2015 年度 センター試験 本試験 物理基礎

第 1 問　小問集合

出題範囲	小問集合
難易度	★☆☆☆☆
所要時間	5 分
傾向と対策	新課程初年度の物理基礎の第 1 問は小問集合であった。 **問 1**　電気の基本的な性質についての問題。教科書で知識を確認しておくとよい。 **問 2**　熱効率についての問題。教科書の公式を暗記していればすぐに正答が選べるが，覚えていなければ熱力学第一法則から導く。 **問 3**　物体の運動の分野から，等加速度直線運動の問題。公式に代入して計算する。等加速度直線運動の公式は頻出なので確実に覚えておこう。 **問 4**　弦の固有振動についての問題。図を描いてみるとわかりやすい。 **問 5**　原子力発電の基礎知識に関する問題。教科書の該当部分を理解していれば解答できる。

問 1　1　**正解は③**

難易度　★☆☆☆☆

解説

ポイント
・電気の基本的な性質

・電気の基本的な性質……電気には正と負の 2 種類があり，同種の電気は反発し合い，異種の電気は引き合う。

〔解〕

異なった種類の物体同士をこすり合わせると，電子が移動して一方が正（＋）の電気を，他方が負（－）の電気を帯びる。これを**帯電**という。この電気は物体にたまって動かないため，静電気とよばれる。電荷同士の間には静電気力がはたらき，異種の電荷（＋ と －）の間には**引力**が，同種の電荷（＋ と ＋，－ と －）の間には**反発力**（斥力）がはたらく。

帯電した物質（帯電体）に不導体（髪の毛や紙片）が引き付けられる理由は，不導体が**誘電分極**し帯電体に近い側の表面に帯電体の電荷と異種の電荷が生じるため，帯電体と不導体との間に引力が生じるからである。

ジュール熱は，電流が抵抗を流れるときに発生する熱である。

電磁誘導とは，コイルを貫く磁束が（時間的に）変化するときにコイルの両端に電位差（電圧）が生じる現象である。

よって解答は③。

©Foresight Inc.
本サービス・コンテンツの知的財産権その他一切の権利は
株式会社フォーサイトに帰属し、無断転載・引用を禁止します。

問 2 2 **正解は⑤**

難易度 ★★☆☆☆

解説

ポイント

- **熱効率**
- **熱力学第一法則**

- **熱効率**…… $e = W/Q_{\text{in}}$
- **熱力学第一法則**…… $\Delta U = Q + W$

〔解〕

熱効率とは，熱機関が 1 サイクルの間に吸収した熱量 Q_1 に対する外部にした正味の仕事（外部にした仕事と外部からされた仕事の差）W の割合である。1 サイクルで温度は元に戻るので，内部エネルギーの変化は 0 である。よって**熱力学第一法則**より

$$0 = (Q_1 - Q_2) + (-W)$$

$$\therefore \quad W = Q_1 - Q_2$$

したがって，熱効率 e は，

$$e = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

よって解答は⑤。

問 3 3 **正解は②**

難易度 ★★☆☆☆

解説

ポイント

- **等加速度直線運動**

- **等加速度直線運動**…… $v = v_0 + at$，$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$

〔解〕

加速度の大きさを a〔m/s^2〕とする。初速度は 0 m/s であるから，等加速度運動直線の式より

$$6 = 0 + a \times 3$$

$$\therefore \quad a = 2 \ \text{m/s}^2$$

また進んだ距離を x〔m〕とすると，等加速度直線運動の式より

©Foresight Inc.
本サービス・コンテンツの知的財産権その他一切の権利は
株式会社フォーサイトに帰属し、無断転載・引用を禁止します。

$$x = 0 + \frac{1}{2} \times 2 \times 3^2 = 9 \text{ m}$$

よって解答は②。

問 4 4 **正解は②**

難易度 ★★★☆☆

解説

ポイント
・定常波の基本振動

・**定常波の基本振動**……両端が固定された弦は，両端が節，中央が腹のときが基本振動である。

〔解〕

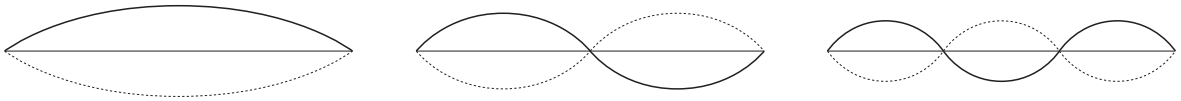
両端が固定された弦に定常波が現れるのは，その両端（今の場合は振動源と滑車）の位置が節となるときである。図 1 の弦の振動は腹が 1 つの**基本振動**である。

下図のように定常波の腹の数が 2 個，3 個，…となるとき（＝ 2 倍振動，3 倍振動，…となるとき），定常波の波長は $\frac{1}{2}$ 倍，$\frac{1}{3}$ 倍，…となる。また，張力が一定のとき，弦を伝わる波の速さは一定であり，

$$\left(\text{弦を伝わる波の速さ}\right) = \left(\text{振動数}\right) \times \left(\text{波長}\right)$$

であるから，振動数は 2 倍，3 倍，…となる。よって，基本振動の定常波が現れるときの振動数が 110 Hz であるから，定常波が現れるのは振動数が 220 Hz，330 Hz，…，$\left(\text{自然数}\right)$ × 110 Hz のときである。このうち，振動数を 250 Hz から徐々に大きくしていったときにはじめて定常波が現れる振動数として適するものは **330** Hz である。

よって解答は②。



©Foresight Inc.
本サービス・コンテンツの知的財産権その他一切の権利は
株式会社フォーサイトに帰属し、無断転載・引用を禁止します。

問 5 5 **正解は⑦**

難易度 ★★☆☆☆

解説

ポイント
・原子分野の基礎知識

・原子分野の基礎知識……原子は正の電荷をもつ原子核の周りを負の電荷をもつ電子が回転する構造をしており，原子核はさらに正の電荷をもつ陽子と電荷をもたない中性子から成る。

〔解〕

原子力発電では，重い原子核をもつウラン ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$ や**プルトニウム** ${}^{239}_{94}\mathrm{P}$ などを連鎖的に**核分裂**させて生じる熱エネルギーによって水蒸気を発生させ，タービンを回して電気エネルギーを取り出す。ウランやプルトニウムの原子核に中性子を吸収させると核分裂反応が起こり，それによって発生した中性子が他の原子核と反応することによって連鎖的に反応が起こる。

火力発電では化石燃料を燃焼する際に二酸化炭素が生じるが，原子力発電では**放射性廃棄物**がつくり出される。放射性廃棄物は強い放射能をもち危険な物質であるが，放射能を簡単に除去する方法はないため，長期にわたって厳重に管理する必要があり，近年その処理の方法が課題となっている。

核融合は，軽い原子核同士が反応してより重い原子核ができる反応をいう。この際には大きなエネルギーが発生する。太陽等の恒星の中心部では，4 個の水素原子核から 1 個のヘリウム原子核がつくり出される核融合が連続的に発生している。これを利用した発電は，核融合の条件の制御などの課題のためまだ実現していないが，実用化のためにさまざまな研究がなされている。

窒素酸化物は二酸化窒素（$\mathrm{NO_2}$）や五酸化二窒素（$\mathrm{N_2O_5}$）などで，化学式（$\mathrm{NO_x}$）からノックスともいう。自動車の排気ガスが主な発生源であり，光化学スモッグや酸性雨の原因物質として問題となっている。

よって解答は⑦。

（制作：森田涼介，松井浩介）

©Foresight Inc.
本サービス・コンテンツの知的財産権その他一切の権利は
株式会社フォーサイトに帰属し、無断転載・引用を禁止します。

2015 年度 センター試験 本試験 物理基礎

第 2 問　波形から読み取る進行波の性質 / オームの法則と消費電力

出題範囲	進行波／オームの法則・消費電力
難易度	★★☆☆☆
所要時間	10 分
傾向と対策	第 2 問 A は，進行波に関する問題。横軸が位置を表すグラフと時間を表すグラフが頻出だが，それらの読み取りを正確にできるようにしたい。微小時間の変化を考えて波の進行方向を確認した後，波の基本式を用いるのが定石である。 第 2 問 B は，抵抗の直列接続，並列接続の問題。各抵抗について，直列接続では電流が，並列接続では電圧が等しいことに注意すれば，あとはオームの法則や電力の公式を当てはめることで解答できる。

A

問 1　6　**正解は②**

難易度　★★★☆☆

解説

ポイント
・進行波の進む向き

・進行波の進む向き……微小時間経過後の波形を考えることで進む向きがわかる。

〔解〕

時刻 $t = 0$ s から $t = 0.2$ s の間に $x = 0$ m の媒質の変位 y が単調に増加している（次頁の図参照。）ので，図 1 より波は x の負の向きに進んでいる。もし波が x の正の向きに進んでいるとすると，$x = 0$ m の媒質の変位 y は一度減少して $y = -0.1$ m となったのち増加して図 1 のようになったことになり，不適である。また，$t = 0.2$ s のとき図 1 の実線の波形（$t = 0$ s）から波が進行してはじめて図 1 の破線の波形となる。つまり，実線の波形が x 軸の負の方向へわずかに進み，破線の波形になる。

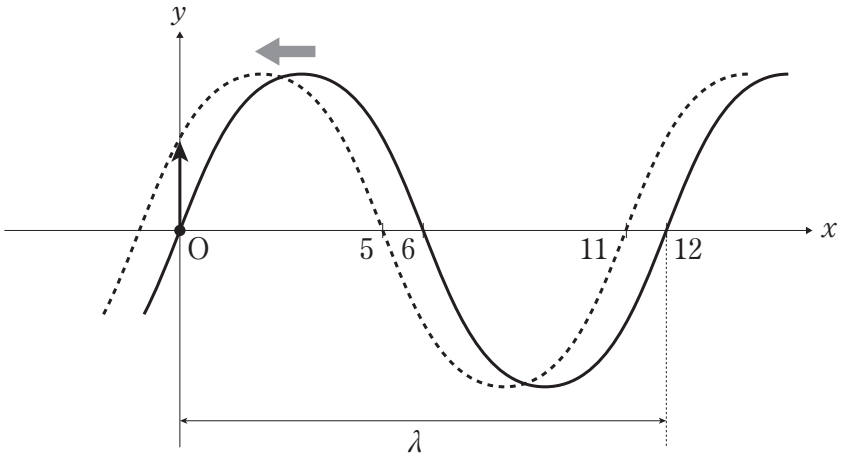
図 1 より，波は時間 0.2 s の間に距離 1 m 進むので，波の速さ v は

$$v = \frac{1}{0.2} = 5 \text{ m/s}$$

したがって波の速度は -5 m/s となる。

よって解答は②。

©Foresight Inc.
本サービス・コンテンツの知的財産権その他一切の権利は
株式会社フォーサイトに帰属し、無断転載・引用を禁止します。



問 2 7 **正解は④**

難易度 ★★☆☆☆

解説

ポイント
・波の基本式

・波の基本式…… $v = f\lambda = \lambda/T$

〔解〕

波の波長 λ〔m〕は，図 1 より $\lambda = 12$ m である。波の周期を T〔s〕とすると，波の式より

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

$$\therefore \quad T = \frac{\lambda}{v} = \frac{12}{5} = 2.4 \text{ s}$$

よって解答は④。

B

問 3 8 **正解は⑦**

難易度 ★★☆☆☆

解説

ポイント
・オームの法則

・オームの法則…… $V = RI$

©Foresight Inc.
本サービス・コンテンツの知的財産権その他一切の権利は
株式会社フォーサイトに帰属し、無断転載・引用を禁止します。

〔解〕

図 2（a）の PQ 間の合成抵抗の値は，3 つの抵抗が直列に接続されているから

$$10\ \Omega + 20\ \Omega + 40\ \Omega = 70\ \Omega$$

である。**オームの法則**より

$$I_a = \frac{10\ \mathrm{V}}{70\ \Omega} = 0.142\cdots\ \mathrm{A}$$

よって I_a として最も適当な数値は **0.14** A。

図 2（b）において，3 つの各抵抗には共通の電圧がかかるから，R_1 にかかる電圧は 10 Ω である。よって**オームの法則**より

$$I_b = \frac{10\ \mathrm{V}}{10\ \Omega} = \mathbf{1.0}\ \mathrm{A}$$

よって解答は⑦。

問 4 9 **正解は⑦**

難易度 ★★★☆☆

解説

ポイント
・消費電力

・**消費電力**…… $P = IV = RI^2 = V^2/R$

〔解〕

抵抗値 R の抵抗にかかる電圧を V，流れる電流を I とすると，その抵抗での消費電力 P は

$$P = IV = RI^2 = \frac{V^2}{R}$$

R_1，R_2，R_3 の各抵抗値を $R_1 = 10\ \Omega$，$R_2 = 20\ \Omega$，$R_3 = 40\ \Omega$ とする。

図 2（a）の各抵抗の消費電力 P_1，P_2，P_3 は，

$$P_1 = R_1 I_a^2$$

$$P_2 = R_2 I_a^2$$

$$P_3 = R_3 I_a^2$$

I_a が共通なので，抵抗値の大きい抵抗ほど消費電力は大きくなる。よって消費電力が最も大きい抵抗は $\boldsymbol{R_3}$ である。

図 2（b）において，各抵抗にかかる電圧を $V = 10\ \mathrm{V}$ とすると，各抵抗の消費電力 P_1，P_2，P_3 は，

$$P_1 = \frac{V^2}{R_1}$$

©Foresight Inc.
本サービス・コンテンツの知的財産権その他一切の権利は
株式会社フォーサイトに帰属し、無断転載・引用を禁止します。

$$P_2 = \frac{V^2}{R_2}$$

$$P_3 = \frac{V^2}{R_3}$$

V が共通なので，抵抗値の小さい抵抗ほど消費電力は大きくなる。よって消費電力が最も大きい抵抗は $\boldsymbol{R_1}$ である。

よって解答は⑦。

注）電力の計算

本問の場合，各電力の値を実際に計算することもできるが，いまは電力の大小を比較するだけなので，3 つの抵抗に共通の値に注目することで計算せずに解くことができる。(d) の場合には電流が I_a で共通で (b) の場合には電圧が V で共通である。これと抵抗値 R で電力を表せる式を使えば簡単に比較できる。

（制作：森田涼介，松井浩介）

©Foresight Inc.
本サービス・コンテンツの知的財産権その他一切の権利は
株式会社フォーサイトに帰属し、無断転載・引用を禁止します。

2015 年度 センター試験 本試験 物理基礎

第 3 問　ばねを用いた力学 / 等加速度直線運動の性質

出題範囲	フックの法則・ばねのエネルギー／等加速度直線運動
難易度	★★★☆☆
所要時間	10 分
傾向と対策	第 3 問 A は，ばねの基本的な性質に関する問題。問 1 では，ばねに加わる力が $2F$ と考えてしまった受験生も多くいたことだろう。ばねの両端に力が加わっているときは，一端が壁に固定されていると考えるとよい。問 2 では，ばねに蓄えられたエネルギーを考えると。公式を覚えていれば問題ない。 第 3 問 B は，なめらかな斜面を滑り落ちる物体についての問題。問 3 では物体が等加速度直線運動することを用いればよい。等加速度直線運動の $v-t$ グラフは直線になる。問 4 は典型的な力学的エネルギー保存則を用いる問題。等加速度直線運動の式を用いても解くことができる。2 問とも基本的な問題なので確実に正解できるようにしたい。

A

問 1　10　**正解は②**

難易度　★★★☆☆

解説

ポイント

- **フックの法則**
- **作用反作用の法則**

- **フックの法則**……ばねにはたらく弾性力 $F = kx$
- **作用反作用の法則**……ある物体 A が物体 B に力を及ぼしているとき，物体 A は物体 B から向きが反対で大きさの等しい力を受ける。

〔解〕

ばねの両端にはたらく弾性力の大きさは，**フックの法則**より kx である。ばねの両端に加えた力と弾性力は作用と反作用の関係にあるから，**作用反作用の法則**よりこれらの力の大きさは等しく

$$F = kx$$

$$\therefore \quad x = \frac{F}{k}$$

となる。

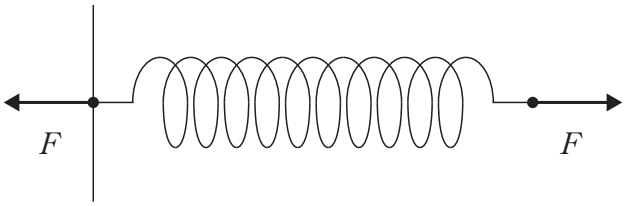
©Foresight Inc.
本サービス・コンテンツの知的財産権その他一切の権利は
株式会社フォーサイトに帰属し、無断転載・引用を禁止します。

よって解答は②。

◆ Check!!

ばねにはたらく力の理解

ばねの両端にそれぞれ大きさ F の力を加えたからといってばねに加わる力の大きさが $2F$ になるわけではない。下図のようにばねの一端を壁に固定し，他端を大きさ F の力で引いたとき，ばねにはたらく力をつり合わせるために壁には大きさ F の力がはたらく。これは図 1 のようにばねの両端に大きさ F の力を加えて引くのと同じことである。



問 2 11 **正解は⑤**

難易度 ★★★☆☆

解説

ポイント
・ばねの弾性エネルギー

・ばねの弾性エネルギー…… $U = \frac{1}{2}kx^2$

〔解〕

ばねが自然長から x だけ伸びているとき，ばねに蓄えられた弾性エネルギー（弾性力による位置エネルギー）は $\frac{1}{2}kx^2$ である。ばねにはたらく外力は両端に加えた力のみであるから，その力のした仕事の合計がばねに蓄えられたエネルギーと等しい。よって求める仕事は $\boldsymbol{\frac{kx^2}{2}}$ である。

よって解答は⑤。

©Foresight Inc.
本サービス・コンテンツの知的財産権その他一切の権利は
株式会社フォーサイトに帰属し、無断転載・引用を禁止します。

〔別解〕

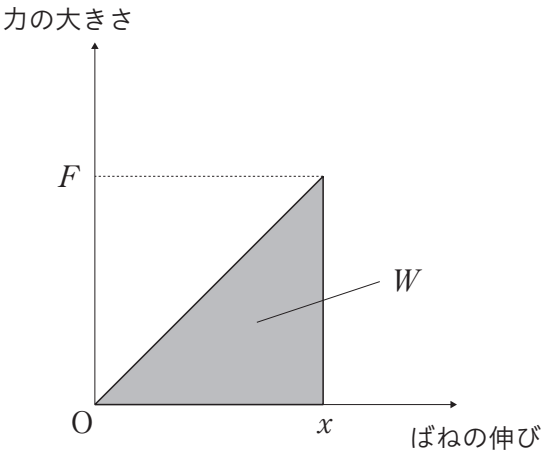
求める仕事 W は，ばねの弾性力と等しい大きさの力を加えながら長さ x だけ伸ばした仕事であるから，次図のグラフの面積に等しい。よって

$$W = \frac{1}{2}Fx = \frac{kx^2}{2}$$

である。

よって解答は⑤。

なお，問 1 の解説より，両端に加えた力のした仕事の合計は，ばねの一端を壁に固定して他端に力を加えて引いたときにその力のした仕事に等しい。



B

問 3 12 **正解は①**

難易度 ★★☆☆☆

解説

ポイント
・等加速度直線運動

・**等加速度直線運動**…… $v = at$

〔解〕

小物体はなめらかな斜面上を滑り落ちるから，この小物体は等加速度直線運動をする。初速度は 0 であるから，小物体の速度を v，斜面上での加速度を a とすると，時刻 t における速度 v は等加速度直線運動の式より

$$v = at$$

となる。よって，これを表しているグラフとして適当なものは①である。

©Foresight Inc.
本サービス・コンテンツの知的財産権その他一切の権利は
株式会社フォーサイトに帰属し、無断転載・引用を禁止します。

◆ Check!!

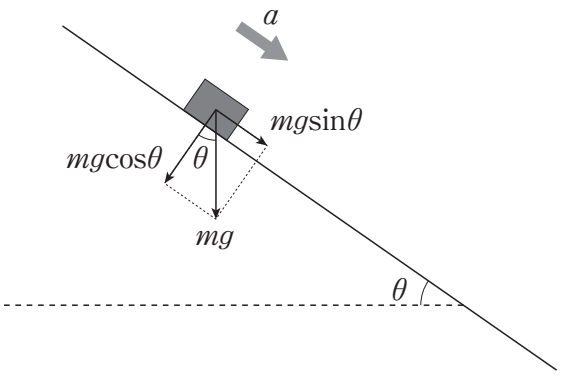
運動方程式による加速度の導出

小物体の質量を m，重力加速度を g，斜面が水平面となす角を θ とすると，運動方程式より

$$ma = mg\sin\theta$$

$$\therefore \quad a = g\sin\theta$$

となる。



問 4 13 **正解は⑥**

難易度 ★★★☆☆

解説

ポイント
・力学的エネルギー保存則

・力学的エネルギー保存則……（弾性エネルギー）＋（運動エネルギー）＋（重力による位置エネルギー）＝一定

〔解〕

Q から見た P の高さを h とする。運動をさせた後は重力のみが物体に対して仕事をするから，力学的エネルギー保存則が成り立つ。

(a) の場合

$$\frac{1}{2}mv_a^{\,2} = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$$

$$\therefore \quad v_a = \sqrt{v^2 + 2gh}$$

©Foresight Inc.
本サービス・コンテンツの知的財産権その他一切の権利は
株式会社フォーサイトに帰属し、無断転載・引用を禁止します。

(b) の場合

$$\frac{1}{2}mv_b^2 = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$$

$$\therefore \quad v_b = \sqrt{v^2 + 2gh}$$

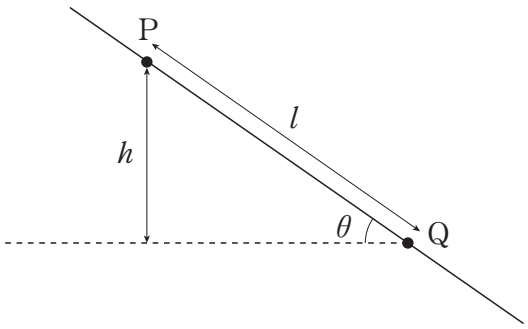
(c) の場合

$$\frac{1}{2}mv_c^2 = mgh$$

$$\therefore \quad v_c = \sqrt{2gh}$$

よって，v_a，v_b，v_c の大小関係は，$\boldsymbol{v_a = v_b > v_c}$ となる。

よって解答は⑥。



〔別解〕

PQ 間の距離を l とすると，等加速度直線運動の式より

(a) の場合

$$v_a^2 - v^2 = 2al$$

$$\therefore \quad v_a = \sqrt{v^2 + 2al}$$

(b) の場合

$$v_b^2 - v^2 = 2al$$

$$\therefore \quad v_b = \sqrt{v^2 + 2al}$$

(c) の場合

$$v_c^2 - 0 = 2al$$

$$\therefore \quad v_a = \sqrt{2al}$$

よって，v_a，v_b，v_c の大小関係は，$\boldsymbol{v_a = v_b > v_c}$ となる。

よって解答は⑥。

©Foresight Inc.
本サービス・コンテンツの知的財産権その他一切の権利は
株式会社フォーサイトに帰属し、無断転載・引用を禁止します。

◆ Check!!

力学的エネルギー保存則が成り立つ条件

力学的エネルギー保存則が成り立つのは，物体に対して保存力（力のする仕事が物体を移動させる経路によらず，始めの位置と終わりの位置のみで決まる力）のみが仕事をするときである。

（制作：森田涼介，松井浩介）

©Foresight Inc.
本サービス・コンテンツの知的財産権その他一切の権利は
株式会社フォーサイトに帰属し、無断転載・引用を禁止します。