

※一般は物理・化学・生物から2科目選択
 学士は化学・生物の2科目

試験時間 2科目 100分

物理 1～10ページ

化学 11～19ページ

生物 20～37ページ

- 注意事項**
- 出題の際に選択した2科目について解答すること。
 - 解答用紙(マークカード)は各科目につき1枚である。
 - 選択しない科目の解答用紙(マークカード)は、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。
 - 解答用紙(マークカード)に、氏名・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。
 - マークはHBの鉛筆、シャープペンシルで、はっきりとマークすること。

- マークを消す場合、消しゴムで完全に消し、消しくずを残さないこと。
- 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。
- 各問題の選択肢のうち質問に適した答えを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。
- 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、長さが等しく L (m) で、質量がそれぞれ m (kg)、 $2m$ (kg)、 $3m$ (kg) の一様な3本の棒があり、これらをまっすぐにつないで1本の棒Sにした。Sの両端の点Aと点Bに軽いひもをそれぞれつけ、ひもが鉛直となるように天井からつり下げたところ、Sは水平な状態で静止した。このとき、Sの重心は、点Aから距離 $\times L$ (m) だけ離れた位置にあり、点Aにつけたひもの張力の大きさは $\times mg$ (N) である。ただし、重力加速度の大きさを g (m/s²) とする。

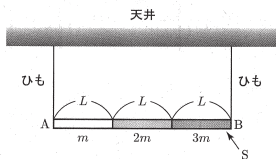


図1

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 $\frac{5}{6}$ ⑧ 1
 ⑨ $\frac{7}{6}$ ⑩ $\frac{4}{3}$ ⑪ $\frac{3}{2}$ ⑫ $\frac{5}{3}$ ⑬ $\frac{11}{6}$ ⑭ 2 ⑮ $\frac{13}{6}$ ⑯ $\frac{7}{3}$
 ⑰ $\frac{9}{4}$ ⑱ $\frac{5}{2}$

問2 図2のように、なめらかな水平面上に、質量 M (kg)、長さ L (m) で上面のあらい一様な平板Aが置かれており、Aの上には質量 m (kg) の人Bが乗り静止している。水平面に対してAとBが静止している状態から、BがA上でAに対して一定の大きさ a (m/s²) の加速度で動き始めたところ、Aは回転せずに水平面上を移動した。BがA上の距離で $\frac{L}{2}$ (m) だけ移動したとき、水平面に対するAの加速度の大きさは $\times a$ (m/s²) であり、Aが水平面に対して移動した距離は $\times L$ (m) である。ただし、Bの大きさは考えないものとする。

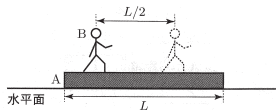


図2

解答群

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

問3 図3のように、鉛直上向きで大きさ B (T) の磁束密度をもつ一様な磁場の中に、表面がなめらかな導体でできている2本の平行なじゅうぶん長く細いレールを、 L (m) だけ離して水平に置き、一端に抵抗値 R (Ω) の電気抵抗を接続した。レールの上に、レールと直角になるように導体棒Aを置き、一定の大きさ F (N) の力を水平に加え続けたところ、Aはレールと直角を保ったままレールの上をすべり、じゅうぶん時間が経過した後に、一定の速さ v (m/s) で運動した。Aがレール上を一定の速さ v で運動しているとき、Aに流れる電流の大きさは (A) であり、Aが磁場から受ける力の大きさは (N) である。また、Aの速さ v は (m/s) と表される。ただし、レールおよびAの電気抵抗は無視できるものとし、電流が流れることで生じる磁場も無視できるものとする。

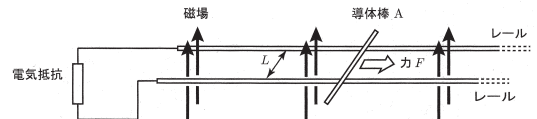


図3

5 と 6 の解答群

- ① $RvBL$ ② $RvBL^2$ ③ RvB^2L ④ RvB^2L^2 ⑤ $\frac{vBL}{R}$ ⑥ $\frac{BL}{vR}$
 ⑦ $\frac{vBL^2}{R}$ ⑧ $\frac{BL^2}{vR}$ ⑨ $\frac{vB^2L}{R}$ ⑩ $\frac{B^2L}{vR}$ ⑪ $\frac{vB^2L^2}{R}$ ⑫ $\frac{B^2L^2}{vR}$

7 の解答群

- ① $\frac{RF}{BL}$ ② $\frac{R^2F}{BL}$ ③ $\frac{RF}{B^2L^2}$ ④ $\frac{R^2F}{B^2L^2}$ ⑤ $RF + BLR$ ⑥ $RF - BLR$
 ⑦ $\frac{RF + BLR}{BL}$ ⑧ $\frac{RF - BLR}{BL}$ ⑨ $\frac{RF + BLR}{B^2L^2}$ ⑩ $\frac{RF - BLR}{B^2L^2}$

問4 図4のように、端に滑車が固定された台がある。一端におもりをつけた一様な弦を滑車にかけ、他端を台の点Pに固定して弦を張り、台と弦の間にコマAとBを、AB間が距離 L (m) となるように差し入れた。さらに、AB間の中間点MよりA側に距離 ΔL (m) だけ離れた点にコマCを差し入れ、AC間とCB間で同時に弦を弾いた。このとき、うなりが1秒間に Δf 回観測されたとき、この弦を伝わる横波の速さは (m/s) である。ただし、弦は基本振動するものとし、 $(\Delta L)^2$ は L^2 と比べ、じゅうぶん小さく無視できるものとする。

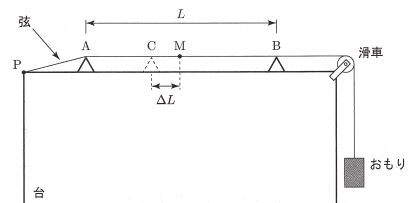


図4

解答群

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

問5 図5(a)のように、圧力 P [Pa] の大気中に、なめらかに動く断面積 S [m²] の軽い断熱ピストンがついた断熱容器がある。容器内に固定された熱を通す壁で、容器は2つの部屋に分割されており、この壁に接して、容器から出し入れできる薄い断熱壁がある。断熱壁が容器内にある状態で、ピストンがあるほうの部屋に物質 n [mol] の単原子分子理想気体 A を封入し、もう一方の部屋には、物質 n [mol] の単原子分子理想気体 B を封入したところ、A の温度は T_1 [K] で、B の温度は T_2 [K] であった。つぎに、図5(b)のように、図5(a)の状態から断熱壁を取り除いたところ、A は膨張し、ピストンはゆっくり移動して静止した。ピストンが静止した後の A の温度は $\boxed{9}$ [K] であり、ピストンが移動した距離は、気体定数を R [J/(mol·K)] とすると、 $\boxed{10} \times \frac{nR}{PS}$ [m] と表される。ただし、熱を通す壁の熱容量は考えないものとする。

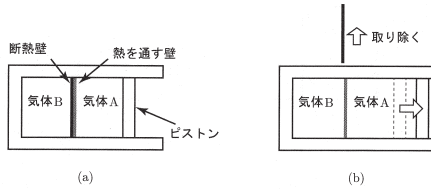


図5

9 の解答群

- ① $\frac{T_1 + T_2}{8}$ ② $\frac{T_1 + T_2}{4}$ ③ $\frac{T_1 + T_2}{2}$ ④ $\frac{3T_1 + T_2}{8}$ ⑤ $\frac{3T_1 + T_2}{4}$
 ⑥ $\frac{3T_1 + T_2}{2}$ ⑦ $\frac{T_1 + 3T_2}{8}$ ⑧ $\frac{T_1 + 3T_2}{4}$ ⑨ $\frac{T_1 + 3T_2}{2}$ ⑩ $\frac{5T_1 + 3T_2}{8}$
 ⑪ $\frac{5T_1 + 3T_2}{4}$ ⑫ $\frac{5T_1 + 3T_2}{2}$ ⑬ $\frac{3T_1 + 5T_2}{8}$ ⑭ $\frac{3T_1 + 5T_2}{4}$ ⑮ $\frac{3T_1 + 5T_2}{2}$

10 の解答群

- ① $\frac{T_1 + T_2}{8}$ ② $\frac{T_2 - T_1}{8}$ ③ $\frac{T_1 + T_2}{4}$ ④ $\frac{T_2 - T_1}{4}$ ⑤ $\frac{3(T_1 + T_2)}{8}$
 ⑥ $\frac{3(T_2 - T_1)}{8}$ ⑦ $\frac{T_1 + T_2}{2}$ ⑧ $\frac{T_2 - T_1}{2}$ ⑨ $\frac{5(T_1 + T_2)}{8}$ ⑩ $\frac{5(T_2 - T_1)}{8}$
 ⑪ $T_1 + T_2$ ⑫ $T_2 - T_1$ ⑬ $\frac{3(T_1 + T_2)}{2}$ ⑭ $\frac{3(T_2 - T_1)}{2}$

II 次の問い(問1~問7)の空所 $\boxed{\quad}$ に入る適語を解答群から選択せよ。(解答番号 $\boxed{11}$ ~ $\boxed{18}$)

図6のように、なめらかな水平面上に高さ h [m] の台があり、水平面上の点 O には鉛直な壁が固定されている。台の端点 P から質量 m (kg) の小球 A を速さ v (m/s) で水平に投射したところ、A は水平面上の点 Q ではね返り、再び水平面上の点 R ではね返った。その後、A は最高点に達したときに壁上の点 S で壁に衝突した。ただし、A は水平面とはね返り係数 e の非弾性衝突をするものとし、重力加速度の大きさを g (m/s²) とする。また、点 P の真下の水平面上の点を点 T とし、すべての運動は同じ鉛直面内で起きるものとする。

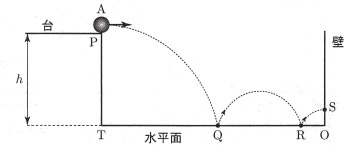


図6

問1 A を投射してから A が点 Q で水平面と衝突するまでの時間は $\boxed{11}$ [s] である。また、A が点 Q で水平面と衝突した直後の A の速さは $\boxed{12}$ [m/s] である。

11 の解答群

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

12 の解答群

- ① \sqrt{gh} ② $\sqrt{2gh}$ ③ $2\sqrt{gh}$ ④ $e\sqrt{gh}$ ⑤ $e\sqrt{2gh}$ ⑥ $2e\sqrt{gh}$
 ⑦ $\sqrt{v^2 + gh}$ ⑧ $\sqrt{v^2 + 2gh}$ ⑨ $\sqrt{v^2 + 3gh}$ ⑩ $\sqrt{v^2 + egh}$ ⑪ $\sqrt{v^2 + 2egh}$
 ⑫ $\sqrt{v^2 + 3egh}$ ⑬ $\sqrt{v^2 + e^2gh}$ ⑭ $\sqrt{v^2 + 2e^2gh}$ ⑮ $\sqrt{v^2 + 3e^2gh}$

問2 A が点 Q ではね返ってから点 R ではね返るまでに、A が到達する最高点の水平面からの高さは $\boxed{13}$ [m] である。

解答群

- ① $\frac{h}{2}$ ② $\frac{h}{2e}$ ③ $\frac{h}{e}$ ④ $\frac{h}{2e^2}$ ⑤ $\frac{h}{e^2}$ ⑥ $\frac{h}{2e^4}$ ⑦ $\frac{h}{e^4}$
 ⑧ $\frac{eh}{2}$ ⑨ eh ⑩ $\frac{e^2h}{2}$ ⑪ e^2h ⑫ $\frac{e^4h}{2}$ ⑬ e^4h

問3 A の点 R ではね返りの前後で、A が失った運動エネルギーは $\boxed{14}$ [J] である。

解答群

- ① mgh ② $emgh$ ③ e^2mgh ④ e^4mgh ⑤ $(1 - e)mgh$ ⑥ $(1 - e^2)mgh$
 ⑦ $(1 - e^4)mgh$ ⑧ $(e - e^2)mgh$ ⑨ $(e^2 - e^3)mgh$ ⑩ $(e^2 - e^4)mgh$
 ⑪ $(e^3 - e^4)mgh$

問4 点 S の水平面からの高さは $\boxed{15}$ [m] である。

解答群

- ① $\frac{h}{2}$ ② $\frac{h}{2e}$ ③ $\frac{h}{e}$ ④ $\frac{h}{2e^2}$ ⑤ $\frac{h}{e^2}$ ⑥ $\frac{h}{2e^4}$ ⑦ $\frac{h}{e^4}$
 ⑧ $\frac{eh}{2}$ ⑨ eh ⑩ $\frac{e^2h}{2}$ ⑪ e^2h ⑫ $\frac{e^4h}{2}$ ⑬ e^4h

問5 $\boxed{11}$ を t とおく。OT 間の距離は $\boxed{16} \times vt$ [m] である。

解答群

- ① e ② $2e$ ③ e^2 ④ $2e^2$ ⑤ $1 + e$ ⑥ $1 + 2e$ ⑦ $1 + e^2$ ⑧ $1 + 2e^2$
 ⑨ $1 + e + e^2$ ⑩ $1 + 2e + e^2$ ⑪ $1 + e + 2e^2$ ⑫ $1 + 2e + 2e^2$

つぎに図7のように、Aを点Pから水平に投射したところ、Aは水平面上の点Uではね返り、最高点に達した後に、再び壁上の点Sに衝突した。

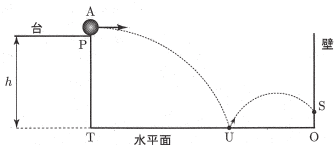


図7

問6 11 を t とおく。Aが点Uではね返ってから点Sに衝突するまでの時間は $\boxed{17} \times t$ (s) である。

解答群

- ① e ② $1+e$ ③ $1-e$ ④ e^2 ⑤ $1+e^2$ ⑥ $1-e^2$ ⑦ $1+\sqrt{1-e^2}$
 ⑧ $1-\sqrt{1-e^2}$ ⑨ $e+\sqrt{1-e^2}$ ⑩ $e-\sqrt{1-e^2}$ ⑪ $1+e\sqrt{1-e^2}$
 ⑫ $1-e\sqrt{1-e^2}$ ⑬ $e(1+\sqrt{1-e^2})$ ⑭ $e(1-\sqrt{1-e^2})$ ⑮ $e(2+e)$

問7 Aを点Pから投射したときのAの速さは、 v の $\boxed{18}$ 倍である。

解答群

- ① $\frac{1+e}{1+\sqrt{1-e^2}}$ ② $\frac{1+e}{1+e\sqrt{1-e^2}}$ ③ $\frac{1+e}{1+e+e\sqrt{1-e^2}}$ ④ $\frac{1+2e}{1+\sqrt{1-e^2}}$
 ⑤ $\frac{1+2e}{1+e\sqrt{1-e^2}}$ ⑥ $\frac{1+2e}{1+e+e\sqrt{1-e^2}}$ ⑦ $\frac{1+e^2}{1+\sqrt{1-e^2}}$ ⑧ $\frac{1+e^2}{1+e\sqrt{1-e^2}}$
 ⑨ $\frac{1+e^2}{1+e+e\sqrt{1-e^2}}$ ⑩ $\frac{1+e+e^2}{1+\sqrt{1-e^2}}$ ⑪ $\frac{1+e+e^2}{1+e\sqrt{1-e^2}}$ ⑫ $\frac{1+e+e^2}{1+e+e\sqrt{1-e^2}}$
 ⑬ $\frac{1+2e+e^2}{1+\sqrt{1-e^2}}$ ⑭ $\frac{1+2e+e^2}{1+e\sqrt{1-e^2}}$ ⑮ $\frac{1+2e+e^2}{1+e+e\sqrt{1-e^2}}$ ⑯ $\frac{1+e+2e^2}{1+\sqrt{1-e^2}}$
 ⑰ $\frac{1+e+2e^2}{1+e\sqrt{1-e^2}}$ ⑱ $\frac{1+e+2e^2}{1+e+e\sqrt{1-e^2}}$

III 次の問い(問1~問3)の空所 \square に入る適語を解答群から選択せよ。(解答番号 $\boxed{19}$ ~ $\boxed{26}$)

図8のように、抵抗値がそれぞれ $3R(\Omega)$, $R(\Omega)$, $R(\Omega)$, $2R(\Omega)$ の電気抵抗 R_1, R_2, R_3, R_4 、電気容量がそれぞれ $C(F)$, $2C(F)$, $2C(F)$ のコンデンサー C_1, C_2, C_3 、自己インダクタンスが $L(H)$ のコイル L 、内部抵抗の無視できる起電力が $V(V)$ の直流電源 E 、およびスイッチ S_1, S_2, S_3, S_4 からなる回路がある。はじめ、すべてのスイッチは開いており、すべてのコンデンサーに電荷はたくわえられていないものとする。

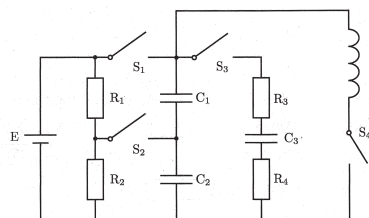


図8

問1 S_1 と S_2 を閉じた。スイッチを閉じてからじゅうぶん時間が経過した後、 C_1 にたくわえられている電荷の電気量は $\boxed{19} \times CV$ (C) であり、 C_1 にたくわえられている静電エネルギーは $\boxed{20} \times CV^2$ (J) である。

解答群

- ① $\frac{1}{32}$ ② $\frac{3}{32}$ ③ $\frac{9}{32}$ ④ $\frac{11}{32}$ ⑤ $\frac{1}{16}$ ⑥ $\frac{3}{16}$ ⑦ $\frac{9}{16}$ ⑧ $\frac{1}{12}$
 ⑨ $\frac{5}{12}$ ⑩ $\frac{1}{9}$ ⑪ $\frac{5}{9}$ ⑫ $\frac{1}{6}$ ⑬ $\frac{5}{6}$ ⑭ $\frac{1}{4}$ ⑮ $\frac{3}{4}$ ⑯ $\frac{1}{3}$ ⑰ $\frac{2}{3}$
 ⑱ $\frac{1}{2}$

問2 問1の最後の状態で、 S_1 を開けてから S_2 を開け、その後 S_3 を閉じた。 S_3 を閉じてからじゅうぶん時間が経過した後、 C_1 にたくわえられている電荷の電気量は $\boxed{21} \times CV$ (C) であり、 C_3 にたくわえられている静電エネルギーは $\boxed{22} \times CV^2$ (J) である。また、 S_3 を閉じてからじゅうぶん時間が経過するまでの間に、 R_4 で発生するジュール熱は $\boxed{23} \times CV^2$ (J) である。

解答群

- ① $\frac{1}{32}$ ② $\frac{3}{32}$ ③ $\frac{9}{32}$ ④ $\frac{11}{32}$ ⑤ $\frac{1}{16}$ ⑥ $\frac{3}{16}$ ⑦ $\frac{9}{16}$ ⑧ $\frac{1}{12}$
 ⑨ $\frac{5}{12}$ ⑩ $\frac{1}{9}$ ⑪ $\frac{5}{9}$ ⑫ $\frac{1}{6}$ ⑬ $\frac{5}{6}$ ⑭ $\frac{1}{4}$ ⑮ $\frac{3}{4}$ ⑯ $\frac{1}{3}$ ⑰ $\frac{2}{3}$
 ⑱ $\frac{1}{2}$

問3 問2の最後の状態で、 S_3 を開けてから S_4 を閉じたところ、 L に振動電流が流れた。このとき、 C_2 にたくわえられている電荷の電気量の最大値は $\boxed{24} \times CV$ (C) である。また、 S_4 を閉じてから、 L に流れる電流の大きさが最初に最大になるのは、 S_4 を閉じてから $\boxed{25} \times \pi\sqrt{LC}$ (s) 後であり、このとき L に流れる電流の大きさは $\boxed{26} \times V\sqrt{\frac{C}{L}}$ (A) である。

$\boxed{24}$ の解答群

- ① $\frac{1}{32}$ ② $\frac{3}{32}$ ③ $\frac{9}{32}$ ④ $\frac{11}{32}$ ⑤ $\frac{1}{16}$ ⑥ $\frac{3}{16}$ ⑦ $\frac{9}{16}$ ⑧ $\frac{1}{12}$
 ⑨ $\frac{5}{12}$ ⑩ $\frac{1}{9}$ ⑪ $\frac{5}{9}$ ⑫ $\frac{1}{6}$ ⑬ $\frac{5}{6}$ ⑭ $\frac{1}{4}$ ⑮ $\frac{3}{4}$ ⑯ $\frac{1}{3}$ ⑰ $\frac{2}{3}$
 ⑱ $\frac{1}{2}$

$\boxed{25}$ と $\boxed{26}$ の解答群

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