

物理基礎

▼2026年度入試大問別出題分野

入試区分	番号	出題分野	出題内容	設問	難易度	頻出度
特別 奨学生入試	I A	力学	なめらかな斜面上での物体の等加速度運動， 相対速度	マーク6問	基本	○
	I B	力学	糸で結ばれた2物体の運動方程式，重力と糸 の張力，加速度，力学的エネルギー	マーク4問	標準	○
	II A	熱	熱量と物体の比熱，熱平衡と熱量保存の法則	マーク3問	標準	○
	II B	波動	気柱の共鳴，波長と振動数，疎密波の性質	マーク5問	基本	○
	II C	電磁気	発電に使われるエネルギー，交流における変 圧器の性質	マーク2問	基本	○
一般入試 前期	I A	力学	ばねにつながれた物体について，力のつりあ い，運動方程式，仕事と力学的エネルギー保 存の法則	マーク6問	標準	○
	I B	力学	$v-t$ 図による物体の加速度，速度，変位	マーク4問	基本	○
	II A	熱	物体の熱容量と比熱，潜熱，熱平衡と熱量保 存の法則	マーク3問	標準	○
	II B	波動	医療技術に応用される波の性質，超音波とX線	マーク2問	標準	○
	II C	電磁気	直列，並列につながれた抵抗の合成抵抗， それぞれを流れる電流，電力の計算	マーク5問	標準	○

物理基礎

▼全体的構成

- ① 出題形式：全問マークシート方式
- ② 出題内容：大問Ⅰは力学、大問Ⅱは熱、波動、電磁気となっており、特別奨学生入試、一般入試前期については、ほぼ同様の問題構成である。
- ③ 難易度：理科では基礎を付した科目3科目から2科目を選択し1科目とする方式となっており、標準的、基本的な問題が出題されている。難解な問題はないが、力学では等加速度運動の公式、運動方程式、仕事と力学的エネルギー保存の法則などの概念を十分に理解しておく必要がある。

▼傾向分析

標準的で素直な問題である。各試験ともに力学が小問10題、熱分野から小問3題が出題されている。特別奨学生入試では、波動から小問5題、一般前期では電磁気から小問5題が出題されている。また、特別奨学生入試では電磁気から小問2題が、一般前期では波動から小問2題が出題されている。このように、力学を中心に物理基礎の主要な4分野から出題されている。

① 力学：特別奨学生入試では中間Aが斜面上での等加速度運動、中間Bが2物体の運動方程式の問題となっている。一般前期では中間Aでばねにつながれた物体の運動方程式、力学的エネルギー保存の法則について、中間Bでv-t図を用いた運動の基本的な性質を問うている。いずれも、物理法則の基本的な理解と共に計算力も試される内容となっている。

② 波動：特別奨学生入試では気柱の共鳴と疎密波の性質について、小問5題において問われている。他方、一般前期では小問2題において、波動の医療技術への応用として、超音波やX線など波動の定性的な性質が問われている。

③ 電磁気：特別奨学生入試では小問2題において、発電とエネルギー、交流における変圧器の性質について問われている。一般前期では合成抵抗、電流、消費電力を計算する問題が小問5題出題されている。このように、波動分野と電磁気分野について2つの試験では小問の数が入れ替わっている。

④ 熱：特別奨学生入試、一般前期いずれも、熱量保存の法則と熱平衡に関する基本的な理解が問われている。一般前期では水の融解熱も含まれていて、正解を得るには計算力も必要である。

▼学習対策

力学を中心に、主要な分野から基本事項がバランスよく出題されている。学習方法としては、標準的な問題集をやりながら、教科書を読み直し物理的概念をつかんでいくのがよいだろう。

力学などの大問では、公式を暗記するだけでは解けない。しかし、物理的概念が理解できていれば、難しい問題ではない。物理現象のイメージをつかむことを心がけよう。歴史的に重要な実験や測定方法に興味を持って教科書を読み返すことが役に立つだろう。

今年度は出題されていないが、原子力発電、放射線など原子に関する問題は過去にもよく出題されている。これらの分野も含めて、物理の全体像を理解することを心がけよう。

▼重要ポイント

- ① 力学：相対速度、速度の合成、等加速度運動、力のつり合い、摩擦力、浮力、運動方程式、力学的エネルギー保存の法則
- ② 波動：波長、振動数、速度の関係、気柱の共鳴、波の干渉・合成、反射、定常波
- ③ 熱：温度、熱量、熱容量、比熱、熱平衡、潜熱、熱力学の第一法則
- ④ 電磁気：オームの法則、消費電力、交流、変圧器の性質
- ⑤ エネルギー：いろいろな発電、原子の構造、放射性崩壊などの用語
- ⑥ 物理一般：エネルギーの意味、いろいろな物理量の単位

特別奨学生入試 物理基礎 解説

I

A.

1. 等加速度運動において、時間 1.0s の間に A の速度は 2.0m/s から 6.0m/s に 4.0m/s 増

加したので、加速度の大きさは $a = \frac{(\text{速度の増加})}{(\text{時間})} = \frac{4.0}{1.0} = 4.0 \text{ m/s}^2$ 1…③

2. A は初速度 $v_0 = 2.0\text{m/s}$ 、加速度 $a = 4.0\text{m/s}^2$ であるから、 t [s]後に A が P を通過する

とすると、等加速度運動の変位の公式 $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$ より、

$$40 = 2t^2 + 2t$$

であるから、移行して因数分解すると、

$$(t + 5)(t - 4) = 0 \text{ より、} t = 4.0 \text{ s} \quad 2 \cdots \textcircled{2}$$

3. A と B は同じ斜面上で重力による加速度を受けるので、それらの加速度の大きさ、向きは等しい。 3…①

4. 時刻 t [s]での A と B の位置は左下方向を正の向きにとると、

$$x_A = 2t^2 + 2t, \quad x_B = 2t^2 - 3t + 40$$

であるから、 $x_B - x_A = -5t + 40$ より、 $x_B - x_A = 0$ となるのは、 $t = 8.0 \text{ s}$ 4…①

5. $x_A = 2t^2 + 2t$ に、 $t = 8.0 \text{ s}$ を代入すると、

$$x_A = 2 \times 8^2 + 2 \times 8 = 144 \text{ m} \quad 5 \cdots \textcircled{4}$$

6. 左下方向を正の向きにとると、

A は初速度 $v_0 = 2.0\text{m/s}$ 、加速度 $a = 4.0\text{m/s}^2$ であるから速度は $v_A = 2.0 + 4.0t$ 。

B は初速度 -3.0m/s 、加速度 4.0m/s^2 であるから速度は $v_B = -3.0 + 4.0t$ である。

したがって、B に対する A の相対速度は $v_{BA} = V_A - V_B = 5.0 \text{ m/s}$

6…③

B.

1. 物体 A と B の間にはたらく糸の張力を T として、物体 A, B の運動方程式は、

$$\begin{cases} 3ma = T \\ ma = mg - T \end{cases}$$

2 式で T を消去すると、 $4ma = mg$ から $a = \frac{1}{4}g$ 7…①

2. A の運動方程式に 1 の解を代入すると, $T = 3ma = \frac{3}{4}mg$ 8...②

3. 最初 A と B が持っていた力学的エネルギーは床を重力の位置エネルギーの基準にした B の位置エネルギー mgh であるが, B が床に衝突する直前にはこれが A と B の運動エネルギーとなる。床に衝突する直前の速さを v すると,

$$\frac{1}{2}(3m + m)v^2 = mgh$$

より, $v = \sqrt{\frac{gh}{2}}$ ここで, 1 の結果, $g = 4a$ を代入すると,

$$v = \sqrt{2ah} \quad \text{9...④}$$

4. 衝突直前の B の運動エネルギーは,

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{4}mgh = mgh - \frac{3}{4}mgh = mgh - Th \quad \text{10...③}$$

II

A.

1. 水が失った熱量 Q_1 は,

$$Q_1 = 100 \times 4.2 \times (50 - 41) = 3780 = 3.8 \times 10^3 \text{ J} \quad \text{11...③}$$

2. 金属の比熱を c とすると, 200g の金属の容器が得た熱量は,

$$Q_2 = 200 \times c \times (41 - 20)$$

これは水の失った熱量 Q_1 と等しいので, 1 の結果から, $200 \times 9c = 3.8 \times 10^3$ より,

$$c = 0.90 \text{ J/(g} \cdot \text{K)} \quad \text{12...③}$$

3. 熱平衡に達した温度を t °C とすると, 容器 B が得た熱量は,

$$Q_3 = 200 \times 0.90 \times (t - 20)$$

また, 41°C の水が失った熱量は,

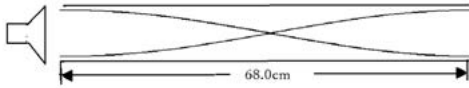
$$Q_4 = 100 \times 4.2 \times (41 - t)$$

$Q_3 = Q_4$ であるから, $180(t - 20) = 420(41 - t)$

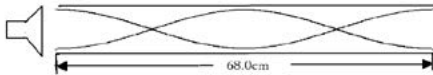
を解くと, $t = 34.7 \approx 35$ °C 13...③

B.

1. 最初の共鳴は開管の両端が腹、中央が節となる基本振動で、開管の長さが半波長に等しいので、波長は $68.0 \times 2 = 136\text{cm}$ である。 14…④



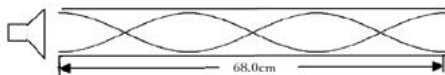
2. 2 回目の共鳴は図のように、1 波長が開管の長さに等しくなり、管の両端と中央部が定常波の腹となる。空気の振幅が最大となるのは定常波の腹で、左端から 34.0 cm の位置である。 15…③



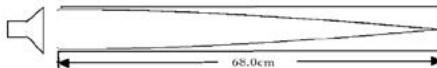
3. 空気の密度が時間的に最も大きく変化するのは節の位置であり、左端(および右端)から 4 分の 1 波長である 17.0 cm の位置である。 16…①

4. 3 回目の共鳴では図のように 3 個の節があり、開管の長さが半波長の 3 倍に等しいので、波長 λ は $68.0 \times \frac{2}{3}$ であるから、振動数は、

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340 \times 3}{68.0 \times 2} = 750 = 7.50 \times 10^2 \text{ Hz} \quad 17…②$$



5. 閉管の基本振動は下図のように、開口が腹に、閉口が節になっており、閉管の長さが 4 分の 1 波長に等しいので、波長は $68 \times 4 = 272\text{cm}$ であり、開管の場合の基本振動に比べて、波長は 2 倍となる。したがって、振動数は $\frac{1}{2}$ 倍である。 18…①



C.

1. 問題の発電機で発電部分のコイルまたは磁石を回転させるエネルギーは、力学的エネルギーである。コイルを貫く磁力線の数を変化させると誘導起電力が発生する現象は電磁誘導である。 19…①

2. 変圧器の1次側と2次側の電力は等しく、それぞれの側に生じる電圧はコイルの巻き数に比例する。1次側では電圧 $V_1 = 100$ V, 電流 $I_1 = 0.20$ Aであるから、電力は $P = IV = 100 \times 0.20 = 20$ W。また、1次コイルと2次コイルの巻き数の比が1000:500=2:1であるから2次側の電圧は $V_2 = 50$ Vである。したがって、2次側の電流 I_2 は、

$$I_2 = \frac{P}{V_2} = \frac{20}{50} = 0.40 \text{ A} \quad 20 \cdots \textcircled{3}$$

一般入試前期 物理基礎 解説

I

A.

1. おもりに下向きに重力 mg , 上向きにばねの弾性力 kx および台からの垂直抗力 N がはたらき、これらはつりあっているので、 $mg - kx - N = 0$ より、

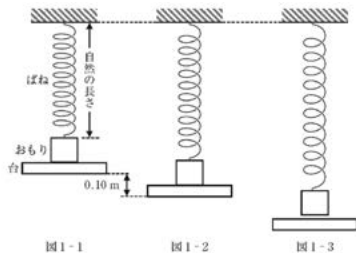
$$N = mg - kx = 1.0 \times 9.8 - 49 \times 0.10 = 4.9 \text{ N} \quad 1 \cdots \textcircled{2}$$

2. 図1-1のおもりの位置を重力の位置エネルギーの基準にとると、図1-1のおもりの力学的エネルギー E_1 は0 Jである。図1-2の状態では重力の位置エネルギーが $h = 0.10$ m分だけ減少し、弾性エネルギーが $x = 0.10$ m分だけ増加しているので、おもりの力学的エネルギーは、

$$\begin{aligned} E_2 &= -mgh + \frac{1}{2}kx^2 \\ &= -1.0 \times 9.8 \times 0.10 + \frac{1}{2} \times 49 \times 0.10^2 = -0.98 + 0.245 = -0.735 \approx -0.74 \end{aligned}$$

垂直抗力がした仕事 W は力学的エネルギーの増加であるから、

$$W = E_2 - E_1 = -0.74 \text{ J} \quad 2 \cdots \textcircled{1}$$



3. 図 1-3 の状態では、弾性力 kx と重力 mg がつりあっているので、 $kx = mg$ より、

$$x = \frac{mg}{k} = \frac{1.0 \times 9.8}{49} = 0.20 \text{ m} \quad 3 \cdots \textcircled{2}$$

4. 図 1-1 の状態の力学的エネルギーは、2 で見たように 0 J である。おもりが最下点に来たときのばねの伸びを x_0 とすると、力学的エネルギーは弾性エネルギー $\frac{1}{2}kx_0^2$ と重力の位置エネルギー $-mgx_0$ の和、 $\frac{1}{2}kx_0^2 - mgx_0$ であるが、これは最初の力学的エネルギー 0 J に等しい。したがって、

$$\frac{1}{2}kx_0^2 - mgx_0 = 0$$

$$\text{因数分解して、} \quad \frac{1}{2}kx_0 \left(x_0 - \frac{2mg}{k} \right) = 0$$

$$\text{より、} \quad x_0 = \frac{2mg}{k} = \frac{2 \times 1.0 \times 9.8}{49} = 0.40 \text{ m} \quad 4 \cdots \textcircled{4}$$

5. おもりの速さを v とし、そのときのばねの伸びを x とすると、力学的エネルギー保存の法則により、

$$\frac{1}{2}mv^2 - mgx + \frac{1}{2}kx^2 = 0$$

が成り立つ。したがって、

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}mv^2 &= -\frac{1}{2}kx^2 + mgx \\ &= -\frac{1}{2}k \left\{ \left(x - \frac{mg}{k} \right)^2 - \frac{m^2g^2}{k^2} \right\} \\ &= -\frac{1}{2}k \left(x - \frac{mg}{k} \right)^2 + \frac{m^2g^2}{2k} \end{aligned}$$

と表され、 $x = \frac{mg}{k} = \frac{1.0 \times 9.8}{49} = 0.20 \text{ m}$ のとき、運動エネルギーすなわち速さが最大である。
5 $\cdots \textcircled{2}$

6. 5 から、 $x = \frac{mg}{k}$ のとき運動エネルギーは最大となり、このとき、 $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{m^2g^2}{2k}$

$$\text{であるから、} \quad v^2 = \frac{mg^2}{k} = \frac{1.0 \times 9.8^2}{49} = 1.96 \quad \text{より、} \quad v = \sqrt{1.96} = 1.4 \text{ m/s} \quad 6 \cdots \textcircled{2}$$

B.

1. 図 2・2 より、時間 $\Delta t = 20 \text{ s}$ で速度が 10 m/s から 20 m/s に $\Delta v = 20 \text{ m/s}$ 増加しているの
で、加速度の大きさは、

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10}{20} = 0.50 \text{ m/s}^2 \quad 7 \cdots \textcircled{2}$$

2. 時刻 $t = 0$ s から 20 s で進む距離は、 $v-t$ 図が t 軸と囲まれる部分の面積に等しい。小球 A と小球 B の $v-t$ 図が t 軸と囲まれる部分の面積は底辺 10、高さ 20 の三角形の面積だけ差があり、これが小球 A と小球 B の距離である。同様に、小球 B と小球 C の距離もそれぞれの $v-t$ 図が t 軸と囲まれる部分の面積の差であり、これも底辺 10、高さ 20 の三角形の面積である。したがって、1.0 倍である。 8...③

3. 小球 C が B に追いつくのは、それぞれの $v-t$ 図が $t = 0$ s と t 軸で囲まれる部分の面積が等しくなるときであり、 $t = 40$ s のときである。 9...③

4. A、B および C の $v-t$ 図と t 軸および時刻 $t = 0$ s と $t = 40$ s で囲まれた部分の面積はすべて 800 であり、等しいので x 座標は同じである。 10...②

II

A.

1. $Q = mc \Delta T$ において、温度変化 $\Delta T = 60 - 10 = 50^\circ\text{C}$ 、熱量 $Q = 2.1 \times 10^4$ J、水の質量 $m = 100$ g であるから、水の比熱 c は、

$$c = \frac{Q}{m \Delta T} = \frac{2.1 \times 10^4}{100 \times 50} = 4.2 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K}) \quad 11...④$$

2. 60°C の水が 20°C になるまでに失った熱量 Q_1 は、

$$Q_1 = 100 \times 4.2 \times (60 - 20)$$

また、氷の融解熱を q [J/g] とすると、40 g の氷が 20°C の水になるまでに得た熱量 Q_2 は、

$$Q_2 = 40q + 40 \times 4.2 \times (20 - 0)$$

であるが、 $Q_1 = Q_2$ であるから、

$$100 \times 4.2 \times (60 - 20) = 40q + 40 \times 4.2 \times (20 - 0)$$

より、 q を求めると、

$$q = 336 \approx 3.4 \times 10^2 \text{ J/g} \quad 12...②$$

3. 熱平衡に達した時の温度を $t[^\circ\text{C}]$ とすると、 20°C の水 140 g が得た熱量と 70°C の水 60 g が失った熱量が等しいことから、

$$140 \times 4.2 \times (t - 20) = 60 \times 4.2 \times (70 - t)$$

より、

$$t = 35^\circ\text{C} \quad 13...②$$

B.

1. 波長の短い超音波は回折の程度が小さく直進性に優れ、体内の各部分からの反射を検出し、断層像として表示する超音波診断装置などに使われている。 14…④

2. 可視光線よりも波長の短い X 線は物質を透過し、CT スキャン装置にも利用されている。 15…①

C.

1. 図 3-1 の回路は抵抗値 R [Ω] の抵抗 2 個が直列つなぎになったものが 2 個並列つなぎになっているので、その合成抵抗 r_1 は、

$$\frac{1}{r_1} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R}$$

より、 $r_1 = R$ [Ω] 16…②

2. 点 P を流れる電流が I [A] であるから、2 つの抵抗の両端の電圧 V は $V = 2RI$ より、消費電力は $VI = 2RI^2$ 、他の 2 つの抵抗の消費電力も等しく、 $2RI^2$ であるから、合計

$$4RI^2 \text{ [W]} \quad 17…④$$

3. 図 3-2 の回路は点 P の側は抵抗値 R の抵抗 3 個が直列つなぎになっており合成抵抗は $3R$ で、3 個の抵抗の両端の電圧は $3RI$ である。点 Q の側の抵抗 R はこれと並列につながれているので、その両端の電圧は $3RI$ であるから、点 Q を流れる電流は、

$$\frac{3RI}{R} = 3I \text{ [A]} \quad 18…③$$

4. 図 3-2 の合成抵抗を r_2 とすると、 $\frac{1}{r_2} = \frac{1}{3R} + \frac{1}{R}$

より、 $r_2 = \frac{3}{4}R$ [Ω] 19…①

5. 図 3-2 の点 P の側は $3R$ [Ω] の抵抗に I [A] の電流が流れるので、電圧は $3RI$ [V] より、消費電力は $3RI^2$ [W]、これと並列に点 Q の側は R [Ω] の抵抗に $3RI$ [V] の電圧がかかるので、電流は $3I$ [A] であり、点 Q の側の消費電力は $3I \times 3RI = 9RI^2$ である。したがって、消費電力の合計は、

$$12RI^2 \text{ [W]} \quad 20…④$$