

試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。

N

理科 ② (物理 化学) (各科目)
(生物 地学) (100点)

注 意 事 項

- 1 解答用紙に、正しく記入・マークされていない場合は、採点できないことがあります。特に、解答用紙の第1解答科目欄・第2解答科目欄にマークされていない場合又は複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 2 出題科目、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。

出 題 科 目	ペ ー ジ	選 択 方 法
物 理	3～40	受験できる科目数は、受験票に記載されているとおりです。
化 学	41～68	
生 物	69～108	
地 学	109～139	

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を高く挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 解答は、解答用紙の問題番号に対応した解答欄にマークしなさい。例えば、第2問の と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の(例)のように問題番号 の解答番号1の解答欄の③にマークしなさい。

(例)

2	解 答 欄								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨

- 5 選択問題については、いずれか1問を選択し、その問題番号の解答欄に解答しなさい。

この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。

6 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。

7 不正行為について

- ① 不正行為に対しては厳正に対処します。
- ② 不正行為に見えるような行為が見受けられた場合は、監督者がカードを用いて注意します。
- ③ 不正行為を行った場合は、その時点で受験を取りやめさせ退室させます。

8 2科目受験者の試験の進行方法について(2科目受験者のみ確認)

- ① この試験は、前半と後半に分けて実施します。
- ② 前半に解答する科目を「第1解答科目」、後半に解答する科目を「第2解答科目」として取り扱います。解答する科目及び順序は、志望する大学の指定に基づき、各自で決めなさい。
- ③ 第1解答科目、第2解答科目ともに解答時間は60分です。60分で1科目だけを解答しなさい。
- ④ 第1解答科目の後に、答案を回収する時間などを設けてありますが、休憩時間ではありませんので、トイレ等で一時退室することはできません。

注) 進行方法が分からない場合は、手を高く挙げて監督者に知らせなさい。

9 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

物 理

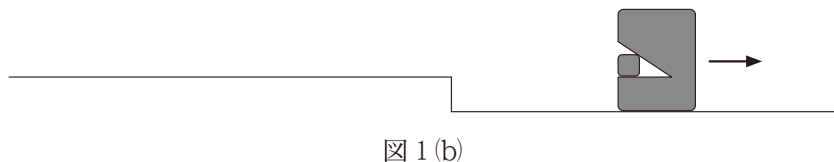
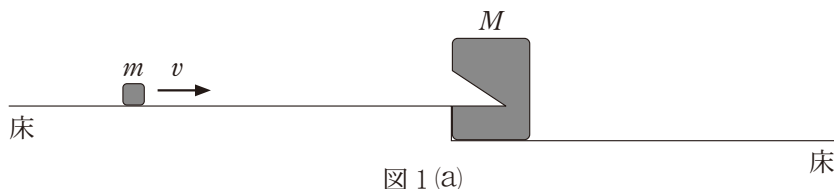
問 題	選 択 方 法
第 1 問	必 答
第 2 問	必 答
第 3 問	必 答
第 4 問	必 答
第 5 問	} いずれか 1 問を選択し、 解答しなさい。
第 6 問	

第 1 問 (必答問題)

次の問い(問 1 ~ 5)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 25)

問 1 図 1(a)のように、速さ v で進む質量 m の小物体が、質量 M の静止していた物体と衝突し、図 1(b)のように二つの物体は一体となり動き始めた。一体となった物体の運動エネルギーとして正しいものを、下の①~⑨のうちから一つ選べ。ただし、床は水平でなめらかであるとする。



- | | | |
|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| ① $\frac{Mv^2}{2}$ | ② $\frac{mv^2}{2}$ | ③ $\frac{(M+m)v^2}{2}$ |
| ④ $\frac{M^2v^2}{2(M+m)}$ | ⑤ $\frac{m^2v^2}{2(M+m)}$ | ⑥ $\frac{Mmv^2}{2(M+m)}$ |
| ⑦ $\frac{M^2v^2}{M+m}$ | ⑧ $\frac{m^2v^2}{M+m}$ | ⑨ $\frac{Mmv^2}{M+m}$ |

問 2 空気中を伝わる音に関する記述として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

- ① 音の速さは，振動数に比例して増加する。
- ② 音を1オクターブ高くすると，波長は2倍になる。
- ③ 音が障害物の背後にまわりこむ現象は，回折と呼ばれる。
- ④ 振動数が等しく，振幅が少し異なる二つの波が重なると，うなりが生じる。
- ⑤ 音源が観測者に近づく速さが大きいほど，観測者が聞く音の振動数は小さくなる。

物 理

問 3 図 2 のように、正方形 ABCD の頂点に電気量 $\pm Q$ ($Q > 0$) の点電荷を固定する。点 P での電場(電界)の向きを表す矢印として最も適当なものを、下の ①~⑧のうちから一つ選べ。ただし、点 P は正方形と同じ面内にあり、辺 BC の垂直二等分線(破線)上で、辺 BC より右側にある。 3

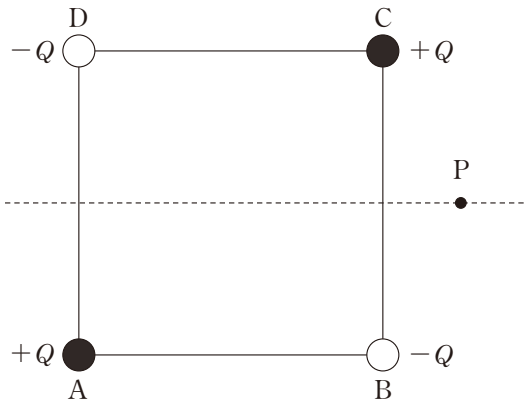
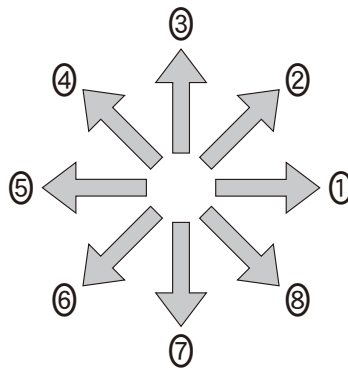


図 2



問 4 次の文章中の空欄 **ア** ~ **ウ** に入れる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 **4**

単原子分子理想気体では、気体分子の平均運動エネルギーは絶対温度に **ア** し、 **イ** 。分子の平均の速さの目安となる 2 乗平均速度は、同じ温度のヘリウム(He)とネオン(Ne)では、 **ウ** 。

	ア	イ	ウ
①	比 例	分子量によらない	ヘリウムの方が大きい
②	比 例	分子量によらない	同じになる
③	比 例	分子量とともに大きくなる	ネオンの方が大きい
④	比 例	分子量とともに大きくなる	同じになる
⑤	反比例	分子量によらない	ヘリウムの方が大きい
⑥	反比例	分子量によらない	同じになる
⑦	反比例	分子量とともに大きくなる	ネオンの方が大きい
⑧	反比例	分子量とともに大きくなる	同じになる

物 理

問 5 点 O を中心とする半径 3.0 cm の一様な厚さの円板がある。図 3 のように、点 O' を中心とし、その円板に内接する半径 2.0 cm の円板 A を切り取った。残った物体 B (灰色の部分) の重心を G とする。直線 $O'O$ 上にある重心 G の位置と、 OG 間の距離の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 5

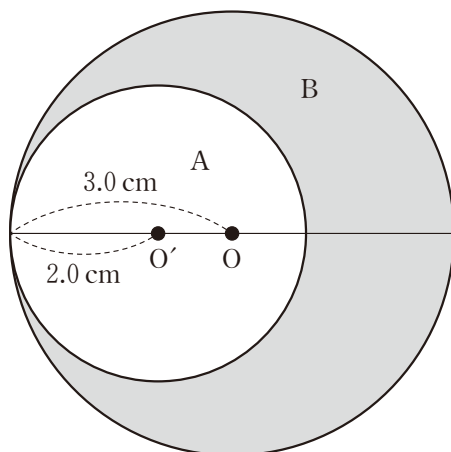


図 3

	重心 G の位置	OG 間の距離 [cm]
①	点 O の右側	0.4
②	点 O の右側	0.8
③	点 O の右側	1.2
④	点 O の右側	2.2
⑤	点 O の左側	0.4
⑥	点 O の左側	0.8
⑦	点 O の左側	1.2
⑧	点 O の左側	2.2

物 理

第 2 問 (必答問題)

次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～4)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 20)

A 図1のように、電圧 V の直流電源、抵抗値 R の抵抗、電気容量 C のコンデンサーおよびスイッチを接続した。はじめスイッチは開いており、コンデンサーに電荷は蓄えられていない。ただし、図1中の矢印の向きを電流 I の正の向きとする。

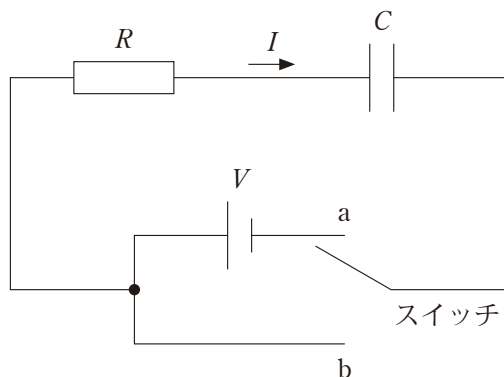
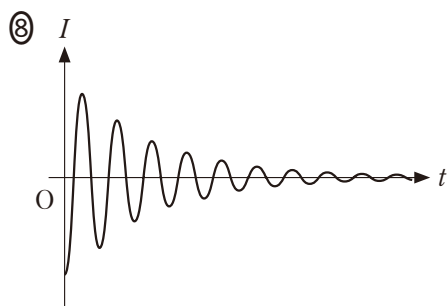
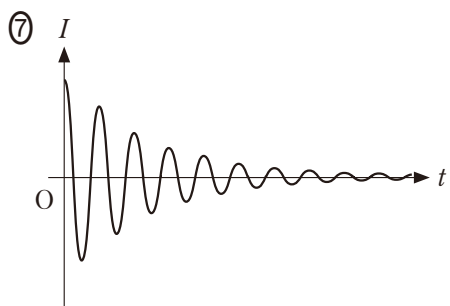
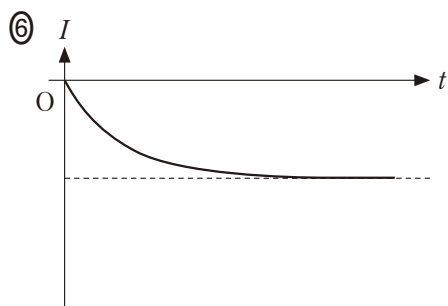
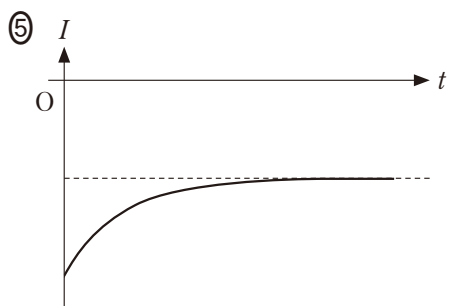
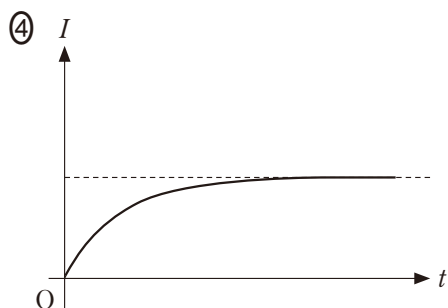
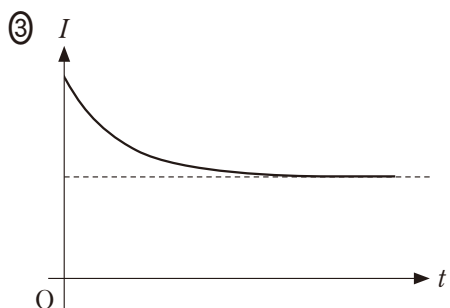
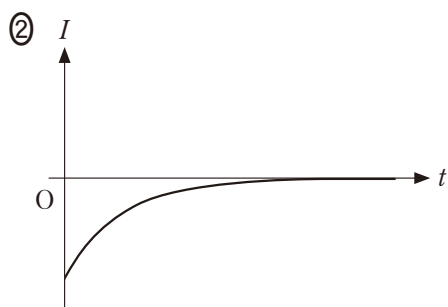
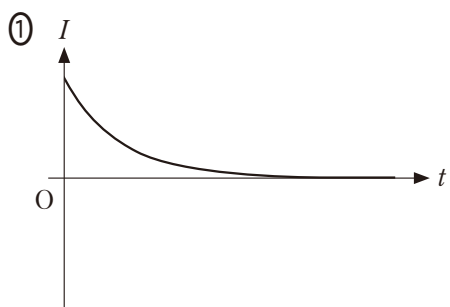


図 1

問 1 時刻 $t = 0$ にスイッチを a 側に入れた。電流 I と時刻 t の関係を表すグラフとして最も適当なものを、次ページの①～③のうちから一つ選べ。



物 理

問 2 スイッチを a 側に入れてから十分に長い時間が経過した後、スイッチを b 側に入れた。スイッチを b 側に入れてから電流が流れなくなるまでの間に、抵抗で発生するジュール熱を表す式として正しいものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

① $\frac{V}{R}$

② $\frac{V}{2R}$

③ $\frac{V^2}{R}$

④ $\frac{V^2}{2R}$

⑤ CV

⑥ $\frac{CV}{2}$

⑦ CV^2

⑧ $\frac{CV^2}{2}$

物 理

B 図2のように、鉛直上向きに y 軸をとり、 $y \leq 0$ の領域に、磁束密度の大きさ B の一様な磁場(磁界)を紙面に垂直に裏から表の向きにかけた。この磁場領域の鉛直上方から、細い金属線でできた1巻きの長方形コイル $abcd$ を、辺 ab を水平にして落下させる。コイルの質量は m 、抵抗値は R 、辺の長さは w と l である。

コイルをある高さから落とすと、辺 ab が $y = 0$ に到達してから辺 cd が $y = 0$ に到達するまでの間、一定の速さで落下した。ただし、コイルは回転も変形もせず、コイルの面は常に紙面に平行とし、空気の抵抗および自己誘導の影響は無視できるものとする。

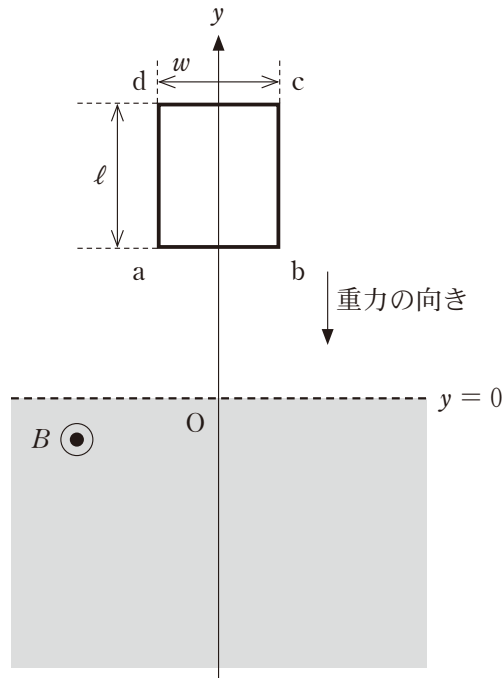
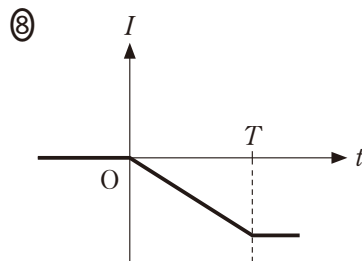
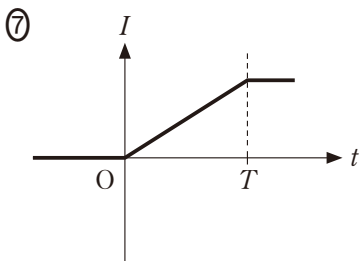
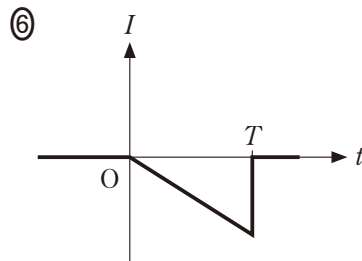
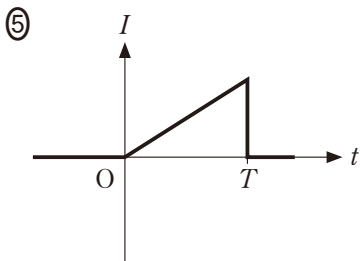
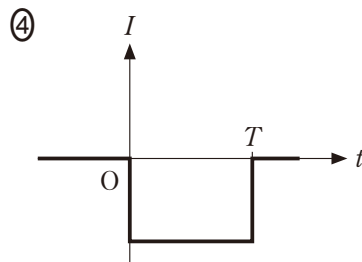
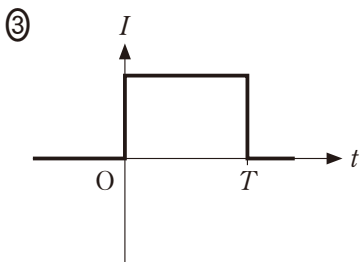
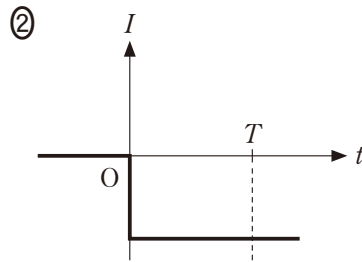
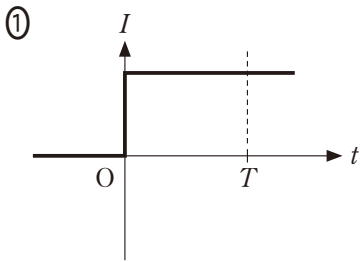


図 2

問 3 コイルに流れる電流 I と時刻 t の関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、コイルの辺 ab が $y = 0$ に到達する時刻を $t = 0$ 、辺 cd が $y = 0$ に到達する時刻を $t = T$ とし、 $abcda$ の向きを電流の正の向きとする。 3



物 理

問 4 時刻 $t = 0$ と $t = T$ の間で、コイルが落下する一定の速さ v を表す式として正しいものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを g とする。 $v =$

① $\frac{mgR}{B^2w}$ ② $\frac{mgR}{B^2\ell^2}$ ③ $\frac{mgR}{B^2\ell w}$ ④ $\frac{mgR}{B^2w^2}$

⑤ $\frac{mgR}{Bw}$ ⑥ $\frac{mgR}{B\ell^2}$ ⑦ $\frac{mgR}{B\ell w}$ ⑧ $\frac{mgR}{Bw^2}$

物 理

第 3 問 (必答問題)

次の文章(A・B)を読み, 下の問い(問 1 ~ 5)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 20)

A 正弦波とその重ね合わせについて考える。

問 1 x 軸の正の向きに正弦波が進行している。図 1 は, 時刻 t [s] が 0 s と 0.1 s のときの, 位置 x [m] と媒質の変位 y [m] の関係を表している。時刻 $t (t \geq 0)$ における $x = 0$ m での媒質の変位が

$$y = 0.1 \sin\left(2\pi \frac{t}{T} + \alpha\right)$$

と表されるとき, T [s] と α [rad] の数値の組合せとして最も適当なものを, 下の①~⑧のうちから一つ選べ。

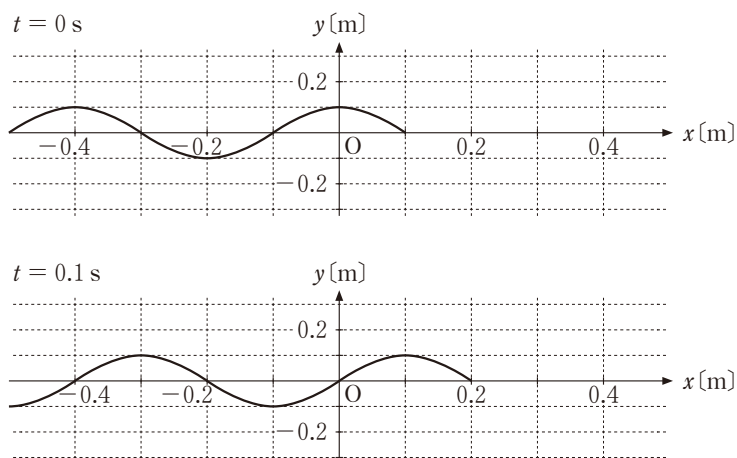


図 1

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
T	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4
α	0	$\frac{\pi}{2}$	π	$\frac{3\pi}{2}$	0	$\frac{\pi}{2}$	π	$\frac{3\pi}{2}$

問 2 次の文章中の空欄 **ア** ・ **イ** に入れる数値と語の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **2**

x 軸の正の向きに進行してきた波(入射波)は、 $x = 1.0 \text{ m}$ の位置で反射して逆向きに進み、入射波と反射波の合成波は定常波となる。図 2 は、ある時刻における入射波の波形を実線で、反射波の波形を破線で表している。 $-0.2 \text{ m} \leq x \leq 0.2 \text{ m}$ における定常波の節の位置をすべて表すと、 $x =$ **ア** m である。また、入射波は $x = 1.0 \text{ m}$ の位置で **イ** 反射している。

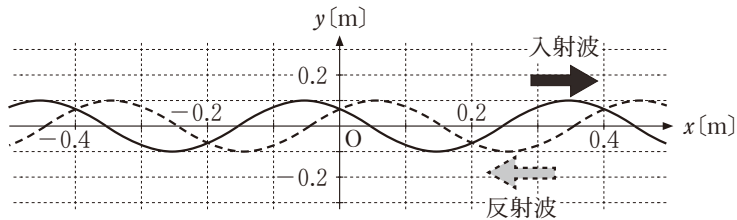


図 2

	ア	イ
①	-0.1, 0.1	固定端
②	-0.1, 0.1	自由端
③	-0.2, 0, 0.2	固定端
④	-0.2, 0, 0.2	自由端
⑤	-0.2, -0.1, 0, 0.1, 0.2	固定端
⑥	-0.2, -0.1, 0, 0.1, 0.2	自由端

物 理

問 3 両端を固定した弦の振動を考える。基本振動の周期は T であり、図 3 には時刻 $t = 0$ から $t = \frac{4T}{8}$ までの基本振動、2 倍振動、およびそれらの合成波の様子を、 $\frac{T}{8}$ ごとに示している。時刻 $t = \frac{5T}{8}$ でのそれぞれの波形を表す図 4 の記号(a)~(f)の組合せとして最も適当なものを、次ページの①~⑧のうちから一つ選べ。ただし、図 3 と図 4 の破線と破線の間隔は、すべて等しい。

3

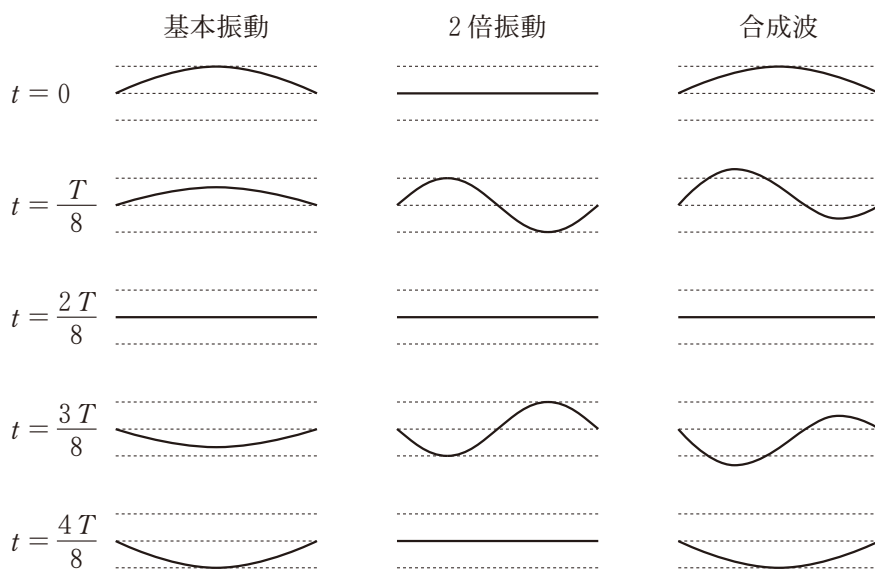


図 3

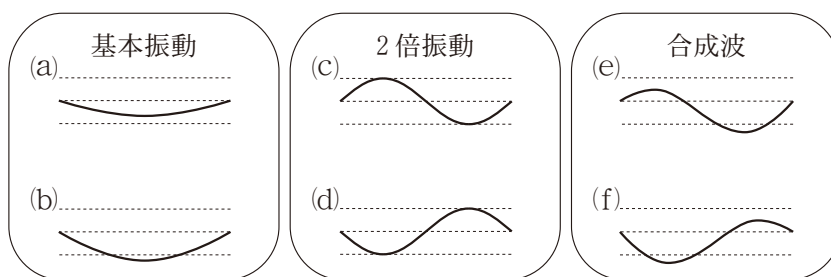


図 4

	基本振動	2 倍振動	合成波
①	(a)	(c)	(e)
②	(a)	(c)	(f)
③	(a)	(d)	(e)
④	(a)	(d)	(f)
⑤	(b)	(c)	(e)
⑥	(b)	(c)	(f)
⑦	(b)	(d)	(e)
⑧	(b)	(d)	(f)

物 理

B 図5のように、真空中で2枚の平面ガラス板A、Bの向かい合う面 A_1 と面 B_1 を平行に配置した。ガラス板Aの左側からレーザー光を面 A_1 と面 B_1 に垂直に入射させた。このとき、ガラス板AとBを直接透過する光と、面 B_1 と面 A_1 で1回ずつ反射した後ガラス板Bを透過する光とが干渉する。ただし、ガラスの屈折率は1より大きいとする。また、面 A_1 と面 B_1 以外での反射は考えないものとする。

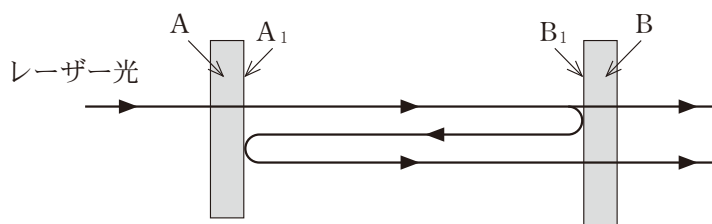


図 5

問 4 次の文章中の空欄 ・ に入れる語句の組合せとして最も適当なものを、次ページの①～⑥のうちから一つ選べ。

真空中を進んできた光がガラス面で1回反射するとき、位相は 。
レーザー光の波長を λ に固定し、図5の面 A_1 と面 B_1 の間隔を d にすると、ガラス板Bの右側で二つの透過光は干渉し強めあった。次に、干渉した光の強度を測定しながら、間隔を d から $d + \frac{\lambda}{2}$ に徐々に変化させると、二つの透過光は 。

	ウ	エ
①	変化しない	一度弱めあった後強めあう
②	変化しない	しだいに弱めあう
③	変化しない	強めあったまま変化しない
④	π だけ変化(反転)する	一度弱めあった後強めあう
⑤	π だけ変化(反転)する	しだいに弱めあう
⑥	π だけ変化(反転)する	強めあったまま変化しない

物 理

問 5 次の文章中の空欄 ・ に入れる式および数値として最も適当なものを、下のそれぞれの解答群から一つずつ選べ。

面 A_1 と面 B_1 の間隔を $d = 0.10 \text{ m}$ に固定して、振動数 f のレーザー光を入射すると、ガラス板 B の右側で二つの透過光が干渉して強めあった。このとき、真空中の光の速さ c と正の整数 m を用いて $f =$ が成り立つ。次に、レーザー光の振動数を f から $f + \Delta f$ まで徐々に大きくしたところ、二つの透過光は一度弱めあったのち再び強めあった。このとき、 $\Delta f =$ Hz である。ただし、 $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ とする。

の解答群

- | | |
|--------------------|---|
| ① $m \frac{c}{4d}$ | ② $\left(m + \frac{1}{2}\right) \frac{c}{4d}$ |
| ③ $m \frac{c}{2d}$ | ④ $\left(m + \frac{1}{2}\right) \frac{c}{2d}$ |

の解答群

- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① 7.5×10^7 | ② 7.5×10^8 | ③ 7.5×10^9 |
| ④ 1.5×10^7 | ⑤ 1.5×10^8 | ⑥ 1.5×10^9 |

物 理

第 4 問 (必答問題)

次の文章(A・B)を読み, 下の問い(問 1 ~ 5)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 20)

A ばね定数 k の軽いばねの一端に質量 m の小物体を取り付け, あらい水平面上に置き, ばねの他端を壁に取り付けた。図 1 のように x 軸をとり, ばねが自然の長さのときの小物体の位置を原点 O とする。ただし, 重力加速度の大きさを g , 小物体と水平面の間の静摩擦係数を μ , 動摩擦係数を μ' とする。また, 小物体は x 軸方向にのみ運動するものとする。

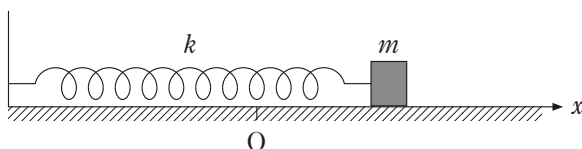


図 1

問 1 小物体を位置 x で静かに放したとき, 小物体が静止したままであるような, 位置 x の最大値 x_M を表す式として正しいものを, 次の①~⑦のうちから一つ選べ。 $x_M =$

- ① $\frac{\mu mg}{2k}$ ② $\frac{\mu mg}{k}$ ③ $\frac{2\mu mg}{k}$ ④ 0
- ⑤ $\frac{\mu' mg}{2k}$ ⑥ $\frac{\mu' mg}{k}$ ⑦ $\frac{2\mu' mg}{k}$

問 2 次の文章中の空欄 **ア** ・ **イ** に入れる式の組合せとして正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 **2**

問 1 の x_M より右側で小物体を静かに放すと、小物体は動き始め、次に速度が 0 となったのは時間 t_1 が経過したときであった。この間に、小物体にはたらく力の水平成分 F は、小物体の位置を x とすると $F = -k(x - \text{ア})$ と表される。この力は、小物体に位置 **ア** を中心とする単振動を生じさせる力と同じである。このことから、時間 t_1 は **イ** とわかる。

	ア	イ
①	$\frac{\mu' mg}{2k}$	$\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$
②	$\frac{\mu' mg}{2k}$	$2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$
③	$\frac{\mu' mg}{2k}$	$\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$
④	$\frac{\mu' mg}{2k}$	$2\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$
⑤	$\frac{\mu' mg}{k}$	$\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$
⑥	$\frac{\mu' mg}{k}$	$2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$
⑦	$\frac{\mu' mg}{k}$	$\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$
⑧	$\frac{\mu' mg}{k}$	$2\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$

物 理

B 図 2(a)のように、熱をよく伝える材料でできたシリンダーの端に断面積 S のなめらかに動くピストンがあり、ばね定数 k のばねが自然の長さで接続されている。ピストンの右側は常に真空になっている。次に栓を開いて、シリンダー内部に物質質量 n の単原子分子理想気体を入れて再び密閉したところ、図 2(b)のように、気体の圧力が p_0 、体積が V_0 、温度(絶対温度)が外の温度と同じ T_0 になった。ただし、気体定数を R とする。

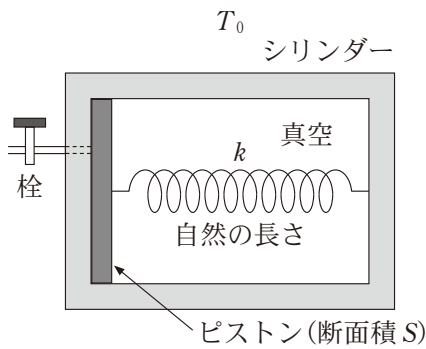


図 2(a)

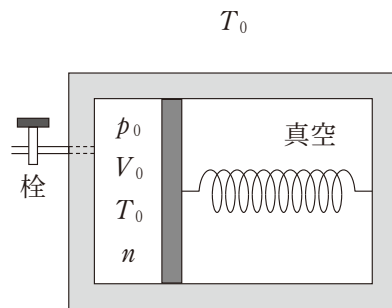


図 2(b)

問 3 図 2 (b) の状態で、ばね定数 k とばねに蓄えられたエネルギーを表す式の組合せとして正しいものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 3

	k	ばねのエネルギー
①	$\frac{p_0 V_0}{S}$	$\frac{1}{2} nRT_0$
②	$\frac{p_0 V_0}{S}$	nRT_0
③	$\frac{p_0 V_0}{S}$	$\frac{3}{2} nRT_0$
④	$\frac{p_0 S^2}{V_0}$	$\frac{1}{2} nRT_0$
⑤	$\frac{p_0 S^2}{V_0}$	nRT_0
⑥	$\frac{p_0 S^2}{V_0}$	$\frac{3}{2} nRT_0$
⑦	$\frac{p_0 S^2}{2 V_0}$	$\frac{1}{2} nRT_0$
⑧	$\frac{p_0 S^2}{2 V_0}$	nRT_0
⑨	$\frac{p_0 S^2}{2 V_0}$	$\frac{3}{2} nRT_0$

物 理

問 4 次に、図 3 のように、外の温度を T まで上昇させると、気体の圧力は p 、体積は V 、温度は T になった。このとき、気体の内部エネルギーの増加分 ΔU を表す式として正しいものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。

$$\Delta U = \boxed{4}$$

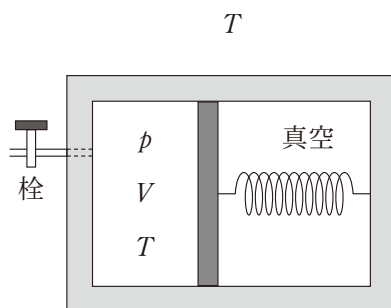
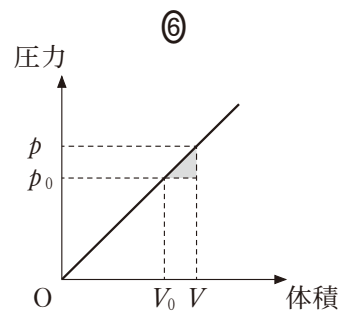
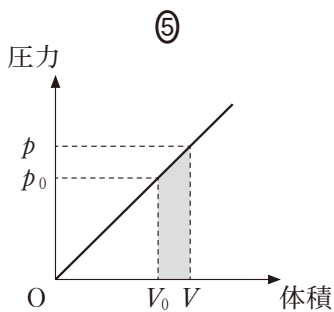
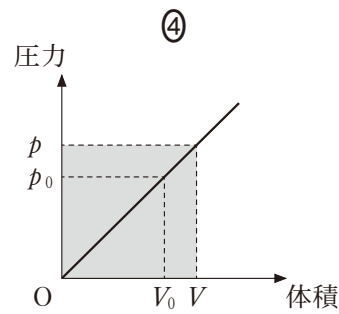
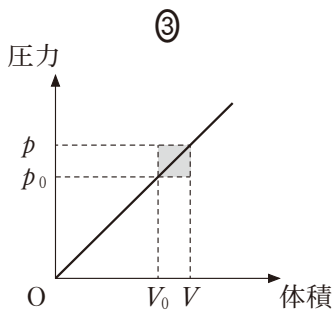
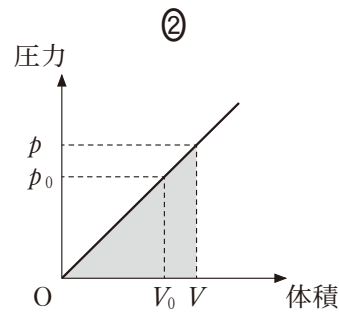
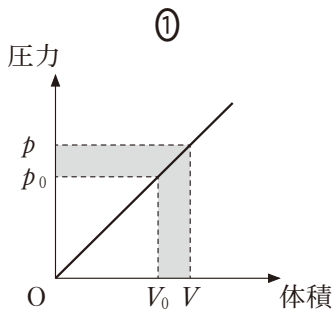


図 3

- | | | |
|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|
| ① $\frac{1}{2} nRT$ | ② nRT | ③ $\frac{3}{2} nRT$ |
| ④ $\frac{1}{2} nRT_0$ | ⑤ nRT_0 | ⑥ $\frac{3}{2} nRT_0$ |
| ⑦ $\frac{1}{2} nR(T - T_0)$ | ⑧ $nR(T - T_0)$ | ⑨ $\frac{3}{2} nR(T - T_0)$ |

問 5 問 3・問 4 において、気体の圧力と体積がそれぞれ p_0, V_0 から p, V に変化したときに、気体がした仕事を考える。その仕事の大きさは、気体の圧力と体積の関係を表すグラフにおける面積で表される。この面積を灰色部分で示したものとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

5



第 5 問 (選択問題)

太陽を周回する惑星の運動に関する次の文章を読み、下の問い(問 1 ~ 3)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 15)

惑星が太陽に最も近づく点を近日点、最も遠ざかる点を遠日点と呼ぶ。図 1 のように、太陽からの惑星の距離と惑星の速さを、近日点で r_1 , v_1 , 遠日点で r_2 , v_2 とする。また、太陽の質量、惑星の質量、万有引力定数をそれぞれ M , m , G とする。

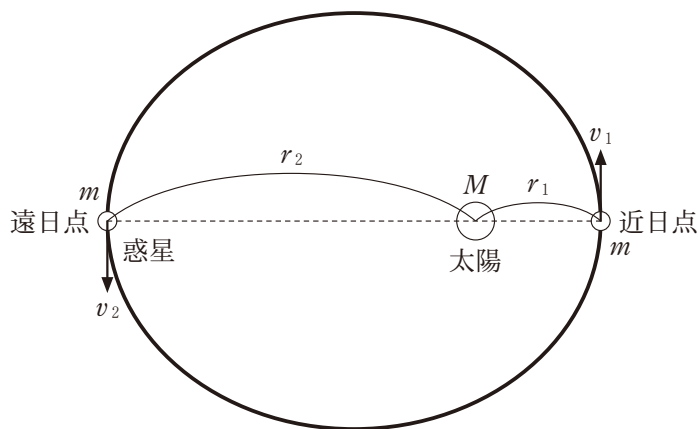


図 1

問 1 惑星の運動については「惑星と太陽とを結ぶ線分が一定時間に通過する面積は一定である」というケプラーの第二法則(面積速度一定の法則)が成り立つ。これから得られる関係式として正しいものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。

① $\frac{r_1}{Mv_1} = \frac{r_2}{mv_2}$

② $mr_1v_1 = Mr_2v_2$

③ $\frac{r_1}{mv_1} = \frac{r_2}{Mv_2}$

④ $Mr_1v_1 = mr_2v_2$

⑤ $\frac{r_1}{v_1} = \frac{r_2}{v_2}$

⑥ $r_1v_1 = r_2v_2$

問 2 図 2 の(a)~(d)の曲線のうち、太陽からの惑星の距離 r と惑星の運動エネルギーの関係を表すものはどれか。また、距離 r と万有引力による位置エネルギーの関係を表すものはどれか。その組合せとして最も適当なものを、下の ①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、万有引力による位置エネルギーは、無限遠で 0 とする。 2

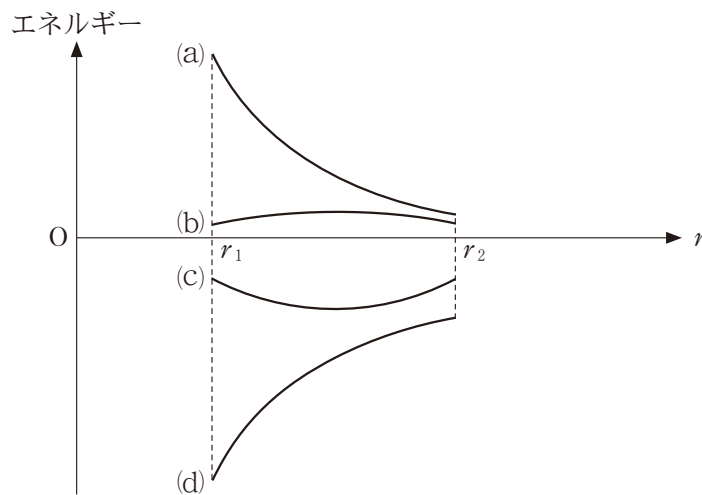


図 2

	運動エネルギー	位置エネルギー
①	(a)	(b)
②	(a)	(c)
③	(a)	(d)
④	(b)	(a)
⑤	(b)	(c)
⑥	(b)	(d)

物 理

問 3 次の文章中の空欄 ・ に入れる式と語の組合せとして最も適当なものを、次ページの①～⑧のうちから一つ選べ。

惑星の軌道が円である場合と、^{だえん}楕円である場合の力学的エネルギーについて考える。図3の軌道Aのように、惑星が半径 r の等速円運動をすると、その速さは $v =$ となる。一方、軌道Bのように、近日点での太陽からの距離が r となる楕円運動の場合、惑星の力学的エネルギーは、軌道Aの場合の力学的エネルギーに比べて 。

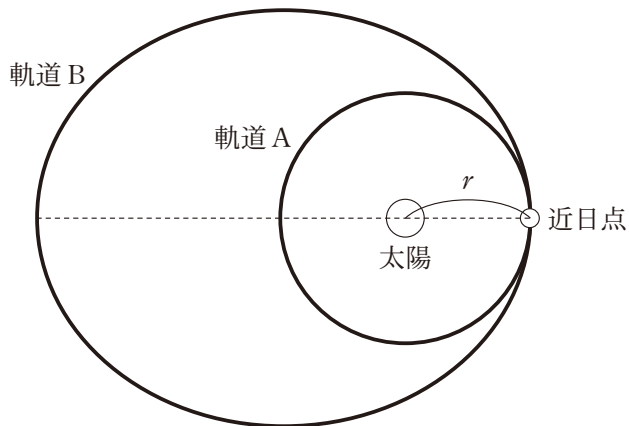


図 3

	ア	イ
①	$m \sqrt{\frac{G}{Mr}}$	大きい
②	$m \sqrt{\frac{G}{Mr}}$	小さい
③	$M \sqrt{\frac{G}{mr}}$	大きい
④	$M \sqrt{\frac{G}{mr}}$	小さい
⑤	$\sqrt{\frac{Gm}{r}}$	大きい
⑥	$\sqrt{\frac{Gm}{r}}$	小さい
⑦	$\sqrt{\frac{GM}{r}}$	大きい
⑧	$\sqrt{\frac{GM}{r}}$	小さい

物 理 第5問・第6問は、いずれか1問を選択し、解答しなさい。

第6問 (選択問題)

原子核と素粒子に関する次の問い(問1～3)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 15)

問1 宇宙を構成している原子核と素粒子に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 原子核の内部では、正の電荷をもった陽子と負の電荷をもった中性子がクーロン力によって結びついている。
- ② ばらばらの状態にある陽子6個と中性子6個の質量の和は、 $^{12}_6\text{C}$ の原子核の質量よりも大きい。
- ③ 陽子の内部ではクォークが2個結びついており、クォークの内部では電子とニュートリノが1個ずつ結びついている。
- ④ 素粒子であるクォークは電荷をもたず、電氣的に中性である。
- ⑤ 自然界に存在する基本的な力は、重力、弱い力、強い力の3種類であると考えられている。

問 2 次の文中の空欄 **ア** ・ **イ** に入れる数値の組合せとして正しいものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。 **2**

${}^{238}_{92}\text{U}$ は、 **ア** 回の α 崩壊と **イ** 回の β 崩壊 (β^- 崩壊ともいう) によって、安定な ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ に変化する。

	ア	イ
①	32	26
②	32	10
③	32	6
④	16	26
⑤	16	10
⑥	16	6
⑦	8	26
⑧	8	10
⑨	8	6

物 理

問 3 次の文章中の空欄 ・ に入れる記号と数値の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。

放射能をもつ原子核が崩壊する確率は、その原子核の数や生成されてからの時間には関係がないので、原子核の数が減少する様子は、さいころを使った次の簡単な模擬実験で再現できる。

さいころを 1000 個用意し、それぞれを原子核とみなす。すべてのさいころを同時にふって、1 の目が出たさいころを崩壊した原子核と考えて取り除き、残ったさいころの個数を記録する。以後、残ったさいころをふって 1 の目が出たさいころを取り除く操作を 1 分ごとに繰り返す。さいころの個数と時間の関係をグラフに表すと、図 1 の が得られた。

この実験結果は、実際の原子核の崩壊の様子をよく表している。はじめに放射能をもつ原子核が 1000 個あったとき、それが 500 個に減少するのにかかる時間を T とすると、はじめから $2T$ の時間が経過した時の原子核数は約 個となることがわかる。

	ウ	エ
①	(a)	250
②	(a)	50
③	(a)	0
④	(b)	250
⑤	(b)	50
⑥	(b)	0
⑦	(c)	250
⑧	(c)	50
⑨	(c)	0

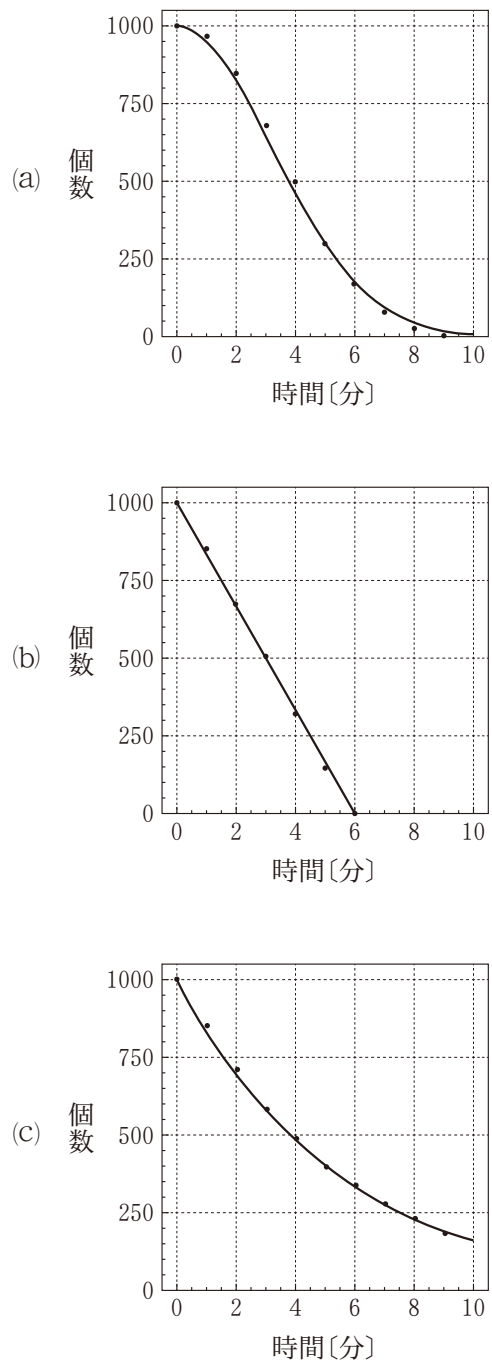


図 1