

平成22年度 理 科

科目の選択方法

教育学部の受験者

届け出た1科目を解答すること。

理学部の受験者

各受験コースで指定された科目を解答すること。

医学部の受験者

物理Ⅰ・物理Ⅱ（物理）と、化学Ⅰ・化学Ⅱ（化学）を解答すること。

工学部の受験者

機械工学科，電気電子工学科を受験する者は，物理Ⅰ・物理Ⅱ（物理）を解答すること。

環境建設工学科，機能材料工学科，応用化学科，情報工学科を受験する者は，物理Ⅰ・物理Ⅱ（物理），化学Ⅰ・化学Ⅱ（化学）のいずれか1科目を解答すること。

農学部の受験者

届け出た1科目を解答すること。

注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 出題科目及びページは，下表のとおりです。

出 題 科 目	ページ
物理Ⅰ・物理Ⅱ（物理）	1～13
化学Ⅰ・化学Ⅱ（化学）	14～23
生物Ⅰ・生物Ⅱ（生物）	24～35
地学Ⅰ・地学Ⅱ（地学）	36～45

- 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，手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 解答は，すべて解答用紙の指定のところに記入しなさい。

物理Ⅰ・物理Ⅱ（物理）

教育学部，理学部，工学部および農学部受験者は，1～4を解答すること。
医学部受験者は，1と3を解答すること。

- 1 図1のように、傾きの角が 30° のなめらかな斜面 CD 上に質量 $2m$ の小さな物体 A がある。この物体 A を高さ h の場所から静かに離すと斜面上をすべり落ちた後、なめらかな水平面上を運動し、水平面上の点 E にある質量 m の小さな物体 B と衝突した。物体 B は、鉛直線上真上の点 O と長さ l の軽い棒で連結されており、棒は点 O のまわりをなめらかに回転できるようになっている。重力加速度の大きさを g とし、摩擦や空気抵抗は無視する。

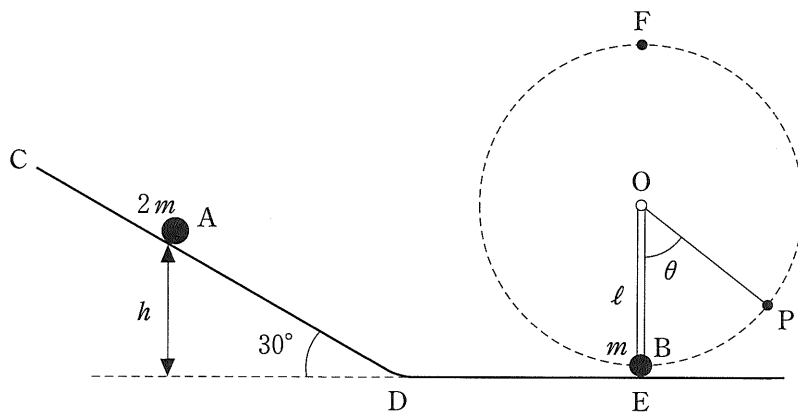


図1

- 問1 物体 A が斜面 CD 上にあるとき、以下の問いに答えなさい。
- (1) 物体 A が斜面から受ける垂直抗力の大きさはいくらか。
 - (2) 物体 A が斜面をすべり落ちるときの加速度の大きさはいくらか。
 - (3) 物体 A が動き始めてから点 D に達するまでの時間はいくらか。
 - (4) 物体 A が点 D に達したときの速さはいくらか。
- 問2 物体 A と物体 B は弾性衝突するものとして、以下の問いに答えなさい。
ただし、右方向を正とする。
- (1) 衝突後の物体 A の速度はいくらか。
 - (2) 衝突直後の物体 B の速度はいくらか。
 - (3) 衝突時に物体 A が受ける力積はいくらか。

問 3 点 O を中心とする半径 l の円周上に任意の点 P をとり、 OP と OE のなす角を θ とする。衝突後の物体 B の運動について、以下の問いに答えなさい。

- (1) 衝突直後の物体 B の角速度はいくらか。
- (2) 物体 B が、円周上の最高点 F に達するためには、物体 A の最初の高さ h はいくら以上必要か。
- (3) 物体 B が点 P にあるとき、物体が棒から受ける力はいくらか。ただし、 P から O に向かう方向を力の正方向とする。
- (4) 棒に代えて軽い糸で物体 B と点 O を連結した場合、物体 B が点 F まで達するためには、 h はいくら以上必要か。

2

次の設問に答えなさい。

I 図1のように、2枚の金属板からなる極板間隔 d [m] の平行板コンデンサーが真空中に置かれている。極板 A, B に与えられた電荷の量は、それぞれ $+Q$ [C] と $-Q$ [C] で、極板 B は接地されている。これを初期状態と呼ぶことにする。極板の端部周辺の電場の乱れはないものとする。

問1 図2のように、AB間の中央に厚さ $d/3$ の帯電していない金属板を、極板 A, B と平行に挿入する。 x 軸方向の位置と電場の強さ、および電位との関係を示すグラフを以下の解答群から選び、(ア)~(シ)の記号で答えなさい。ただし、すべてのグラフの横軸は、図2の x 軸に相当し、縦軸は電場の強さ、または電位とする。

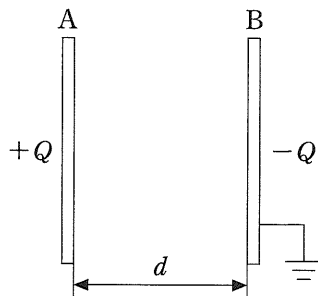


図1

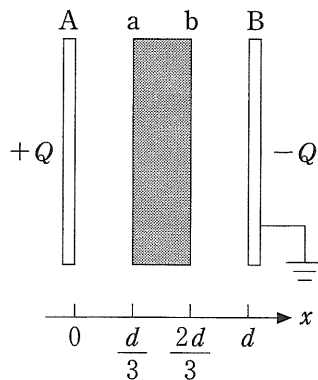
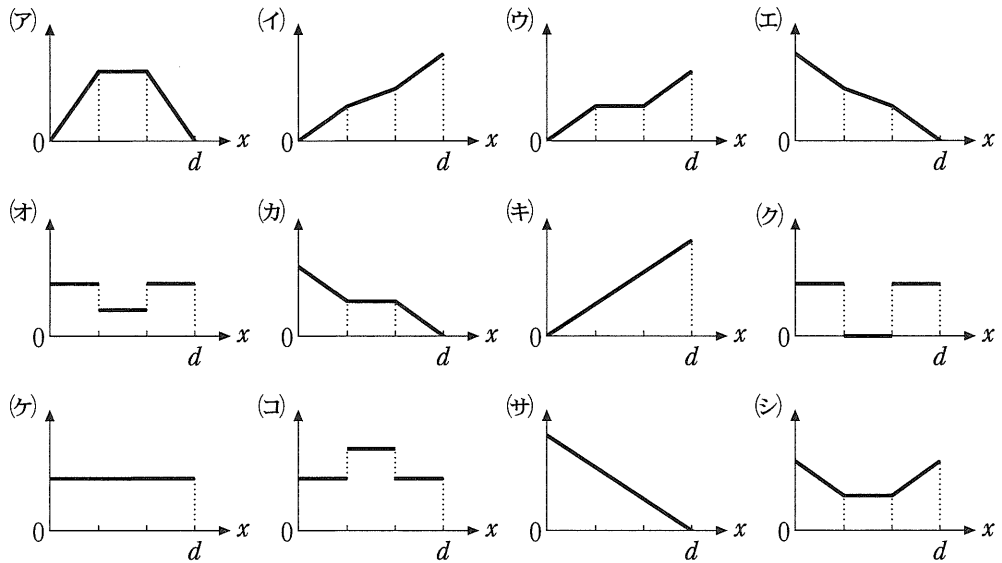


図2



解答群

問 2 金属板を極板間から取り出した後、厚さ $d/3$ で比誘電率 $\epsilon_r = 2$ の誘電体板を、同じく図 2 のように、AB 間の中央に極板 A, B と平行に挿入する。この場合の、 x 軸方向の位置と電場の強さ、および電位との関係を示すグラフを解答群から選び、(ア)~(シ)の記号で答えなさい。

問 3 図 1 の初期状態における AB 間の電位差を V_0 [V] とする。誘電体板を挿入したときの、Aa 間の電位差 V_{Aa} [V]、ab 間の電位差 V_{ab} [V]、bB 間の電位差 V_{bB} [V] は、それぞれ V_0 の何倍か答えなさい。

問 4 誘電体板を挿入したときのコンデンサーの電気容量は、初期状態の電気容量の何倍になっているか答えなさい。

問 5 図 1 の初期状態でコンデンサーに蓄えられていた静電エネルギーを U_0 、誘電体板を挿入したときの静電エネルギーを U_1 とする。

初期状態での電気容量を C_0 [F] として、静電エネルギーの変化量 $\Delta U = U_1 - U_0$ を、 Q と C_0 で表しなさい。

問 6 誘電体板が極板の途中まで挿入された図3のような状態のとき、誘電体板にどのような力が働いているかについて、以下の記述から適当なもの一つを選び、(a)、(b)、(c)の記号で答えなさい。ただし、重力の影響は無視する。

- (a) 誘電体板には何の力も作用していない。
- (b) 誘電体板を極板間の外へ追い出そうとする力が働いている。
- (c) 誘電体板を極板間の中へもっと引き込もうとする力が働いている。

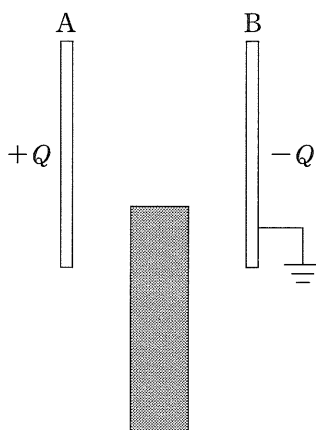


図 3

II 次の文章の の中に適当な文字，式または数値を入れなさい。

磁束線が鉛直下向きで磁束密度が B [Wb/m²] の一様な磁場がある。この磁場の中に，2本の導線を図4のように水平に l [m] の間隔で平行に置く。導線的一端 a および d には R [Ω] の抵抗が結ばれている。これらの導線の上に，直角に抵抗のない導体棒 bc をわたし，一定の速さ v [m/s] で右方向に移動させる。このとき，回路 abcd 内には (1) [V] の誘導起電力が生じ a → (2-i) → c → (2-ii) → a の向きに (3) [A] の誘導電流が流れる。この電流と磁場が作用して，導体棒は動く方向と (4) 向きに大きさ (5) [N] の力を磁場から受ける。したがって，導体棒に加える仕事率は (6) [W] となる。一方，この誘導電流により (7) [W] の電力が ad 間の抵抗で消費される。

たとえば， $l = 0.2$ m， $R = 200$ Ω， $v = 0.5$ m/s のとき，回路 abcd の電流を測定して 1 mA であったとすれば，磁束密度の大きさは (8) Wb/m² である。

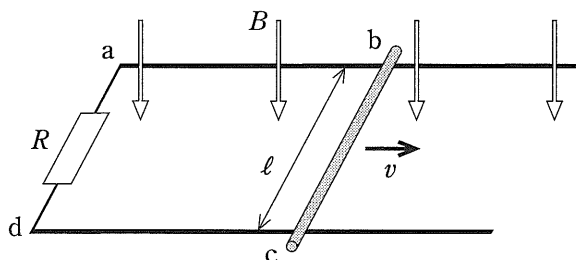


図4

3

次の設問に答えなさい。

I x 軸上を正の向きに正弦波状の横波が進んでいる。図1はある時刻における変位のグラフで、位置 x [m]と変位 y [m]との関係を示している。また、図2はある位置での時刻 t [s]と変位 y との関係を示している。

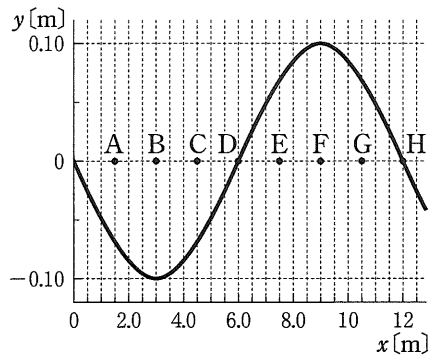


図1

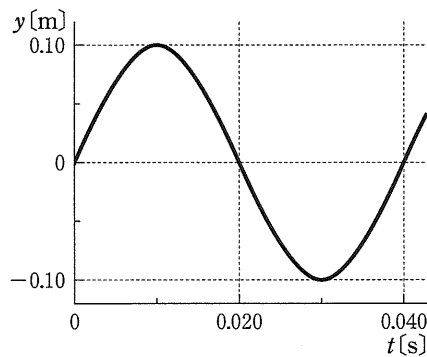


図2

問1 この波の速さを求めなさい。

問2 図1を $t = 0$ のときの波形とすると、図2のような時間と変位の関係となる点はどこか。A~Hの記号で答えなさい。

問3 図1の状態の後、点Aの位置に波の山が来るときの時刻を自然数 n ($n = 1, 2, 3, \dots$)を用いて表しなさい。

II 媒質 1 の中を進んできた平面波が、媒質 2 との境界面に入射している。境界面は平面で、媒質 1 中での波の速さは 240 m/s、媒質 1 に対する媒質 2 の屈折率は 1.50 である。

問 1 屈折後の波の速さを求めなさい。

問 2 媒質 1 中での振動数が 1000 Hz のとき、媒質 1、2 中での波長をそれぞれ求めなさい。

問 3 入射角が 43° のとき、三角関数表(表 1)を利用して、屈折角を有効数字 2 桁で求めなさい。

表 1 三角関数表

角度	正弦 (sin)	余弦 (cos)	正接 (tan)	角度	正弦 (sin)	余弦 (cos)	正接 (tan)
0°	0.0000	1.0000	0.0000	23°	0.3907	0.9205	0.4245
1°	0.0175	0.9998	0.0175	24°	0.4067	0.9135	0.4452
2°	0.0349	0.9994	0.0349	25°	0.4226	0.9063	0.4663
3°	0.0523	0.9986	0.0524	26°	0.4384	0.8988	0.4877
4°	0.0698	0.9976	0.0699	27°	0.4540	0.8910	0.5095
5°	0.0872	0.9962	0.0875	28°	0.4695	0.8829	0.5317
6°	0.1045	0.9945	0.1051	29°	0.4848	0.8746	0.5543
7°	0.1219	0.9925	0.1228	30°	0.5000	0.8660	0.5774
8°	0.1392	0.9903	0.1405	31°	0.5150	0.8572	0.6009
9°	0.1564	0.9877	0.1584	32°	0.5299	0.8480	0.6249
10°	0.1736	0.9848	0.1763	33°	0.5446	0.8387	0.6494
11°	0.1908	0.9816	0.1944	34°	0.5592	0.8290	0.6745
12°	0.2079	0.9781	0.2126	35°	0.5736	0.8192	0.7002
13°	0.2250	0.9744	0.2309	36°	0.5878	0.8090	0.7265
14°	0.2419	0.9703	0.2493	37°	0.6018	0.7986	0.7536
15°	0.2588	0.9659	0.2679	38°	0.6157	0.7880	0.7813
16°	0.2756	0.9613	0.2867	39°	0.6293	0.7771	0.8098
17°	0.2924	0.9563	0.3057	40°	0.6428	0.7660	0.8391
18°	0.3090	0.9511	0.3249	41°	0.6561	0.7547	0.8693
19°	0.3256	0.9455	0.3443	42°	0.6691	0.7431	0.9004
20°	0.3420	0.9397	0.3640	43°	0.6820	0.7314	0.9325
21°	0.3584	0.9336	0.3839	44°	0.6947	0.7193	0.9657
22°	0.3746	0.9272	0.4040	45°	0.7071	0.7071	1.0000

Ⅲ 図3のように、船が振動数 f_0 [Hz]の汽笛を鳴らしながら海辺にある大きなビルの壁面に正対して一定の速さ v [m/s]で近づいている。ただし、空気中の音速 V [m/s]は一定とする。また、風はなく、船はビルから十分離れているものとする。

問1 ビルに向かって進んでくる音の波長はいくらか。

問2 ビルの中の人聞く音の振動数はいくらか。ただし、人はビルの中で窓をあけて静止している。

問3 船上に静止している人が聞く反射音の振動数はいくらか。

問4 この船に乗っている人には、直接音とビルからの反射音によるうなりが聞こえた。うなりの回数は毎秒いくらか。

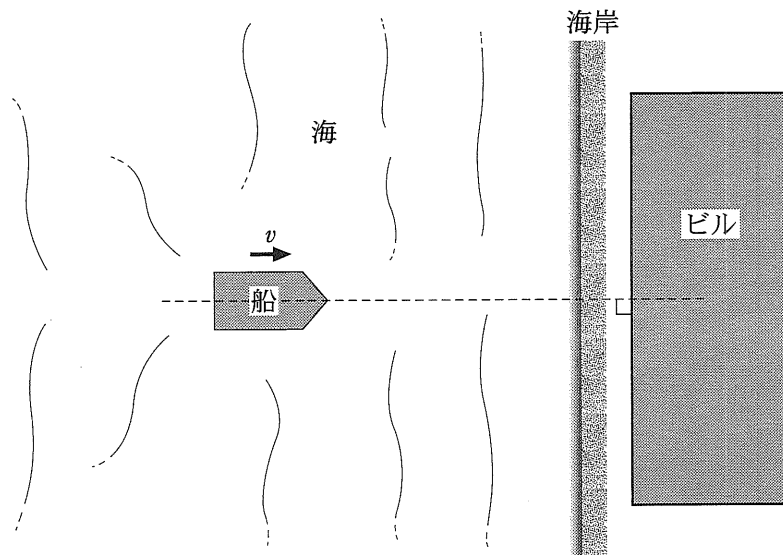


図3

物理の試験問題は次ページに続く。

- 4 1モルの気体について、体積を一定に保ったまま温度を1 K 高めるのに必要な熱量を定積モル比熱といい、圧力を一定に保った状態で温度を1 K 高めるのに必要な熱量を定圧モル比熱という。気体定数を $R[\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})]$ とすると、単原子分子の理想気体の定積モル比熱 $C_V[\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})]$ と定圧モル比熱 $C_P[\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})]$ について、 $C_V = \frac{3}{2}R$, $C_P = C_V + R$ の関係が成り立つ。また、一定量の理想気体の内部エネルギーは、その気体の絶対温度だけで決まることが知られている。

いま、図1のように、気圧一定の大気中にシリンダーが水平に置かれている。シリンダーの中には単原子分子の理想気体Aが1モル入っており、ピストンはなめらかに動くものとする。最初 27.0°C であった気体Aをゆっくり加熱して体積を1.20倍まで膨張させた。気体定数を $R = 8.31 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ 、絶対零度を -273°C とし、次の問いに有効数字3桁で答えなさい。なお、気体Aから逃げる熱は無視できるものとする。

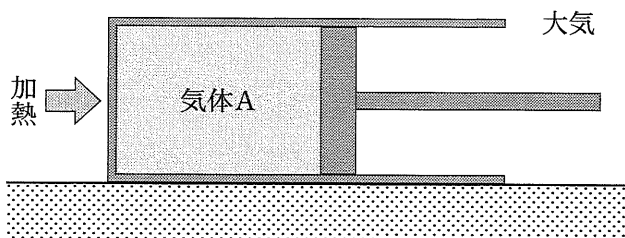


図1

- 問1 加熱後、気体Aの温度は何 $^\circ\text{C}$ になったか求めなさい。
- 問2 気体Aが吸収した熱量は何Jか求めなさい。
- 問3 気体Aの内部エネルギーの増加は何Jか求めなさい。
- 問4 気体Aが外にした仕事は何Jか求めなさい。
- 問5 気体Aが吸収した熱量の何%が仕事に変換されたか求めなさい。

化学の試験問題は次ページに続く。