ (m)，質量 m (kg) の一様な棒 AB を C_1 および C_2 と直角になるように置いた。また，B から $\frac{L}{4}$ (m) の点 R に，質量 m (kg) の小物体が固定されている。円柱と棒との接点を P および Q とすると，はじめ $|AP| = |BQ|$ であった。AB を矢印の方向にゆっくり移動させたところ，円柱は AB の動きにしたがって滑らずに転がった。このとき，AB をはじめの位置から 1 $\times L$ (m) を越えて移動させると，AB は水平を保てなくなる。

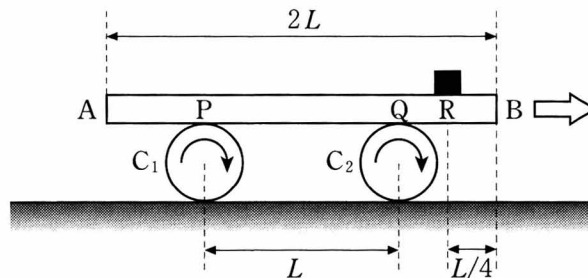


図 1

解答群

- | | | | | |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| ① 0 | ② $\frac{1}{16}$ | ③ $\frac{1}{8}$ | ④ $\frac{3}{16}$ | ⑤ $\frac{1}{4}$ |
| ⑥ $\frac{5}{16}$ | ⑦ $\frac{3}{8}$ | ⑧ $\frac{7}{16}$ | ⑨ $\frac{1}{2}$ | ⑩ $\frac{9}{16}$ |

問 2 図 2(a)のように、ばね定数 k [N/m] の軽いばねの一端を天井に固定し、他端に質量 m [kg] の小球をつけたところ、ばねは自然の長さから $\boxed{2}$ [m] だけのびてつり合った。つぎに、ばねが自然の長さになるまでおもりを持ち上げてから静かに放すと、小球は単振動を始めた。何回かの振動ののち、図 2(b)のように、小球がもっとも低い位置になった瞬間に、上下に等しい質量をもつ 2 つの小片に静かに割れた。その後、ばねについて残っている小片は単振動を続けた。小片の速さが最大になるときのばねの長さは、割れる前のばねの最大の長さより $\boxed{3}$ [m] だけ短く、速さの最大値は $\boxed{4}$ [m/s] となる。また、小片が最も高い位置にきたときのばねの長さは、割れる前のばねの最大の長さより $\boxed{5}$ [m] だけ短い。ただし、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

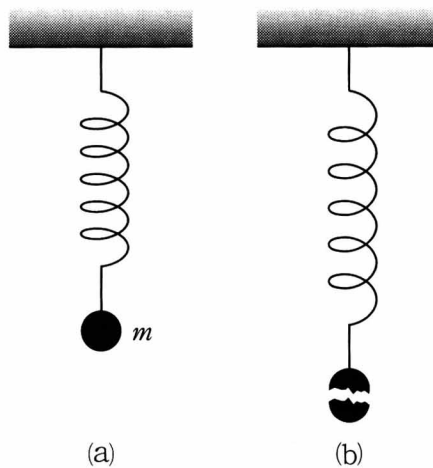


図 2

$\boxed{4}$ の解答群

- ① $g\sqrt{\frac{m}{k}}$ ② $g\sqrt{\frac{2m}{k}}$ ③ $\frac{3g}{2}\sqrt{\frac{m}{k}}$ ④ $2g\sqrt{\frac{m}{k}}$
 ⑤ $3g\sqrt{\frac{m}{2k}}$ ⑥ $2g\sqrt{\frac{2m}{k}}$ ⑦ $3g\sqrt{\frac{m}{k}}$

その他の解答群

- ① $\frac{mg}{k}$ ② $\frac{3mg}{2k}$ ③ $\frac{2mg}{k}$ ④ $\frac{5mg}{2k}$
 ⑤ $\frac{3mg}{k}$ ⑥ $\frac{7mg}{2k}$ ⑦ $\frac{4mg}{k}$ ⑧ $\frac{9mg}{2k}$

物理—3

問 3 図3のように、電気抵抗がそれぞれ $R_1[\Omega]$, $R_2[\Omega]$ の抵抗 R_1 , R_2 、電気容量がそれぞれ $3.0 \times 10^2 \mu\text{F}$, $6.0 \times 10^2 \mu\text{F}$ のコンデンサー C_1 , C_2 、内部抵抗の無視できる起電力 6.0 V の電池 E 、スイッチ S_1 , S_2 を接続した回路がある。はじめ、 S_1 , S_2 は開いており、 C_1 , C_2 には電荷はないものとする。 S_2 を開いたままで S_1 を閉じてじゅうぶん時間がたったとき、 C_1 にたくわえられた電気量は、 $\boxed{6}$. $\boxed{7} \times 10^{-3} [\text{C}]$ である。つぎに、 S_1 を開き、その後に S_2 を閉じた。 S_2 を閉じてからじゅうぶん時間がたったとき、 C_1 の極板間の電位差は $\boxed{8}$. $\boxed{9} [\text{V}]$ であり、 C_1 , C_2 にたくわえられている静電エネルギーの和は $\boxed{10}$. $\boxed{11} \times 10^{-3} [\text{J}]$ である。ただし、有効数字は2桁とする。

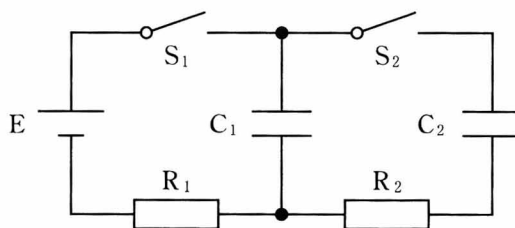


図 3

解答群

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

問 4 両端が開いた、長さ $L_1[\text{m}]$, $L_2[\text{m}]$ ($L_1 < L_2$) の2本のガラス管がある。両方のガラス管の基本音を同時に鳴らすと、うなりが聞こえた。音速を $V[\text{m/s}]$ とすると、1秒あたりのうなりの回数は、 L_1 , L_2 , V を用いて $\boxed{12}$ と表される。さらに、基本音の次に高い共鳴するそれぞれの音を同時に鳴らすと、再びうなりが聞こえた。このときの1秒あたりのうなりの回数は $\boxed{12}$ の $\boxed{13}$ 倍である。

$\boxed{12}$ の解答群

- ① $\frac{V}{L_1} - \frac{V}{L_2}$ ② $\frac{V}{L_2 - L_1}$ ③ $\frac{V}{2L_1} - \frac{V}{2L_2}$ ④ $\frac{V}{2(L_2 - L_1)}$
 ⑤ $\frac{V}{4L_1} - \frac{V}{4L_2}$ ⑥ $\frac{V}{4(L_2 - L_1)}$

$\boxed{13}$ の解答群

- ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{1}{3}$ ③ $\frac{1}{2}$ ④ 1
 ⑤ 2 ⑥ 3 ⑦ 4

問5 図4(a)のように、なめらかに動くピストンがついた容器に単原子分子の理想気体を封入したところ、気体の体積は V_0 [m³]、温度は T_0 [K]、圧力は P_0 [Pa] であった。気体の温度を一定に保ちながらピストンにおもりを載せたところ、図4(b)のように体積は $\frac{V_0}{5}$ となった。つぎに、図4(c)のように気体に熱を加えて体積を V_0 にもどしたところ、気体の温度は $\boxed{14}$ $\times T_0$ [K] となった。図4(b)から図4(c)の間の加熱による膨張で、気体は $\boxed{15}$ $\times P_0 V_0$ [J] の仕事をし、気体の内部エネルギーは $\boxed{16}$ $\times P_0 V_0$ [J] だけ増加した。したがって、気体に加えられた熱量は $\boxed{17}$ $\times P_0 V_0$ [J] である。

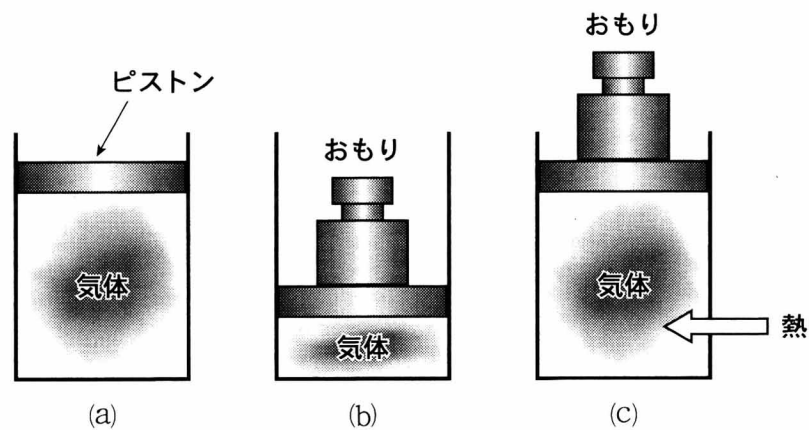


図4

解答群

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|------|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 |
| ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9 | ⑩ 10 |

物理—5

【Ⅱ】 次の問い(問1～問7)に答えよ。(解答番号 ～)

ケプラーは、ティコ・ブラーエの観測データをもとに、惑星の運動についてつぎのような法則が成り立つことを見出した。

第1法則 惑星は太陽を1つの焦点とするだ円軌道上を運動する。

第2法則 惑星と太陽を結ぶ線分が、一定の時間に通過する面積は一定である。

第3法則 惑星の公転周期の2乗は、だ円軌道の半長軸(惑星の太陽からの平均距離)の3乗に比例する。

その後、ニュートンは惑星がこのような運動をするのは太陽との間に引力がはたらくためであると結論し、万有引力の法則を導いた。

これらをふまえて、地球の周りをまわる人工衛星や月、および火星へ向けて打ち上げる探査機の運動について考える。ただし、万有引力定数を $G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ 、地球の質量を $M_{\oplus} = 6.0 \times 10^{24} \text{ kg}$ 、太陽の質量を $M_{\odot} = 2.0 \times 10^{30} \text{ kg}$ とする。

問1 地球と太陽の距離を $1.5 \times 10^{11} \text{ m}$ とすると、地球と太陽の間にはたらく万有引力の大きさは . $\times 10^{22} \text{ [N]}$ である。ただし、有効数字は2桁とする。

解答群

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

問2 地球の半径を $R_{\oplus} \text{ [m]}$ とすると、地表面での重力加速度の大きさは $\text{ [m/s}^2\text{]}$ と表される。

解答群

- ① $\frac{GM_{\oplus}}{R_{\oplus}^2}$ ② $\frac{GM_{\oplus}}{R_{\oplus}}$ ③ GM_{\oplus} ④ $GM_{\oplus}R_{\oplus}$ ⑤ $GM_{\oplus}R_{\oplus}^2$

問3 人工衛星が、地表すれすれの円軌道を描いて運動しているとすると、人工衛星の速さ $v_s \text{ [m/s]}$ は [m/s] と表される。

解答群

- ① $\sqrt{\frac{GM_{\oplus}}{R_{\oplus}^2}}$ ② $\sqrt{\frac{GM_{\oplus}}{R_{\oplus}}}$ ③ $\sqrt{GM_{\oplus}}$ ④ $\sqrt{GM_{\oplus}R_{\oplus}}$ ⑤ $\sqrt{GM_{\oplus}R_{\oplus}^2}$

問 4 地上から打ち上げた人工衛星が、地球の重力を振り切って無限のかなたへ飛び去るのに必要な最小の初速度を第2宇宙速度とよび、 $\boxed{5} \times v_s [\text{m/s}]$ と表される。

解答群

- ① $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ② 1 ③ $\sqrt{2}$ ④ $\sqrt{3}$
 ⑤ 2 ⑥ $\sqrt{5}$ ⑦ $\sqrt{6}$ ⑧ $2\sqrt{2}$

問 5 月が地球の周りを半径 $60 R_{\oplus} [\text{m}]$ の円軌道を描いて運動しているとする、月の周期は $\boxed{6} . \boxed{7} \times 10^3 \times \frac{GM_{\oplus}}{v_s^3} [\text{s}]$ である。ただし、 $\sqrt{60} = 7.7$ 、 $\pi = 3.1$ とし、有効数字は2桁とする。

解答群

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

図5のように、火星は太陽を中心とした半径 $r_M [\text{m}]$ の円軌道を描いて運動しているとする。地球から探査機を打ち上げて、太陽を中心とした半径 $\frac{1}{2} r_M [\text{m}]$ の円軌道に投入する。このとき、探査機は太陽からの万有引力のみを受けて運動しているものとする。その後、探査機を点Pにあるときに加速したところ、だ円軌道を描きながら運動し点Qで火星に到達した。ただし、だ円軌道は点Pで探査機の円軌道と、点Qで火星の円軌道とそれぞれ接しており、太陽の位置がだ円軌道の焦点の1つになっている。

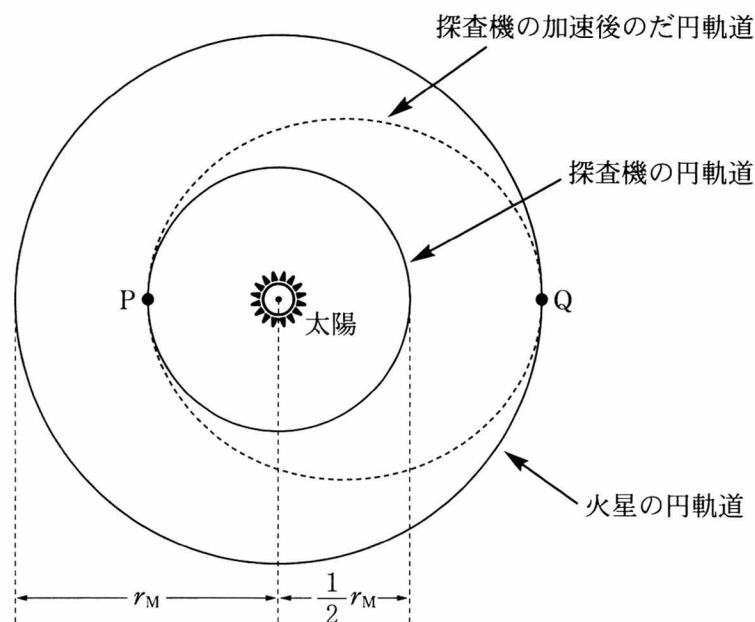


図5

物理—7

問6 点Pで加速直後の探査機の速さを v_P [m/s]とすると、点Qでの速さは $\times v_P$ [m/s]であり、点Pで加速直後にもつ探査機の運動エネルギーは、点Pでの探査機の位置エネルギーの絶対値の 倍である。ただし、位置エネルギーの基準は無限遠の点とする。

解答群

- ① $\frac{1}{6}$ ② $\frac{1}{4}$ ③ $\frac{1}{3}$ ④ $\frac{1}{2}$ ⑤ $\frac{2}{3}$ ⑥ $\frac{3}{4}$
⑦ 1 ⑧ $\frac{4}{3}$ ⑨ $\frac{3}{2}$ ⑩ 2 ⑪ 3

問7 火星の公転周期を T_M [年]とすると、探査機が点Pから点Qまで移動するのに要する時間は . $\times 10^{-1} \times T_M$ [年]である。ただし、 $\sqrt{3} = 1.7$ とし、有効数字は2桁とする。

解答群

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

【Ⅲ】 次の問い(問1～問6)に答えよ。(解答番号 ～)

図6のように、大きさの等しい長方形の薄い極板 A, B と薄い金網 C が、各辺が x 軸と y 軸に平行となるように置かれている。A と B の距離は $2d$ [m] で、A は $z = d$ 、B は $z = -d$ の位置にあり、C は $z = \frac{d}{2}$ の位置にある。また、A, B, C の y 方向の長さは L [m] で、一端が $y = 0$ 、他端が $y = L$ の位置にある。ここに、質量 m [kg] で電気量 q [C] ($q > 0$) をもつ粒子 P が、 y 軸上を y が負の方向から速さ v [m/s] で極板間に入射した。ただし、極板間は真空であり、A と B の距離は極板の x 軸方向、 y 軸方向の幅に比べじゅうぶんに小さく、重力については考えないものとする。

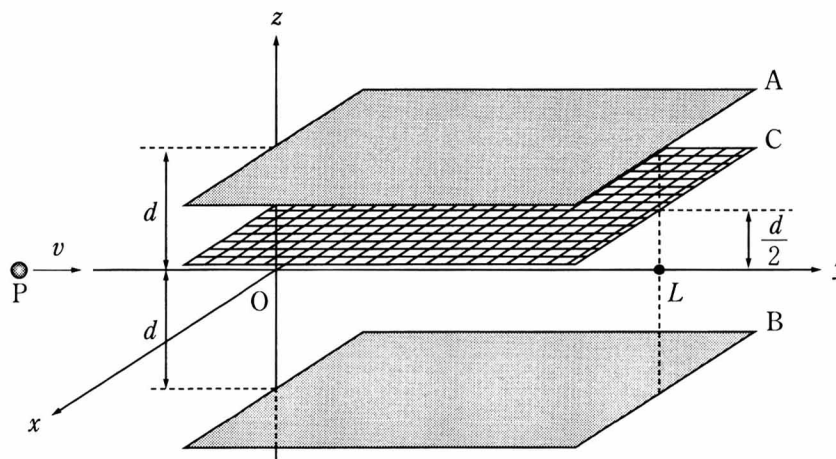


図6

設定 1 A, B を接地(アース)し、C にある電位を与えたところ、AC 間と BC 間には一様な電場が生じた。

問 1 C の電位を V [V] ($V > 0$) とすると、P が電場から受ける力の大きさは [N] であり、力の向きは である。

1 の解答群

- ① $\frac{qv}{2md}$ ② $\frac{2qv}{3md}$ ③ $\frac{qv}{md}$ ④ $\frac{3qv}{2md}$ ⑤ $\frac{2qv}{md}$
 ⑥ $\frac{qV}{2d}$ ⑦ $\frac{2qV}{3d}$ ⑧ $\frac{qV}{d}$ ⑨ $\frac{3qV}{2d}$ ⑩ $\frac{2qV}{d}$

2 の解答群

- ① $-x$ 方向 ② $-y$ 方向 ③ $-z$ 方向 ④ x 方向 ⑤ y 方向
 ⑥ z 方向

物理—9

問 2 PがBとCの間を移動し、 $y=L$ の位置を通過するためのCの電位 V の上限を V_0 [V] ($V_0 > 0$)とする。このとき、PがBとCの間を移動し、 $y=L$ の位置を通過するためには、 $\boxed{3} < V < V_0$ の条件を満たさなくてはならない。

解答群

- ① $-\frac{3V_0}{2}$ ② $-V_0$ ③ $-\frac{2V_0}{3}$ ④ $-\frac{V_0}{2}$ ⑤ $-\frac{V_0}{3}$
 ⑥ $\frac{V_0}{3}$ ⑦ $\frac{V_0}{2}$ ⑧ $\frac{2V_0}{3}$

問 3 PがBとCの間を移動し、 $y=L$ の位置を通過するためには、 $y=L$ でのPの速度の z 成分 v_z [m/s]と y 成分 v_y [m/s]との比 $\frac{v_z}{v_y}$ は、 $\boxed{4} < \frac{v_z}{v_y} < \boxed{5}$ の条件を満たさなくてはならない。

解答群

- ① $-\frac{3d}{L}$ ② $-\frac{2d}{L}$ ③ $-\frac{d}{L}$ ④ $-\frac{2d}{3L}$ ⑤ $-\frac{d}{2L}$
 ⑥ $-\frac{d}{3L}$ ⑦ $\frac{d}{3L}$ ⑧ $\frac{d}{2L}$ ⑨ $\frac{2d}{3L}$ ⑩ $\frac{d}{L}$

問 4 Cの電位を0から少しずつ下げ、それぞれの電位のとときにPの運動を観測した。すると、 $y=L$ での $\frac{v_z}{v_y}$ の値は0から変化をはじめ、電位が V_1 [V]になったとき、 $\frac{v_z}{v_y}$ の値はふたたび0となった。電位が V_1 のとき、 $y=L$ でのPの z 座標は $\boxed{6}$ である。ただし、PはCを自由にすり抜けるものとする。

解答群

- ① $\frac{d}{8}$ ② $\frac{d}{6}$ ③ $\frac{d}{4}$ ④ $\frac{d}{3}$ ⑤ $\frac{d}{2}$
 ⑥ $\frac{2d}{3}$ ⑦ $\frac{3d}{4}$ ⑧ $\frac{5d}{6}$

設定 2 設定 1 に加え、A, B, C の x 軸方向の両端に、N 極と S 極が図 7 の配置になるように磁石を置き、 x 軸と平行に一樣な磁場を作った。

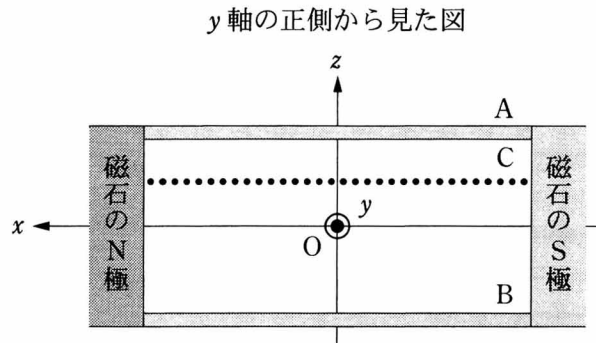


図 7

問 5 速さ v で入射する P が、A と B の間を直進するように C の電位を調節した。A と B の間の磁束密度を B_0 [T] とすると、C の電位は [V] である。

解答群

- | | | | |
|-----------------------|------------------------|----------------------|-------------------------|
| ① $\frac{vB_0d}{2}$ | ② vB_0d | ③ $\frac{3vB_0d}{2}$ | ④ $\frac{vB_0d^2}{2}$ |
| ⑤ vB_0d^2 | ⑥ $\frac{3vB_0d^2}{2}$ | ⑦ $-\frac{vB_0d}{2}$ | ⑧ $-vB_0d$ |
| ⑨ $-\frac{3vB_0d}{2}$ | ⑩ $-\frac{vB_0d^2}{2}$ | ⑪ $-vB_0d^2$ | ⑫ $-\frac{3vB_0d^2}{2}$ |

問 6 C の電位を の 2 倍にしたところ、P は B と C の間を移動し $y = L$ を通過した。このとき、P の $y = L$ での z 座標は の方向にずれていた。P のずれた距離を h [m]、P の運動エネルギーの $y = 0$ での値を E_0 [J]、 $y = L$ での値を E_L [J] とすると、 $E_L - E_0$ の値は [J] である。

の解答群

- ① 正 ② 負

の解答群

- | | | | | |
|----------------------|----------------------|-----------------------|------------|-----------------------|
| ① $3qhvB_0$ | ② $2qhvB_0$ | ③ $\frac{3qhvB_0}{2}$ | ④ $qhvB_0$ | ⑤ $\frac{2qhvB_0}{3}$ |
| ⑥ $\frac{qhvB_0}{2}$ | ⑦ $\frac{qhvB_0}{3}$ | | | |