

※一般は物理・化学・生物から2科目選択
学士は化学・生物必須

試験時間 100分

物理 1~11 ページ

化学 12~22 ページ

生物 23~33 ページ

- 注意事項
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. 解答用紙(マークカード)は各科目につき1枚である。
 3. 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。試験中に回収します。
 4. 解答用紙(マークカード)に、氏名・フリガナ・受験番号の記入および受験番号のマークを忘れないこと。
 5. マークはHBの鉛筆で、はっきりとマークすること。
 6. マークを消す場合、消しゴムで完全に消し、消し残しをしないこと。
 7. 解答用紙(マークカード)は折り曲げたり、メモやチェックなどで汚したりしないように注意すること。
 8. 各問題の選択肢のうち質問に適した答を1つだけ選びマークすること。1問に2つ以上解答した場合は誤りとする。
 9. 問題用紙は解答用紙(マークカード)とともに机上に置いて退出すること。持ち帰ってはいけない。

[I] 次の問い(問1~問5)の空所 に入る適語を解答群から選択せよ。(解答番号 ~)

問1 図1のように、点Oを中心とする半径 r (m)で重さ W (N)の円板から、点Oからの距離が $\frac{r}{2}$ の点Pを中心とする半径 $\frac{r}{2}$ の円板をくりぬいた物体Aがある。Aの重心を点Gとすると、OG間の距離は $\times r$ (m)である。点Oと点Pを通る直線が水平となり、あるいは水平面と鉛直でなめらかな壁とに接するようにAを置いたところ、Aは静止した。このとき、Aが水平面から受ける摩擦力の大きさは、 $\times W$ (N)である。

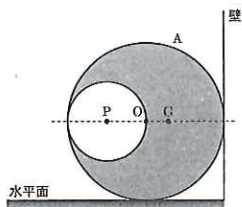


図1

解答群

- | | | | | |
|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| ① $\frac{1}{16}$ | ② $\frac{1}{12}$ | ③ $\frac{1}{10}$ | ④ $\frac{1}{9}$ | ⑤ $\frac{1}{8}$ |
| ⑥ $\frac{1}{7}$ | ⑦ $\frac{1}{6}$ | ⑧ $\frac{1}{5}$ | ⑨ $\frac{1}{4}$ | ⑩ $\frac{1}{3}$ |
| ⑪ $\frac{3}{8}$ | ⑫ $\frac{2}{5}$ | ⑬ $\frac{1}{2}$ | ⑭ $\frac{3}{5}$ | ⑮ $\frac{2}{3}$ |
| ⑯ $\frac{3}{4}$ | ⑰ 1 | | | |

問2 図2のように、ともになめらかな水平面と斜面がなめらかにつながっている。水平面からの高さ h (m)の斜面上の点Pから小物体Aを静かに放したところ、Aは斜面をすべり下り、水平面上にあるAの4倍の質量をもつ小物体Bと弾性衝突した。衝突後、Aは点Qまで斜面を上った後、ふたたび斜面をすべり下りた。衝突直後のBの速さは (m/s)であり、点Qの水平面からの高さは (m)である。ただし、重力加速度の大きさを g (m/s^2)とし、すべての運動は同じ鉛直面内で起こるものとする。

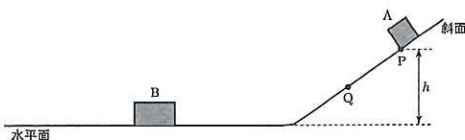


図2

3 の解答群

- | | | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ① $\frac{\sqrt{gh}}{5}$ | ② $\frac{\sqrt{2gh}}{5}$ | ③ $\frac{\sqrt{gh}}{3}$ | ④ $\frac{\sqrt{3gh}}{5}$ | ⑤ $\frac{2\sqrt{gh}}{5}$ |
| ⑥ $\frac{\sqrt{2gh}}{3}$ | ⑦ $\frac{2\sqrt{2gh}}{5}$ | ⑧ $\frac{\sqrt{3gh}}{3}$ | ⑨ $\frac{3\sqrt{gh}}{5}$ | ⑩ $\frac{2\sqrt{gh}}{3}$ |
| ⑪ $\frac{2\sqrt{2gh}}{3}$ | ⑫ \sqrt{gh} | ⑬ $\frac{3\sqrt{3gh}}{5}$ | ⑭ $\sqrt{2gh}$ | ⑮ $\sqrt{3gh}$ |

4 の解答群

- | | | | | |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| ① $\frac{1}{36}h$ | ② $\frac{1}{25}h$ | ③ $\frac{1}{16}h$ | ④ $\frac{1}{9}h$ | ⑤ $\frac{4}{25}h$ |
| ⑥ $\frac{1}{4}h$ | ⑦ $\frac{9}{25}h$ | ⑧ $\frac{4}{9}h$ | ⑨ $\frac{9}{16}h$ | ⑩ $\frac{16}{25}h$ |
| ⑪ $\frac{25}{36}h$ | | | | |

問3 図3のように、断面積 S (m^2)、長さ L (m)、巻き数が長さ1m当たり N (回/m)のコイルを、抵抗値 R (Ω)の電気抵抗Rに接続し、コイルの断面を垂直につらぬくように、図の矢印の向きに一樣な磁場を加えた。この磁場の磁束密度の大きさを1秒間に AB (T)ずつ増加させたとき、コイルに生じる誘導起電力の大きさは (V)であり、Rを流れる電流は の向きに大きさ (A)である。

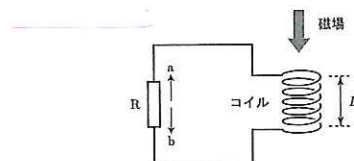


図3

5 の解答群

- | | | | | |
|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| ① ΔB | ② $\Delta B \cdot S$ | ③ $\Delta B \cdot N$ | ④ $\Delta B \cdot NS$ | ⑤ $\Delta B \cdot LNS$ |
| ⑥ $\frac{\Delta B}{L}$ | ⑦ $\frac{\Delta B \cdot S}{L}$ | ⑧ $\frac{\Delta B \cdot NS}{L}$ | ⑨ $\frac{\Delta B}{S}$ | ⑩ $\frac{\Delta B \cdot N}{S}$ |
| ⑪ $\frac{\Delta B \cdot NL}{S}$ | | | | |

6 の解答群

- ① a ② b

7 の解答群

- | | | | | |
|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| ① $\frac{\Delta B}{R}$ | ② $\frac{\Delta B \cdot S}{R}$ | ③ $\frac{\Delta B \cdot N}{R}$ | ④ $\frac{\Delta B \cdot NS}{R}$ | ⑤ $\frac{\Delta B \cdot LNS}{R}$ |
| ⑥ $\frac{\Delta B}{LR}$ | ⑦ $\frac{\Delta B \cdot S}{LR}$ | ⑧ $\frac{\Delta B \cdot NS}{LR}$ | ⑨ $\frac{\Delta B}{SR}$ | ⑩ $\frac{\Delta B \cdot N}{SR}$ |
| ⑪ $\frac{\Delta B \cdot NL}{SR}$ | | | | |

問4 図4のように、なめらかに動く断面積 $S(\text{m}^2)$ のピストンのついた断熱容器に単原子分子理想気体を封入したところ、気体の圧力は外気圧 $P(\text{Pa})$ とつり合っピストンは静止した。つぎに、気体に外部から熱を加えたところ気体は膨張し、ピストンは $x(\text{m})$ 移動した。この移動により、気体が外部にした仕事は $\boxed{8} \times \boxed{9}$ (J) であり、気体の内部エネルギーの増加は $\boxed{10} \times \boxed{11}$ (J) である。また、気体に加えた熱量は $\boxed{12} \times \boxed{13}$ (J) である。

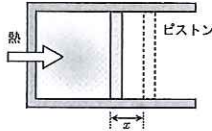


図4

$\boxed{8}$ と $\boxed{10}$ と $\boxed{12}$ の解答群

- ① $\frac{1}{5}$ ② $\frac{1}{3}$ ③ $\frac{2}{5}$ ④ $\frac{1}{2}$ ⑤ $\frac{2}{3}$
 ⑥ 1 ⑦ $\frac{3}{2}$ ⑧ 2 ⑨ $\frac{5}{2}$ ⑩ 3
 ⑪ $\frac{7}{2}$ ⑫ 4 ⑬ $\frac{9}{2}$ ⑭ 5

$\boxed{9}$ と $\boxed{11}$ と $\boxed{13}$ の解答群

- ① Sx ② PS ③ Px ④ PSx ⑤ $\frac{Px}{S}$
 ⑥ $\frac{Sx}{P}$ ⑦ $\frac{PS}{x}$ ⑧ $\frac{1}{PSx}$ ⑨ $\frac{S}{Px}$ ⑩ $\frac{P}{Sx}$
 ⑪ $\frac{x}{PS}$

問5 図5は、 x 軸上を正の向きに進む振幅 $A(\text{m})$ 、波長 $\lambda(\text{m})$ 、周期 $T(\text{s})$ の正弦波の、原点における時刻 $t(\text{s})$ と変位 $y(\text{m})$ との関係を表したものである。この波の時刻 $\frac{T}{2}$ 、 x 軸上の位置 $\frac{7\lambda}{8}$ での変位は $\boxed{14}$ (m) である。

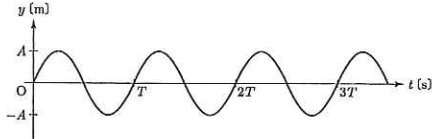


図5

解答群

- ① $-A$ ② $-\frac{\sqrt{3}A}{2}$ ③ $-\frac{3A}{4}$ ④ $-\frac{\sqrt{2}A}{2}$ ⑤ $-\frac{A}{2}$
 ⑥ $-\frac{A}{4}$ ⑦ 0 ⑧ $\frac{A}{4}$ ⑨ $\frac{A}{2}$ ⑩ $\frac{\sqrt{2}A}{2}$
 ⑪ $\frac{3A}{4}$ ⑫ $\frac{\sqrt{3}A}{2}$ ⑬ A

【II】 次の問い(問1~問6)の空所 $\boxed{\quad}$ に入る適語を解答群から選択せよ。(解答番号 $\boxed{15}$ ~ $\boxed{22}$)

図6のように、一端を天井の点Oに固定した長さ $L(\text{m})$ の軽い糸の他端に、質量 $m(\text{kg})$ の小物体Aを取りつけた。糸がたるまないようにして、糸と鉛直線のなす角が $\theta(\text{rad})$ となる点PでAを静かに放したところ、Aは点Oの真下の点Qを通過後、点Pと同じ高さの点Rに達した。ただし、重力加速度の大きさを $g(\text{m/s}^2)$ とし、点Qを重力による位置エネルギーの基準点とする。

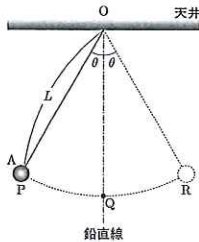


図6

問1 Aが点Pの位置にあるとき、Aの重力による位置エネルギーは $\boxed{15}$ (J) である。

解答群

- ① mgL ② $mgL \sin \theta$ ③ $mgL \cos \theta$ ④ $mgL \tan \theta$
 ⑤ $\frac{mgL}{\sin \theta}$ ⑥ $\frac{mgL}{\cos \theta}$ ⑦ $\frac{mgL}{\tan \theta}$
 ⑧ $mgL(1 - \sin \theta)$ ⑨ $mgL(1 - \cos \theta)$ ⑩ $mgL(1 - \tan \theta)$

問2 点QでのAの速さは $\boxed{16}$ (m/s) である。また、このときの糸の張力の大きさは $\boxed{17}$ (N) である。

$\boxed{16}$ の解答群

- ① \sqrt{gL} ② $\sqrt{gL \sin \theta}$ ③ $\sqrt{gL \cos \theta}$ ④ $\sqrt{gL \tan \theta}$
 ⑤ $\sqrt{gL \sin \theta \cos \theta}$ ⑥ $\sqrt{gL \sin \theta \tan \theta}$ ⑦ $\sqrt{2gL}$ ⑧ $\sqrt{2gL \sin \theta}$
 ⑨ $\sqrt{2gL \cos \theta}$ ⑩ $\sqrt{2gL \tan \theta}$ ⑪ $\sqrt{2gL \sin \theta \cos \theta}$ ⑫ $\sqrt{2gL \sin \theta \tan \theta}$
 ⑬ $\sqrt{\frac{2gL}{\sin \theta}}$ ⑭ $\sqrt{\frac{2gL}{\cos \theta}}$ ⑮ $\sqrt{\frac{2gL}{\tan \theta}}$
 ⑯ $\sqrt{2gL(1 - \sin \theta)}$ ⑰ $\sqrt{2gL(1 - \cos \theta)}$ ⑱ $\sqrt{2gL(1 - \tan \theta)}$

$\boxed{17}$ の解答群

- ① mg ② $2mg$ ③ $3mg$ ④ $mg \sin \theta$ ⑤ $mg \cos \theta$
 ⑥ $mg \tan \theta$ ⑦ $mg(2 - \sin \theta)$ ⑧ $mg(2 - \cos \theta)$ ⑨ $mg(2 - \tan \theta)$
 ⑩ $\frac{mg}{\sin \theta}$ ⑪ $\frac{mg}{\cos \theta}$ ⑫ $\frac{mg}{\tan \theta}$
 ⑬ $mg(3 - 2 \sin \theta)$ ⑭ $mg(3 - 2 \cos \theta)$ ⑮ $mg(3 - 2 \tan \theta)$

つぎに、Aが点Rの位置に達した瞬間に、質量 $\frac{1}{2}m(\text{kg})$ の小物体Bを、Aの運動する鉛直面と垂直に速さ $v(\text{m/s})$ でAと弾性衝突させたところ、図7のようにAは糸と鉛直線のなす角 $\theta(\text{rad})$ を一定に保つたまま水平面内を円運動した。

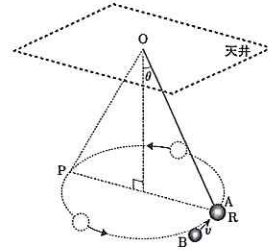


図7

問3 BがAに衝突した直後の、Aの速さは $\boxed{18}$ $\times v(\text{m/s})$ であり、Bの速さは $\boxed{19}$ $\times v(\text{m/s})$ である。

解答群

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

問4 Aが円運動しているとき、糸の張力の大きさを m, g, θ を用いて表すと $\boxed{20}$ (N) である。

解答群

- ① mg ② $2mg$ ③ $3mg$ ④ $mg \sin \theta$ ⑤ $mg \cos \theta$
 ⑥ $mg \tan \theta$ ⑦ $mg(2 - \sin \theta)$ ⑧ $mg(2 - \cos \theta)$ ⑨ $mg(2 - \tan \theta)$
 ⑩ $\frac{mg}{\sin \theta}$ ⑪ $\frac{mg}{\cos \theta}$ ⑫ $\frac{mg}{\tan \theta}$
 ⑬ $mg(3 - 2 \sin \theta)$ ⑭ $mg(3 - 2 \cos \theta)$ ⑮ $mg(3 - 2 \tan \theta)$

問5 Aが円運動していることから、Bの衝突前の速さを g, L, θ を用いて表すと $\boxed{21}$ (m/s) である。

解答群

- ① $\sqrt{2gL}$ ② $\sqrt{2gL \sin \theta}$ ③ $\sqrt{2gL \cos \theta}$ ④ $\sqrt{2gL \tan \theta}$
 ⑤ $\sqrt{2gL \sin \theta \cos \theta}$ ⑥ $\sqrt{2gL \sin \theta \tan \theta}$ ⑦ $\frac{3}{2}\sqrt{gL}$
 ⑧ $\frac{3}{2}\sqrt{gL \sin \theta}$ ⑨ $\frac{3}{2}\sqrt{gL \cos \theta}$ ⑩ $\frac{3}{2}\sqrt{gL \tan \theta}$
 ⑪ $\frac{3}{2}\sqrt{gL \sin \theta \cos \theta}$ ⑫ $\frac{3}{2}\sqrt{gL \sin \theta \tan \theta}$ ⑬ $\sqrt{\frac{2gL}{\sin \theta}}$
 ⑭ $\sqrt{\frac{2gL}{\cos \theta}}$ ⑮ $\sqrt{\frac{2gL}{\tan \theta}}$ ⑯ $\sqrt{2gL(1 - \sin \theta)}$
 ⑰ $\sqrt{2gL(1 - \cos \theta)}$ ⑱ $\sqrt{2gL(1 - \tan \theta)}$

問6 Aの円運動の周期を g, L, θ を用いて表すと $\boxed{22}$ (s) である。

解答群

- ① $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{L}{g \sin \theta}}$ ② $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{L}{g \cos \theta}}$ ③ $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{L}{g}}$ ④ $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{L \sin \theta}{g}}$
 ⑤ $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{L \cos \theta}{g}}$ ⑥ $\pi\sqrt{\frac{L}{g \sin \theta}}$ ⑦ $\pi\sqrt{\frac{L}{g \cos \theta}}$ ⑧ $\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$
 ⑨ $\pi\sqrt{\frac{L \sin \theta}{g}}$ ⑩ $\pi\sqrt{\frac{L \cos \theta}{g}}$ ⑪ $2\pi\sqrt{\frac{L}{g \sin \theta}}$ ⑫ $2\pi\sqrt{\frac{L}{g \cos \theta}}$
 ⑬ $2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ ⑭ $2\pi\sqrt{\frac{L \sin \theta}{g}}$ ⑮ $2\pi\sqrt{\frac{L \cos \theta}{g}}$

【Ⅲ】 次の問い(問1～問5)の空所 に入る適語を解答群から選択せよ。(解答番号 23 ~ 30)

図8のように、水平面となす角度 30° のなめらかな斜面があり、斜面上には斜面に沿って長さ a (m) にわたり、紙面の表から裏向きに、磁束密度の大きさ B (T) の一様な磁場が加わった領域がある。この斜面上に、縦 a (m)、横 $2a$ (m) の長方形で全体の抵抗値が R (Ω) の軽いコイル ABCD のついた質量 m (kg) の台車を置いたところ、台車は斜面上をすべり下り、コイルの辺 AB が磁場の中にある間は一定の速さで運動した。その後、コイルは磁場を通過した。ただし、重力加速度の大きさを g (m/s²) とし、すべての運動はコイルの面を含む鉛直面内で起こるものとする。また、コイルは台車に対し絶縁されており、台車は磁場に影響を与えないものとする。

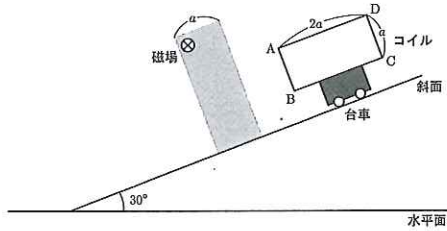


図8

問1 磁場に進入したときのコイルの速さを v_0 (m/s) とする。コイルの辺 AB が磁場に進入した直後にコイルを流れる電流は 23 の向きで、その大きさを v_0 を含む式で表すと 24 [A] である。また、コイルが磁場から受ける力の大きさを v_0 を含む式で表すと 25 (N) である。

23 の解答群

- ① A → B → C → D → A ② A → D → C → B → A

24 と 25 の解答群

- ① $\frac{aBv_0}{R}$ ② $\frac{2aBv_0}{R}$ ③ $\frac{a^2Bv_0}{R}$ ④ $\frac{4a^2Bv_0}{R}$ ⑤ $\frac{aB^2v_0}{R}$
 ⑥ $\frac{2aB^2v_0}{R}$ ⑦ $\frac{aBv_0^2}{R}$ ⑧ $\frac{2aBv_0^2}{R}$ ⑨ $\frac{a^2B^2v_0}{R}$ ⑩ $\frac{4a^2B^2v_0}{R}$
 ⑪ $\frac{a^2B^2v_0^2}{R}$ ⑫ $\frac{4a^2B^2v_0^2}{R}$

問2 コイルの辺 AB が磁場中にあるときの台車の速さは 26 (m/s) であり、このときコイルで消費される電力は 27 (W) である。

26 の解答群

- ① $\frac{mgR}{2aB}$ ② $\frac{mgR}{2a^2B^2}$ ③ $\frac{mgaB}{2R}$ ④ $\frac{mga^2B^2}{2R}$ ⑤ $\frac{mgR}{aB}$
 ⑥ $\frac{mgR}{a^2B^2}$ ⑦ $\frac{mgaB}{R}$ ⑧ $\frac{mga^2B^2}{R}$ ⑨ $\frac{\sqrt{3}mgR}{2aB}$ ⑩ $\frac{\sqrt{3}mgR}{2a^2B^2}$
 ⑪ $\frac{\sqrt{3}mgaB}{2R}$ ⑫ $\frac{\sqrt{3}mga^2B^2}{2R}$

27 の解答群

- ① $\frac{R}{4} \left(\frac{mg}{aB}\right)^2$ ② $\frac{R}{4} \left(\frac{mg}{a^2B^2}\right)^2$ ③ $\frac{1}{4R} \left(\frac{aB}{mg}\right)^2$ ④ $\frac{1}{4R} \left(\frac{a^2B^2}{mg}\right)^2$
 ⑤ $R \left(\frac{mg}{aB}\right)^2$ ⑥ $R \left(\frac{mg}{a^2B^2}\right)^2$ ⑦ $\frac{1}{R} \left(\frac{aB}{mg}\right)^2$ ⑧ $\frac{1}{R} \left(\frac{a^2B^2}{mg}\right)^2$
 ⑨ $\frac{3R}{4} \left(\frac{mg}{aB}\right)^2$ ⑩ $\frac{3R}{4} \left(\frac{mg}{a^2B^2}\right)^2$ ⑪ $\frac{3}{4R} \left(\frac{aB}{mg}\right)^2$ ⑫ $\frac{3}{4R} \left(\frac{a^2B^2}{mg}\right)^2$

問3 コイルの辺 AB が磁場に入ってから磁場から出るまでにコイルで発生したジュール熱は 28 (J) である。

解答群

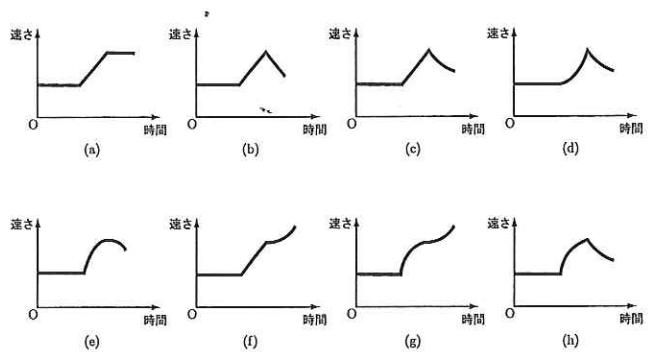
- ① $\frac{mg}{2}$ ② mg ③ $\frac{mga}{2}$ ④ mga ⑤ $\frac{mgB}{2}$ ⑥ mgB
 ⑦ $\frac{mgaB}{2}$ ⑧ $mgaB$ ⑨ $\frac{mgaB}{2R}$ ⑩ $\frac{mgaB}{R}$ ⑪ $\frac{mgaB}{2R}$ ⑫ $\frac{mgaB}{R}$
 ⑬ $\frac{aB}{mgR}$ ⑭ $\frac{aB}{2mgR}$ ⑮ $\frac{a^2B^2}{mgR}$ ⑯ $\frac{a^2B^2}{2mgR}$

問4 コイルの辺 CD が磁場に入った直後にコイルが磁場から受ける力の大きさは 29 (N) である。

解答群

- ① $\frac{1}{2}mg$ ② mg ③ $\frac{a^2B^2}{R}\sqrt{ag}$
 ④ $\frac{a^2B^2}{R}\sqrt{2ag}$ ⑤ $\frac{2a^2B^2}{R}\sqrt{ag}$ ⑥ $\frac{1}{2}mg + \frac{a^2B^2}{R}\sqrt{ag}$
 ⑦ $\frac{1}{2}mg + \frac{a^2B^2}{R}\sqrt{2ag}$ ⑧ $\frac{1}{2}mg + \frac{2a^2B^2}{R}\sqrt{ag}$ ⑨ $mg + \frac{a^2B^2}{R}\sqrt{ag}$
 ⑩ $mg + \frac{a^2B^2}{R}\sqrt{2ag}$ ⑪ $mg + \frac{2a^2B^2}{R}\sqrt{ag}$
 ⑫ $\sqrt{\left(\frac{mg}{2}\right)^2 + ag\left(\frac{a^2B^2}{R}\right)^2}$ ⑬ $\sqrt{\left(\frac{mg}{2}\right)^2 + 2ag\left(\frac{a^2B^2}{R}\right)^2}$
 ⑭ $\sqrt{\left(\frac{mg}{2}\right)^2 + 4ag\left(\frac{a^2B^2}{R}\right)^2}$ ⑮ $\sqrt{(mg)^2 + ag\left(\frac{a^2B^2}{R}\right)^2}$
 ⑯ $\sqrt{(mg)^2 + 2ag\left(\frac{a^2B^2}{R}\right)^2}$ ⑰ $\sqrt{(mg)^2 + 4ag\left(\frac{a^2B^2}{R}\right)^2}$

問5 コイルの辺 AB が磁場に入ってから辺 CD が磁場から出るまでの、台車の速さの変化のようすをもっともよく表しているグラフは 30 である。



解答群

- ① (a) ② (b) ③ (c) ④ (d)
 ⑤ (e) ⑥ (f) ⑦ (g) ⑧ (h)