



未来のエスキースを描く。

東北工業大学

2024年度入学試験問題

A - 1

理 科 (100点 60分)

	ページ	問題数
物理	1～12	4 問
化学	13～25	4 問
生物	26～44	3 問

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはならない。
2. この問題冊子は全部で44ページである。落丁，乱丁，印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出ること。
3. 下表により1科目のみを選択し解答すること。

学 科	選 択 科 目
電気電子工学科 情報通信工学科	物理，化学から1科目選択
都市マネジメント学科 環境応用化学科 建築学科 産業デザイン学科 生活デザイン学科	物理，化学，生物から1科目選択

4. 解答には黒鉛筆を用い，ボールペン，色鉛筆，万年筆などを使用してはならない。
5. 解答用紙は科目共通で1枚（マーク式）である。
6. 解答用紙の指定欄に座席番号（数字），氏名を記入し，さらに，座席番号と解答する科目名をマークすること。

解答は，例えば 60 に対して ⑤ と解答する場合は，次の（例）のように，解答番号 60 の解答欄の ⑤ のマーク位置に解答用紙のマーク例に従ってマークすること。

（例）

60	①	②	③	④	●	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

7. 誤ってマークした場合は，消しゴムで完全に消してからマークしなおすこと。
8. 1つの解答欄に2つ以上マークした場合，その解答欄の解答は無効となる。
9. マーク式解答用紙は，折り曲げたり，破ったり，汚したりしないこと。
10. この問題冊子の余白は，計算などに利用してもよい。
11. 試験終了後，この問題冊子は持ち帰ること。

物 理

- 1 図1のように、ばね定数 k , $2k$ で自然長が等しい2本のばねを天井から L の間隔でつるし、長さ L の軽い棒 AB の両端にばねの他端をつけ、棒を水平に支えている。棒 AB が水平を維持したまま、2本のばねが伸び縮みする位置 G に軽いひもで質量 m のおもりをつるした。おもりが静止した位置をつり合いの位置とする。以下の各問いの答えとして最も適するものをそれぞれの解答群から一つずつ選びなさい。ただし、重力加速度の大きさを g とし、ばね、および、棒の質量は無視し、棒は変形しないものとする。

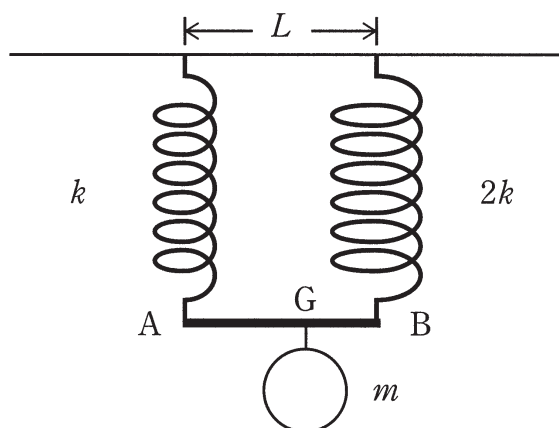


図 1

- 問 1. おもりが静止しているとき、2本のばねの自然長からの伸び x と AG 間の距離を示す正しい組み合わせはどれか。

1

	自然長からの伸び x	AG 間の距離
①	$\frac{mg}{2k}$	$\frac{1}{2}L$
②	$\frac{mg}{2k}$	$\frac{1}{3}L$
③	$\frac{mg}{2k}$	$\frac{2}{3}L$
④	$\frac{mg}{3k}$	$\frac{1}{2}L$
⑤	$\frac{mg}{3k}$	$\frac{1}{3}L$
⑥	$\frac{mg}{3k}$	$\frac{2}{3}L$

問 2. 手でおもりを下向きに大きさ F の力で引っ張ったところ、つり合いの位置から d だけ下がった。 F の値はいくらか。

2

- ① kd ② $2kd$ ③ $3kd$ ④ $k(x+d)$ ⑤ $2k(x+d)$ ⑥ $3k(x+d)$

問 3. 問 2 の状態から、引っ張った手を静かにはなした。おもりが手をはなしてからつり合いの位置に戻るまでの時間はいくらか。この運動中、棒 AB は水平を維持し、軽いひもはたるむことがなかったとする。

3

- ① $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ② $2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$ ③ $2\pi\sqrt{\frac{m}{3k}}$ ④ $2\pi\sqrt{\frac{3k}{m}}$
 ⑤ $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{m}{k}}$ ⑥ $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{k}{m}}$ ⑦ $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{m}{3k}}$ ⑧ $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{3k}{m}}$

問 4. おもりがつり合いの位置に戻ったときの速さはいくらか。

4

- ① $d\sqrt{\frac{m}{k}}$ ② $d\sqrt{\frac{k}{m}}$ ③ $d\sqrt{\frac{m}{3k}}$ ④ $d\sqrt{\frac{3k}{m}}$
 ⑤ $(x+d)\sqrt{\frac{m}{k}}$ ⑥ $(x+d)\sqrt{\frac{k}{m}}$ ⑦ $(x+d)\sqrt{\frac{m}{3k}}$ ⑧ $(x+d)\sqrt{\frac{3k}{m}}$

問5. 次に図2のように、図1で使用した2本のばねを天井から直列につなぎ、質量 m のおもりをつるした。この状態でおもりが静止した位置を新たなつり合いの位置とする。おもりが静止しているとき、各ばねの自然長からの伸びを示す正しい組み合わせはどれか。

5

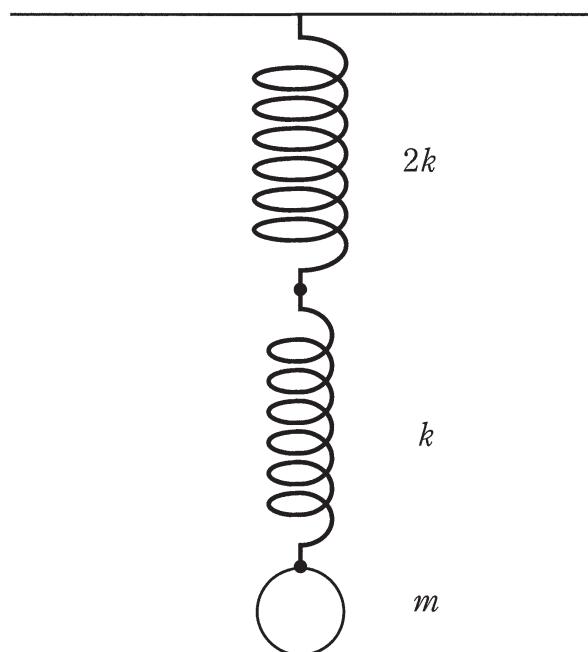


図2

	ばね定数 k のばねの伸び	ばね定数 $2k$ のばねの伸び
①	$\frac{mg}{k}$	$\frac{mg}{k}$
②	$\frac{mg}{k}$	$\frac{mg}{2k}$
③	$\frac{mg}{2k}$	$\frac{mg}{k}$
④	$\frac{mg}{2k}$	$\frac{mg}{2k}$
⑤	$\frac{mg}{3k}$	$\frac{2mg}{3k}$
⑥	$\frac{2mg}{3k}$	$\frac{mg}{3k}$
⑦	$\frac{mg}{3k}$	$\frac{mg}{3k}$
⑧	$\frac{2mg}{3k}$	$\frac{2mg}{3k}$

問 6. 直列につないだ 2 本のばねを 1 本のばねとして考えたときのばね定数の値はいくらか。

6

- ① $\frac{1}{3}k$ ② $\frac{2}{3}k$ ③ k ④ $\frac{3}{2}k$ ⑤ $2k$ ⑥ $3k$

問 7. 手でおもりを下向きに問 2 と同じ大きさ F の力で引っ張ったところ、つり合いの位置から d' だけ下がった。 d' は問 2 の d の何倍か。

7 倍

- ① $\frac{1}{3}$ ② $\frac{2}{3}$ ③ 1 ④ $\frac{3}{2}$ ⑤ 2 ⑥ $\frac{5}{2}$ ⑦ 3 ⑧ $\frac{9}{2}$

問 8. 問 7 の状態から、引っ張った手を静かにはなした。おもりがつり合いの位置に戻ったときの速さは問 4 の速さの何倍か。

8 倍

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

- 2 図1のように、長さ L [m]、断面積 S [m²] である円柱状の導体に電圧 V [V] を加えたところ、一定の電流 I [A] が流れた。導体中の単位体積あたりの自由電子の個数を n [個/m³]、自由電子の平均の速さを v [m/s]、電子1個の電気量を $-e$ [C] とする。以下の各問いの答えとして最も適するものをそれぞれの解答群から一つずつ選びなさい。

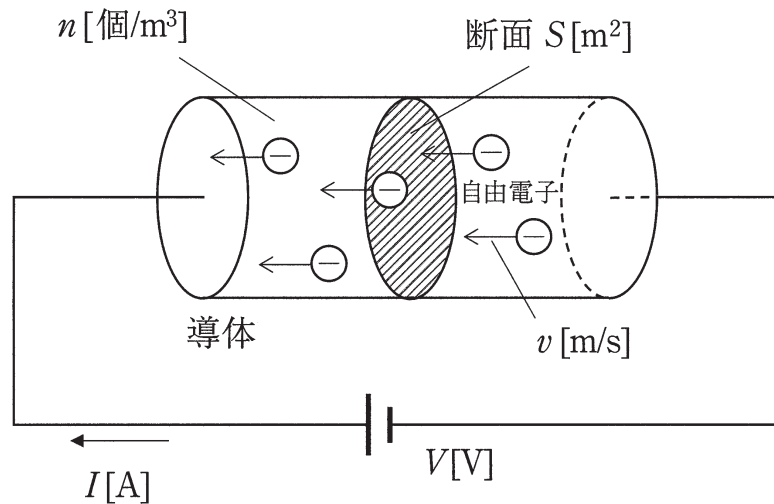


図 1

問 1. 導体の断面を時間 t [s] のあいだに通過する自由電子の数はいくらか。

9 [個]

- ① vS ② vtS ③ $nvtS$
 ④ evS ⑤ $evtS$ ⑥ $envtS$

問 2. 電流 I の大きさはいくらか。

10 [A]

- ① $\frac{vS}{t}$ ② vS ③ nvS
 ④ $\frac{evS}{t}$ ⑤ evS ⑥ $envS$

問 3. 導体中に生じる電場の大きさはいくらか。

11 [V/m]

- ① 0 ② V ③ VL
④ $\frac{V}{L}$ ⑤ $\frac{L}{V}$ ⑥ $\frac{1}{VL}$

問 4. 導体中の自由電子 1 個が受ける静電気力の大きさはいくらか。

12 [N]

- ① 0 ② $\frac{eV}{L}$ ③ eVL
④ $\frac{L}{eV}$ ⑤ $\frac{V}{eL}$ ⑥ $\frac{eL}{V}$

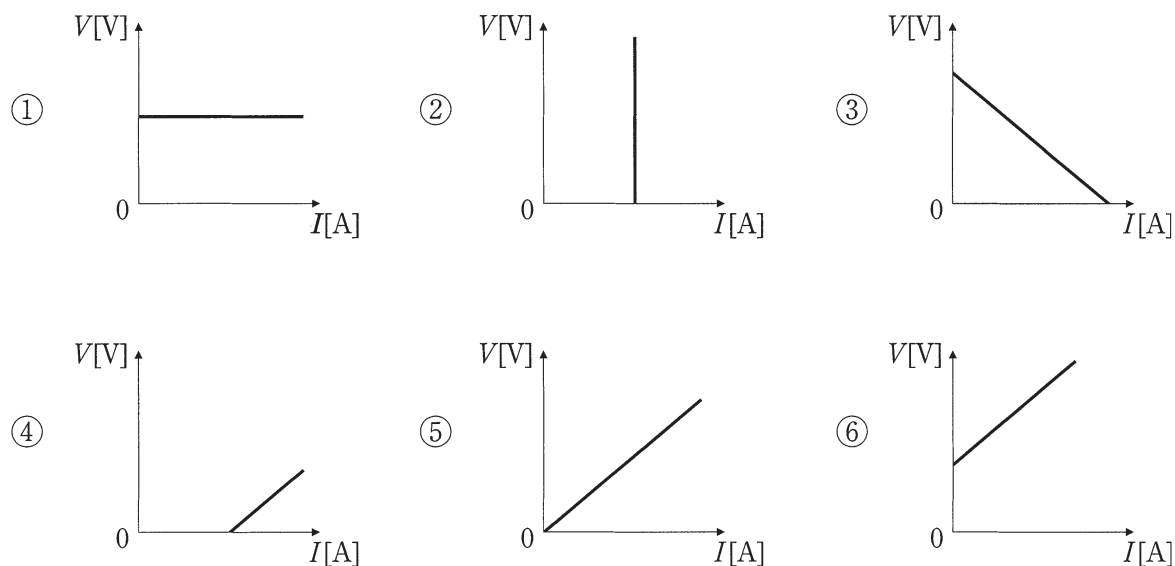
問 5. 導体中の自由電子が熱振動する陽イオンと衝突を繰り返しながら移動するときに、陽イオンから速さに比例する抵抗を受けていると考える。この場合、電流が一定であることから、導体中の自由電子は静電気力と抵抗力が釣り合う速さで移動していると考えられる。このときの自由電子の平均の速さはいくらか。ただし、抵抗力は kv [N] (k [N・s/m] は比例定数) とする。

13 [m/s]

- ① $\frac{eV}{kL}$ ② $\frac{eL}{kV}$ ③ $\frac{ek}{VL}$
④ $\frac{VL}{ek}$ ⑤ $\frac{kV}{eL}$ ⑥ $\frac{kL}{eV}$

問 6. 問 2 と問 5 の結果を用いると, V と I の関係を導くことができる。 I を横軸, V を縦軸として表したグラフで最も近いものはどれか。

14



問 7. 問 6 のグラフの傾きの意味として正しいのは次のうちのどれか。

15

- ① 導体の抵抗率と等しい。
- ② 導体の抵抗率の逆数と等しい。
- ③ 導体の電気抵抗と等しい。
- ④ 導体の電気抵抗の逆数と等しい。
- ⑤ 導体における消費電力と等しい。
- ⑥ 導体における電力量と等しい。

問 8. 次の記述は、図 1 の導体中の自由電子が電場からされる仕事について述べたものである。〔 ア 〕 ～ 〔 ウ 〕 に入れるべき適切な語句の組み合わせはどれか。

導体中には〔 ア 〕 個の自由電子があり、導体中のすべての自由電子が時間 t [s] の間に電場からされる仕事の和は、〔 イ 〕 となる。これは導体に電流が流れたときに発生する〔 ウ 〕 と等しい。

16

	ア	イ	ウ
①	nS	IVt	ジュール熱
②	nS	IVt	電圧降下
③	nS	IV	ジュール熱
④	nSL	IV	電圧降下
⑤	nSL	IVt	ジュール熱
⑥	nSL	IVt	電圧降下

- 3 光通信で重要な役割を担っている光ファイバーは、中心部のコアと、周辺部のクラッドという2種類の媒質で構成されている。図1は光ファイバーの中心軸に沿った断面図で、コアとクラッドは二酸化ケイ素を主体とする固体物質で構成されている。空気中から入射角 θ_1 でコアに光を入射したとき、屈折角 θ_2 で屈折し、その後コアとクラッドの間で全反射を繰り返した。空気、コア、クラッドの屈折率を n_1, n_2, n_3 とする。以下の各問いの答えとして最も適するものをそれぞれの解答群から一つずつ選べなさい。

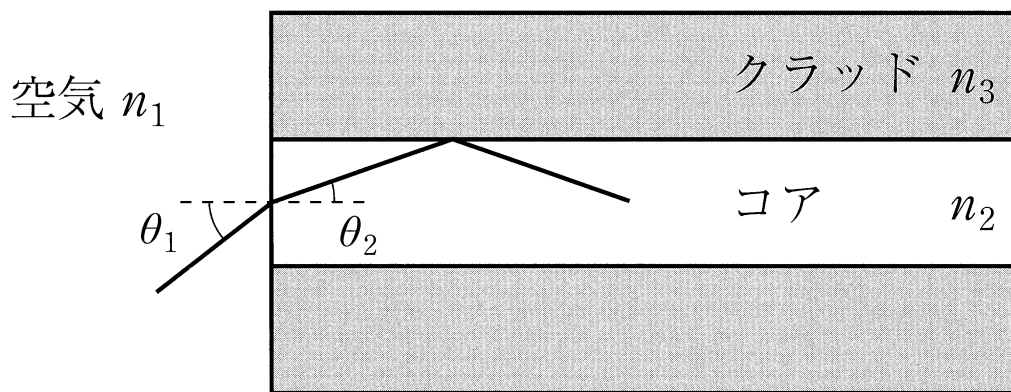


図 1

問 1. θ_1 と θ_2 の関係について最も適当なものはどれか。

17

- ① $\sin \theta_1 = \frac{n_1}{n_2} \sin \theta_2$ ② $\sin \theta_1 = \frac{n_2}{n_1} \sin \theta_2$ ③ $\cos \theta_1 = \frac{n_1}{n_2} \sin \theta_2$
 ④ $\cos \theta_1 = \frac{n_2}{n_1} \sin \theta_2$ ⑤ $\sin \theta_1 = n_1 \sin \theta_2$ ⑥ $\sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

問 2. n_1, n_2, n_3 の大小関係として最も適当なものはどれか。

18

- ① $n_1 < n_2 < n_3$ ② $n_2 < n_3 < n_1$ ③ $n_3 < n_1 < n_2$
 ④ $n_3 < n_2 < n_1$ ⑤ $n_2 < n_1 < n_3$ ⑥ $n_1 < n_3 < n_2$

問 3. 光がコアとクラッドの間で全反射するための θ_2 の条件として最も適切なものはどれか。

19

- ① $\sin \theta_2 < \frac{n_2}{n_3}$ ② $\sin \theta_2 > \frac{n_3}{n_2}$ ③ $\cos \theta_2 < \frac{n_2}{n_3}$
 ④ $\cos \theta_2 > \frac{n_3}{n_2}$ ⑤ $\sin \theta_2 < n_3$ ⑥ $\cos \theta_2 < n_2$

問 4. 光がコアとクラッドの間で全反射するための θ_1 の条件として最も適切なものはどれか。

20

- ① $\sin \theta_1 < \frac{n_3}{n_1}$ ② $\sin \theta_1 < \frac{n_2}{n_1}$ ③ $\sin \theta_1 < \frac{\sqrt{n_2^2 - n_3^2}}{n_1}$
 ④ $\sin \theta_1 < \frac{\sqrt{n_3^2 - n_2^2}}{n_1}$ ⑤ $\sin \theta_1 < \frac{n_1}{\sqrt{n_2^2 - n_3^2}}$ ⑥ $\sin \theta_1 < \frac{n_1}{\sqrt{n_3^2 - n_2^2}}$

問 5. θ_1 によらず、光がコアとクラッド間で全反射するための屈折率の条件として最も適切なものはどれか。

21

- ① $n_1 < \sqrt{n_2^2 - n_3^2}$ ② $n_1 > \sqrt{n_2^2 - n_3^2}$ ③ $n_1 < \sqrt{n_3^2 - n_2^2}$
 ④ $n_1 > \sqrt{n_3^2 - n_2^2}$ ⑤ $2n_3 < \sqrt{n_2^2 - n_1^2}$ ⑥ $2n_3 < \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$

- 4 図1のように、なめらかに動くことができるピストンを備えた断面積 A のシリンダー容器を水平に固定し、容器内に単原子分子理想気体を封入した。ばね定数 k のばねの一端をピストンに取り付け、ばねの另一端を壁に固定した。ばねが自然長でピストンが静止しているとき、容器内の気体は圧力 p_0 、体積 V_0 、温度 T_0 だった。これを状態1とする。容器内の気体の温度を変化させると、ばねが長さ x だけ縮んだ。これを状態2とする。以下の各問いの答えとして最も適するものをそれぞれの解答群から一つずつ選びなさい。

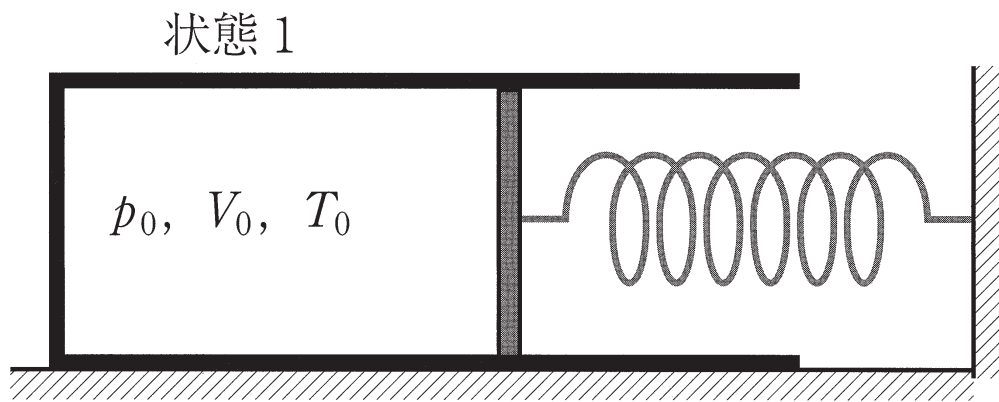


図 1

問 1. 状態 2 の容器内の圧力はいくらか。

22

- ① 0 ② p_0 ③ $p_0 + Akx$
 ④ $p_0 - Akx$ ⑤ $p_0 + \frac{kx}{A}$ ⑥ $p_0 - \frac{kx}{A}$

問 2. 状態 1 から状態 2 に変化したとき、温度の変化量はいくらか。

23

- ① $\frac{T_0 x}{p_0 V_0} \left(\frac{k V_0}{A} + A p_0 + kx \right)$ ② $\frac{T_0 x}{p_0 V_0} \left(-\frac{k V_0}{A} + A p_0 + kx \right)$
 ③ $\frac{T_0 x}{p_0 V_0} \left(\frac{k V_0}{A} - A p_0 + kx \right)$ ④ $-\frac{T_0 x}{p_0 V_0} \left(\frac{k V_0}{A} + A p_0 + kx \right)$
 ⑤ $-\frac{T_0 x}{p_0 V_0} \left(-\frac{k V_0}{A} + A p_0 + kx \right)$ ⑥ $-\frac{T_0 x}{p_0 V_0} \left(\frac{k V_0}{A} - A p_0 + kx \right)$

問 3. 状態 1 から状態 2 に変化するまでに、気体が外部にした仕事はいくらか。

24

- ① p_0Ax ② $\frac{1}{2}kx^2$ ③ $p_0Ax + \frac{1}{2}kx^2$
④ $-p_0Ax$ ⑤ $-\frac{1}{2}kx^2$ ⑥ $-p_0Ax + \frac{1}{2}kx^2$

問 4. 状態 1 から状態 2 に変化するまでに、気体に与えられた熱量はいくらか。

25

- ① $\left(\frac{5}{2}\frac{kV_0}{A} + \frac{3}{2}Ap_0\right)x + \frac{1}{2}kx^2$ ② $\left(\frac{3}{2}\frac{kV_0}{A} + \frac{5}{2}Ap_0\right)x - \frac{1}{2}kx^2$
③ $\left(\frac{3}{2}\frac{kV_0}{A} + \frac{5}{2}Ap_0\right)x - \frac{3}{2}kx^2$ ④ $\left(\frac{5}{2}\frac{kV_0}{A} + \frac{3}{2}Ap_0\right)x - \frac{3}{2}kx^2$
⑤ $\left(\frac{3}{2}\frac{kV_0}{A} + \frac{5}{2}Ap_0\right)x + 2kx^2$ ⑥ $\left(\frac{5}{2}\frac{kV_0}{A} + \frac{3}{2}Ap_0\right)x - 2kx^2$

(物理問題終わり)