

世界史 B, 日本史 B, 地理 B, 政治・経済



物理, 化学, 生物 問題

はじめに, これを読みなさい。

1. この問題冊子は 133 ページある。ただし, ページ番号のない白紙はページ数に含まない。各科目のページ数は以下のとおりである。必要な科目を選択して解答すること。

世界史 B	1 ページから 21 ページ
日本史 B	22 ページから 34 ページ
地理 B	35 ページから 57 ページ
政治・経済	58 ページから 77 ページ
物 理	78 ページから 93 ページ
化 学	94 ページから 111 ページ
生 物	112 ページから 133 ページ

2. 解答用紙に印刷されている受験番号が正しいかどうか, 受験票と照合して, 確認すること。
3. 問題文の中で, 国名, 地域名, 企業名については略称, 通称も用いている。
4. 監督者の指示にしたがい, 解答用紙の氏名欄に氏名を記入すること。次に「解答科目マーク欄」にマークし, 「解答科目名記入欄」に解答する科目名を記入すること。マークされていない場合, または複数の科目にマークされている場合は, この時限の科目は採点対象外とする。
5. 解答は, すべて解答用紙の所定欄にマークすること。所定欄以外のところには何も記入しないこと。
6. 1つの解答欄に, 2つ以上マークしないこと。
7. 解答は, 必ず鉛筆またはシャープペンシル(いずれも HB・黒)で記入のこと。
8. 訂正する場合は, 消しゴムできれいに消し, 消しくずを残さないこと。
9. 解答用紙は, 絶対に汚したり折り曲げたりしないこと。
10. 解答用紙はすべて回収するので, 持ち帰らず, 必ず提出すること。ただし, この問題冊子は, 必ず持ち帰ること。
11. 試験時間は, 60 分である。
12. マーク記入例

良い例	悪い例
	

物 理

(解答番号 1～20)

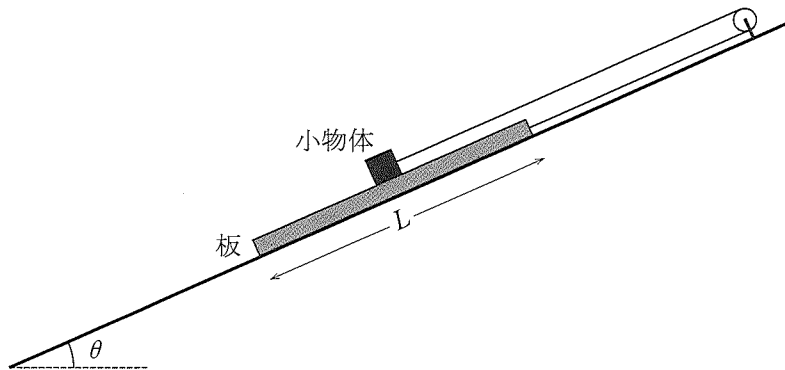
物理の問題は全部で3題あります。

すべての問題を解答しなさい。

〔 I 〕 次の文中の から に最も適するものをそれぞれの解答群から一つ選び、解答用紙の所定の欄にその記号をマークせよ。

図のように、傾きが変えられるなめらかな斜面上に、質量 M 、長さ L の一様な細長い板があり、その中央に質量 $m (< M)$ の小物体がのせられている。板と小物体は、斜面の上方に取り付けられた軽い滑車を通して、伸びない軽いひもでつながれている。板と小物体の間には摩擦があり、板と小物体は斜面上で静止している。このとき斜面と水平面のなす角は θ である。板と小物体の間の静止摩擦係数を μ 、重力加速度の大きさを g とする。滑車はなめらかに回転する。

ひもの張力の大きさを T 、板と小物体の間にはたらく摩擦力の大きさを R とすると、板にはたらく力の斜面に平行な成分について、つり合いの式 $= 0$ が成り立つ。この式と、小物体にはたらく力の斜面に平行な成分についてのつり合いの式から、摩擦力の大きさは $R =$ と求められる。また、板と小物体が斜面上で静止していることから、角度 θ 、質量 M 、 m 、静止摩擦係数 μ の間に、 $\tan \theta \leq$ の関係があることがわかる。



次に、板と小物体が動かないように手でおさえて斜面の傾きを増し、板と小物体から静かに手を放すと、板は斜面上を、小物体は板の上を滑りだした。このとき斜面と水平面のなす角は θ' であった。板と小物体の間の動摩擦係数を μ' とする。

斜面に対する板の加速度の大きさを a 、ひもの張力の大きさを T' とする。小物体は斜面に対して、板と同じ加速度の大きさ a で、板と逆向きに移動する。斜面に平行な方向について小物体の運動方程式を立てると、 $ma = \boxed{4}$ となる。この式と、斜面に平行な方向についての板の運動方程式から、 T' を消去して加速度の大きさを求めると、 $a = \boxed{5}$ となる。小物体が板の中央から滑りだした後、板の端に達して落ちるまでの時間は、加速度の大きさ a と板の長さ L を用いて $\boxed{6}$ と表される。この間に、板と小物体の運動エネルギーの和は $\boxed{7}$ だけ増加する。

1 の解答群

- (A) $Mg \sin \theta + T + R$
- (B) $Mg \cos \theta + T + R$
- (C) $Mg \sin \theta + T - R$
- (D) $Mg \cos \theta + T - R$
- (E) $Mg \sin \theta - T + R$
- (F) $Mg \cos \theta - T + R$
- (G) $Mg \sin \theta - T - R$
- (H) $Mg \cos \theta - T - R$

2 の解答群

- (A) $\frac{1}{2} (m + M) g \sin \theta$
- (B) $\frac{1}{2} (m - M) g \sin \theta$
- (C) $\frac{1}{2} (M - m) g \sin \theta$
- (D) $\frac{1}{2} (m + M) g \cos \theta$
- (E) $\frac{1}{2} (m - M) g \cos \theta$
- (F) $\frac{1}{2} (M - m) g \cos \theta$
- (G) $\mu (m + M) g \sin \theta$
- (H) $\mu (m - M) g \sin \theta$
- (I) $\mu (M - m) g \sin \theta$
- (J) $\mu (m + M) g \cos \theta$
- (K) $\mu (m - M) g \cos \theta$
- (L) $\mu (M - m) g \cos \theta$

3 の解答群

- (A) $\frac{2\mu M}{m + M}$
- (B) $\frac{2\mu M}{m - M}$
- (C) $\frac{2\mu M}{M - m}$
- (D) $\frac{2\mu m}{m + M}$
- (E) $\frac{2\mu m}{m - M}$
- (F) $\frac{2\mu m}{M - m}$
- (G) 2μ
- (H) $\frac{2\mu(M + m)}{m - M}$
- (I) $\frac{2\mu(M + m)}{M - m}$

4 の解答群

- (A) $T' + mg \sin \theta' + \mu' mg \cos \theta'$
- (B) $T' + mg \cos \theta' + \mu' mg \sin \theta'$
- (C) $T' - mg \sin \theta' + \mu' mg \cos \theta'$
- (D) $T' - mg \cos \theta' + \mu' mg \sin \theta'$
- (E) $T' - mg \sin \theta' - \mu' mg \cos \theta'$
- (F) $T' - mg \cos \theta' - \mu' mg \sin \theta'$
- (G) $mg \sin \theta' - T' - \mu' mg \cos \theta'$
- (H) $mg \cos \theta' - T' - \mu' mg \sin \theta'$

5 の解答群

- (A) $\frac{(M - m)g \sin \theta'}{m + M}$ (B) $\frac{(M - m)g \cos \theta'}{m + M}$
- (C) $\frac{(M - m)g \sin \theta' + \mu' mg \cos \theta'}{m + M}$
- (D) $\frac{(M - m)g \cos \theta' + \mu' mg \sin \theta'}{m + M}$
- (E) $\frac{(M - m)g \sin \theta' - \mu' mg \cos \theta'}{m + M}$
- (F) $\frac{(M - m)g \cos \theta' - \mu' mg \sin \theta'}{m + M}$
- (G) $\frac{(M - m)g \sin \theta' + 2\mu' mg \cos \theta'}{m + M}$
- (H) $\frac{(M - m)g \cos \theta' + 2\mu' mg \sin \theta'}{m + M}$
- (I) $\frac{(M - m)g \sin \theta' - 2\mu' mg \cos \theta'}{m + M}$
- (J) $\frac{(M - m)g \cos \theta' - 2\mu' mg \sin \theta'}{m + M}$
- (K) $\frac{(M - m)g \sin \theta' - \mu' (M + 2m)g \cos \theta'}{m + M}$
- (L) $\frac{(M - m)g \cos \theta' - \mu' (M + 2m)g \sin \theta'}{m + M}$

6 の解答群

- (A) $\frac{L}{4a}$ (B) $\frac{L}{2a}$ (C) $\frac{L}{a}$ (D) $\frac{2L}{a}$
- (E) $\sqrt{\frac{L}{4a}}$ (F) $\sqrt{\frac{L}{2a}}$ (G) $\sqrt{\frac{L}{a}}$ (H) $\sqrt{\frac{2L}{a}}$

7 の解答群

- (A) $(m + M)aL$ (B) $\frac{1}{2}(m + M)aL$ (C) $\frac{1}{4}(m + M)aL$
- (D) $(m - M)aL$ (E) $\frac{1}{2}(m - M)aL$ (F) $\frac{1}{4}(m - M)aL$
- (G) $(M - m)aL$ (H) $\frac{1}{2}(M - m)aL$ (I) $\frac{1}{4}(M - m)aL$

〔Ⅱ〕 次の文中の から に最も適するものをそれぞれの解答群から一つ選び、解答用紙の所定の欄にその記号をマークせよ。

1. 図1のように、無限に広い平面に正電荷を一様に分布させ真空中におくと、平面と垂直に一樣な電場(電界)ができる。平面の両側へ垂直にのびる円筒を考え、その上面と下面の面積を A [m^2] とする。平面に単位面積あたり電荷が σ [C/m^2] の割合で分布しているとき、円筒の内部には σA [C] の電荷がある。電場は平面に垂直で一樣だから、この電荷から出た電気力線が円筒の上面と下面を貫いて外へ出ると考えてよい。

電場の強さが E [N/C] のとき、電場に垂直な面を 1 m^2 あたり E 本の電気力線が貫くように定めると、電気量 q [C] の正電荷から出る電気力線の本数は、クーロンの法則の比例定数 k_0 [$\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$] を用いて $4\pi k_0 q$ となる。 k_0 は真空の誘電率 ϵ_0 [F/m] と $4\pi k_0 = \frac{1}{\epsilon_0}$ の関係にあるので、 $4\pi k_0 q = \frac{q}{\epsilon_0}$ である。 ϵ_0 の単位は $\text{C}^2/(\text{N}\cdot\text{m}^2)$ とも書ける。これより、図1の平面の両側にできる電場の強さは、 ϵ_0 を用いて [N/C] となる。

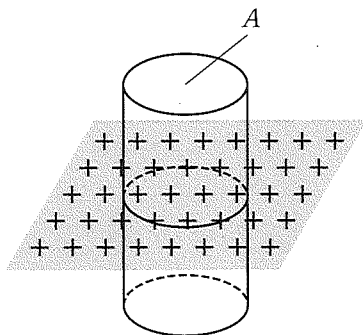


図1

2. 図2のように、面積 S [m²] の薄い極板 A と B を真空中に間隔 d [m] で平行におき、平行板コンデンサーを作る。極板の間隔は極板の大きさに比べて十分に小さく、端の影響は無視できるものとする。極板 A に Q [C] の正電荷、極板 B に $-Q$ [C] の負電荷を帯電させたところ、電荷はそれぞれ一様に分布した。極板のまわりの電場を求めるには、それぞれの極板上の電荷が作る電場を重ね合わせればよい。このコンデンサーの極板 A の上側では電場の強さは [N/C]、極板 A と B の間では電場の強さは [N/C] となる。これより、極板 AB 間の電位差 V_{AB} は [V] となり、平行板コンデンサーの電気容量 C [F] は、 $C = \frac{Q}{\text{11}}$ により求められる。

3. 極板 A に Q [C]、極板 B に $-Q$ [C] の電荷を帯電させた図2のコンデンサーに、極板と同じ形と底面積をもつ厚さ $\frac{d}{2}$ [m] の誘電体を、図3のように極板 B に密着させて挿入した。誘電体を挿入したあとの極板 AB 間の電位差は、誘電体を挿入する前の電位差 V_{AB} の $\frac{3}{4}$ 倍となった。図3のように、誘電体の A 側の面を O とし、AO 間の電位差を V_{AO} [V]、OB 間の電位差を V_{OB} [V] とする。 V_{AB} を用いて V_{AO} と V_{OB} を表すと、それぞれ である。また、この誘電体の比誘電率は である。

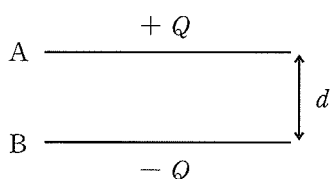


図 2

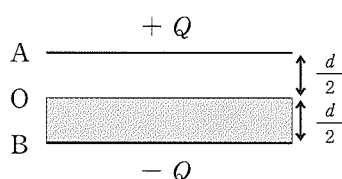


図 3

8 の解答群

(A) $\frac{\sigma A}{2 \varepsilon_0}$

(B) $\frac{\sigma A}{\varepsilon_0}$

(C) $\frac{2 \sigma A}{\varepsilon_0}$

(D) $\frac{\sigma}{2 \varepsilon_0}$

(E) $\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

(F) $\frac{2 \sigma}{\varepsilon_0}$

(G) $\frac{\sigma}{2 \varepsilon_0 A}$

(H) $\frac{\sigma}{\varepsilon_0 A}$

(I) $\frac{2 \sigma}{\varepsilon_0 A}$

9 , 10 の解答群

(A) $\frac{Q}{2 \varepsilon_0}$

(B) $\frac{Q}{\varepsilon_0}$

(C) $\frac{2 Q}{\varepsilon_0}$

(D) 0

(E) $\frac{Q}{2 \varepsilon_0 S}$

(F) $\frac{Q}{\varepsilon_0 S}$

(G) $\frac{2 Q}{\varepsilon_0 S}$

11 の解答群

(A) $\frac{Q}{2 \varepsilon_0 d}$

(B) $\frac{Q}{\varepsilon_0 d}$

(C) $\frac{2 Q}{\varepsilon_0 d}$

(D) $\frac{Q}{2 \varepsilon_0 S d}$

(E) $\frac{Q}{\varepsilon_0 S d}$

(F) $\frac{2 Q}{\varepsilon_0 S d}$

(G) $\frac{Q d}{2 \varepsilon_0}$

(H) $\frac{Q d}{\varepsilon_0}$

(I) $\frac{2 Q d}{\varepsilon_0}$

(J) $\frac{Q d}{2 \varepsilon_0 S}$

(K) $\frac{Q d}{\varepsilon_0 S}$

(L) $\frac{2 Q d}{\varepsilon_0 S}$

12 の解答群

(A) $\frac{3}{4} V_{AB}, 0$

(B) $\frac{1}{2} V_{AB}, \frac{1}{2} V_{AB}$

(C) $\frac{1}{2} V_{AB}, \frac{1}{4} V_{AB}$

(D) $\frac{1}{2} V_{AB}, 0$

(E) $\frac{3}{8} V_{AB}, \frac{3}{8} V_{AB}$

(F) $\frac{3}{8} V_{AB}, 0$

(G) $\frac{1}{4} V_{AB}, \frac{1}{2} V_{AB}$

(H) $\frac{1}{4} V_{AB}, 0$

13 の解答群

(A) 1

(B) $\frac{4}{3}$

(C) 2

(D) $\frac{8}{3}$

(E) 3

(F) 4

(G) 5

(H) 6

(I) 7

〔Ⅲ〕 次の文中の から に最も適するものをそれぞれの解答群から一つ選び、解答用紙の所定の欄にその記号をマークせよ。

放射性同位体である炭素 14($^{14}_6\text{C}$)を利用して、古代の遺跡の年代を推定することができる。地球の大気にある炭素原子のほとんどは安定な炭素 12($^{12}_6\text{C}$)であるが、炭素の総量の約 $\frac{1}{10^{12}}$ は炭素 14 であり、この割合は古代から現代まで、また地域を問わずほぼ一定と見なしてよいことが知られている。炭素 14 の原子核は半減期 5730 年のベータ崩壊をおこす。このベータ崩壊は 。詳しく調べると、このときにニュートリノという素粒子も放出されることがわかっている。なお、安定同位体である炭素 13($^{13}_6\text{C}$)も炭素の総量の 1% 程度存在するが、ここでは炭素 13 は無視する。

植物について考えると、植物は光合成によってたえず二酸化炭素を取り込むから、その組織の中の炭素 14 の比率も大気と同じ一定値に保たれる。植物が死んで光合成が停止すると炭素の出入りがなくなるので、死んだ植物の中の炭素 14 原子の数はベータ崩壊によって減少していく。したがって、炭素の総量にしろ炭素 14 の比率を知れば、植物が死んでからの経過時間がわかる。炭素 14 原子の個数 N が年数 T とともに減少する様子の概略は、 N の初期値 N_0 を単位として のようになる。

例として、植物を起源とする過去の遺物の年代を推定しよう。この遺物には総量で 1.0×10^{-2} mol の炭素原子が含まれており、そのうちの炭素 14 原子の個数を計測したところ、 9.0×10^8 個であった。大気中の炭素の総量にしろ炭素 14 の比率を 1.2×10^{-12} とし、アボガドロ定数 $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ を用いて計算すると、遺物中の炭素の総量にしろ炭素 14 の比率は、大気中の値の約 である。したがって、この遺物は今から約 年前のものと推定できる。

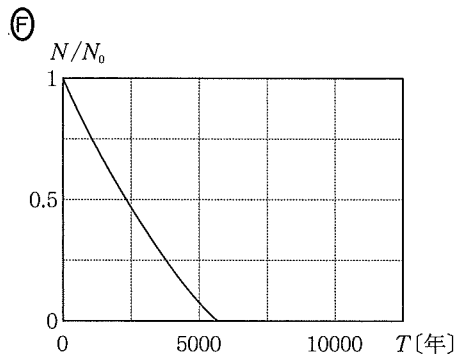
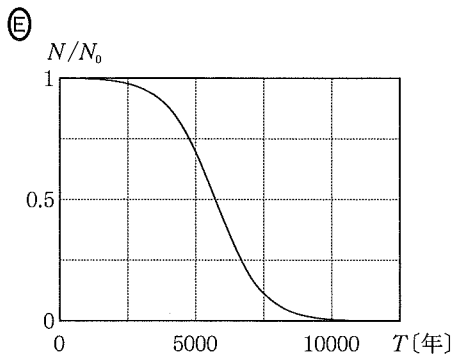
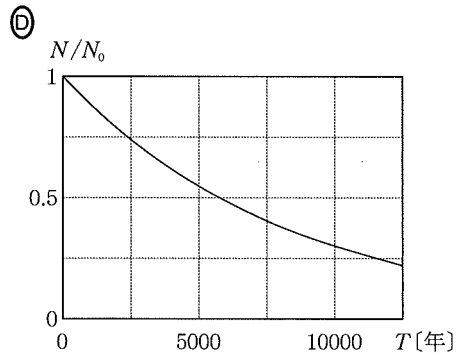
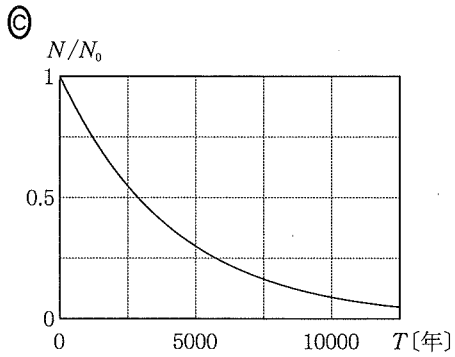
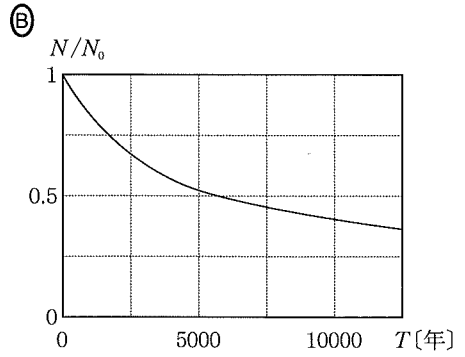
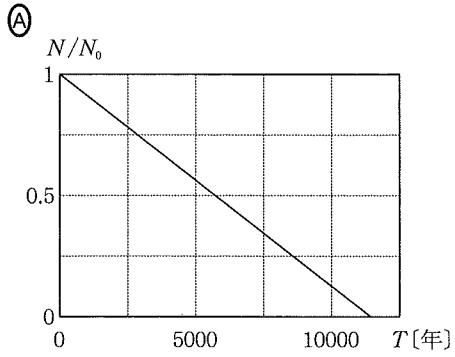
年代測定で炭素 14 の比率を知るためによく使われるのは、炭素 12 と炭素 14 の原子の質量が異なることを利用して、それぞれの原子の個数を計測する方法である。まず炭素 12 と炭素 14 の原子をイオン化して、それぞれ同じ 1 価の正イオンにする。その電気量を $e[\text{C}]$ とし、それぞれの質量を $M_{12}[\text{kg}]$, $M_{14}[\text{kg}]$ とする。真空中でこれらのイオンを初めの速さ 0、電位差 $V[\text{V}]$ で加速すると、炭素

12 イオンの速さ v_{12} [m/s] と炭素 14 イオンの速さ v_{14} [m/s] は、 になる。このように加速された炭素 12 と炭素 14 のイオンを、磁束密度 B [T] の一様な磁場(磁界)がある空間に、細いスリットを通して磁場に垂直に入射する。炭素 12 と炭素 14 のイオンはローレンツ力を受け、それぞれ をする。炭素 12 と炭素 14 のイオンの軌道は同一平面内にあり、その概略は のようになる。ただし、炭素 12 イオンの軌道を細線で、炭素 14 イオンの軌道を太線で表した。磁場の向きは、解答群の(A)から(D)では紙面に垂直で裏から表への向き、(E)から(H)では紙面内で右向きである。これらの軌道の適当な位置に検出器を置き、到達したイオンの数を計測すれば、炭素 12 と炭素 14 原子それぞれの個数がわかる。

14 の解答群

- Ⓐ 原子核から ${}^4_2\text{He}$ の原子核が放出されることによるものであり、その結果、 ${}^{14}_6\text{C}$ は ${}^{10}_4\text{N}$ に変わる
- Ⓑ 原子核から ${}^4_2\text{He}$ の原子核が放出されることによるものであり、その結果、 ${}^{14}_6\text{C}$ は ${}^{10}_4\text{Be}$ に変わる
- Ⓒ 原子核から ${}^4_2\text{He}$ の原子核が放出されることによるものであり、その結果、 ${}^{14}_6\text{C}$ は ${}^{12}_6\text{C}$ に変わる
- Ⓓ 原子核の中の 1 個の陽子が電子を 1 個放出して中性子に変わることによるものであり、その結果、 ${}^{14}_6\text{C}$ は ${}^{14}_7\text{N}$ に変わる
- Ⓔ 原子核の中の 1 個の陽子が電子を 1 個放出して中性子に変わることによるものであり、その結果、 ${}^{14}_6\text{C}$ は ${}^{14}_5\text{B}$ に変わる
- Ⓕ 原子核の中の 1 個の陽子が電子を 1 個放出して中性子に変わることによるものであり、その結果、 ${}^{14}_6\text{C}$ は ${}^{12}_6\text{C}$ に変わる
- Ⓖ 原子核の中の 1 個の中性子が電子を 1 個放出して陽子に変わることによるものであり、その結果、 ${}^{14}_6\text{C}$ は ${}^{14}_7\text{N}$ に変わる
- Ⓗ 原子核の中の 1 個の中性子が電子を 1 個放出して陽子に変わることによるものであり、その結果、 ${}^{14}_6\text{C}$ は ${}^{14}_5\text{B}$ に変わる
- Ⓙ 原子核の中の 1 個の中性子が電子を 1 個放出して陽子に変わることによるものであり、その結果、 ${}^{14}_6\text{C}$ は ${}^{12}_6\text{C}$ に変わる

15 の解答群



16 の解答群

- (A) $\frac{1}{2}$ (B) $\frac{1}{3}$ (C) $\frac{1}{4}$ (D) $\frac{1}{6}$ (E) $\frac{1}{8}$ (F) $\frac{1}{10}$
(G) $\frac{1}{12}$ (H) $\frac{1}{15}$ (I) $\frac{1}{20}$ (J) $\frac{1}{25}$ (K) $\frac{1}{50}$ (L) $\frac{1}{100}$

17 の解答群

- (A) 1400 (B) 1900 (C) 2900 (D) 5700
(E) 11000 (F) 17000 (G) 23000

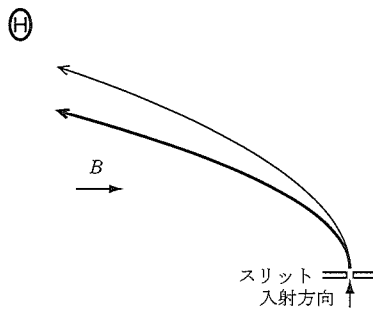
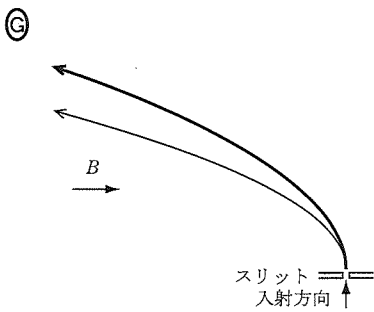
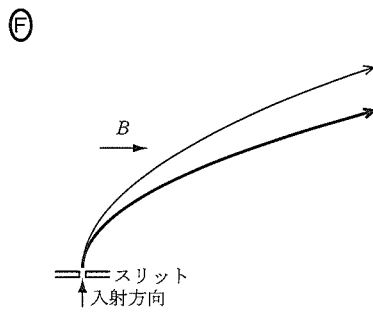
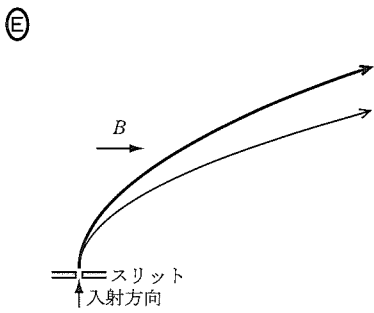
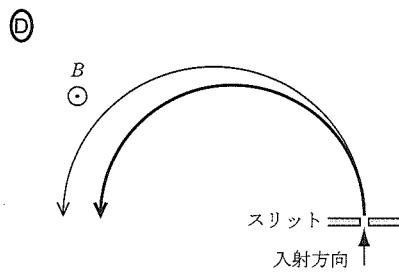
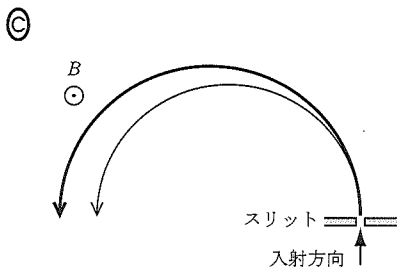
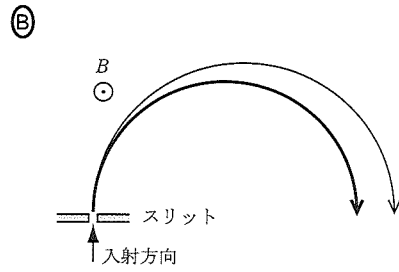
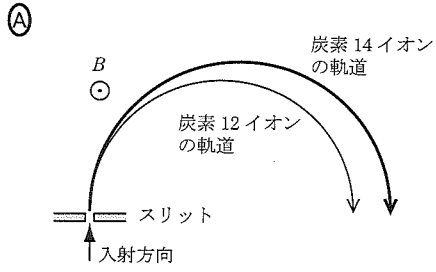
18 の解答群

- (A) $v_{12} = \sqrt{\frac{eV}{M_{12}}}$, $v_{14} = \sqrt{\frac{eV}{M_{14}}}$ (B) $v_{12} = \sqrt{\frac{2eV}{M_{12}}}$, $v_{14} = \sqrt{\frac{2eV}{M_{14}}}$
(C) $v_{12} = \sqrt{\frac{eV}{2M_{12}}}$, $v_{14} = \sqrt{\frac{eV}{2M_{14}}}$ (D) $v_{12} = \frac{eV}{M_{12}}$, $v_{14} = \frac{eV}{M_{14}}$
(E) $v_{12} = \frac{2eV}{M_{12}}$, $v_{14} = \frac{2eV}{M_{14}}$ (F) $v_{12} = \frac{eV}{2M_{12}}$, $v_{14} = \frac{eV}{2M_{14}}$

19 の解答群

- Ⓐ 半径 $\frac{eB}{M_{12}v_{12}}$ [m] および $\frac{eB}{M_{14}v_{14}}$ [m] の円運動
- Ⓑ 半径 $\frac{2eB}{M_{12}v_{12}}$ [m] および $\frac{2eB}{M_{14}v_{14}}$ [m] の円運動
- Ⓒ 半径 $\frac{eB}{2M_{12}v_{12}}$ [m] および $\frac{eB}{2M_{14}v_{14}}$ [m] の円運動
- Ⓓ 半径 $\frac{M_{12}v_{12}}{eB}$ [m] および $\frac{M_{14}v_{14}}{eB}$ [m] の円運動
- Ⓔ 半径 $\frac{2M_{12}v_{12}}{eB}$ [m] および $\frac{2M_{14}v_{14}}{eB}$ [m] の円運動
- Ⓕ 半径 $\frac{M_{12}v_{12}}{2eB}$ [m] および $\frac{M_{14}v_{14}}{2eB}$ [m] の円運動
- Ⓖ 磁場に垂直な方向には速さ v_{12} [m/s] および v_{14} [m/s] の等速度運動，磁場に平行な方向には加速度 $\frac{eB}{M_{12}}$ [m/s²] および $\frac{eB}{M_{14}}$ [m/s²] の等加速度運動
- Ⓗ 磁場に垂直な方向には加速度 $\frac{eB}{M_{12}}$ [m/s²] および $\frac{eB}{M_{14}}$ [m/s²] の等加速度運動，磁場に平行な方向には速さ v_{12} [m/s] および v_{14} [m/s] の等速度運動

20 の解答群



(このページは、計算に使用してよい。)