令和３（２０２１）年度

広島大学光り輝き入試　総合型選抜

理学部　物理学科

筆記試験　問題

令和２年１１月２４日
自　１３時００分
至　１５時００分

答案作成上の注意

1. 試験開始の合図があるまでは、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の総ページ数は 11 ページです。
3. 解答用紙は 4 枚、下書き用紙は 3 枚です。解答は、すべて対応する番号の解答用紙の所定の解答欄（表面）に記入しなさい。
4. 受験番号は、すべての解答用紙の所定の場所に、必ず記入しなさい。
5. 配付した解答用紙は、持ち出してはいけません。
6. 試験終了後、問題冊子および下書き用紙は持ち帰りなさい。
7. 記載がある場合、解答用紙の注意事項も、よく読みなさい。

このページは空白です

[1]　以下の問 1～問 3 に答えよ。解答用紙には導き方や考え方も記せ。

問 1　関数 $f(x) = -x^3 - 6x^2 - 3x + 10$ に関して、以下の(1)～(3)に答えよ。

(1) $f(x) = 0$を満たす異なるxの値をa, b, cとするとき、$a^3 + b^3 + c^3$の値を求めよ。

(2) $f(x)$について、極値でのxと$f(x)$の値を求めよ。

(3) $y = f(x)$と直線 $y = 0$で囲まれた領域の面積を求めよ。

問 2　以下の(1)と(2)に答えよ。

(1) 関数 $\log(\sqrt[3]{x^2 e^{-2x^2}})$ をxで微分せよ。ただし、$\log$は自然対数とする。

(2) 不定積分 $\int(\sin^4 x - \cos^4 x)dx$ を求めよ。ただし、積分定数はCとする。

問 3　xy平面にある座標$(0, 6)$を中心とした半径3の円 C1 に関して、以下の(1)と(2)に答えよ。

(1) 円 C1 の方程式を示し、原点$(0, 0)$を通る円の接線の式を求めよ。

(2) xy平面に対して垂直にz軸があるxyz空間を考える。(1)で求めた接線上に母線があり、原点$(0, 0, 0)$が頂点、かつxz平面に対して平行に座標$(0, 6, 0)$を中心とする底面をもつ円錐がある。この円錐の表面積を求めよ。

[2]　次の英文を読み、以下の問 1～問 3 に答えよ。

著作権保護の観点から、公開していません。

C. Kittel, in *Introduction to Solid State Physics*, 8th ed., (Wiley, 2005), Chap. 10. (一部改変)

alloy : 合金、superconductivity : 超伝導、liquify : 液体にする、dc : 直流、attenuation : 減衰、finite : 有限の、irreversible : 不可逆の、flux : 流れ、bulk : バルク（かたまり）、diamagnet : 反磁性体、induction : 誘導・感応、eject : 追い出す、Meissner effect : マイスナー効果、characterization : 特徴づけ

著作権保護の観点から、公開していません。

Figure 1 Resistance in ohms of a specimen of mercury versus absolute temperature. This plot by Kamerlingh Onnes marked the discovery of superconductivity.

図１　超伝導体の電気抵抗の温度依存性

Figure 2 Meissner effect in a superconducting sphere cooled in a constant applied magnetic field; on passing below the transition temperature the lines of induction **B** are ejected from the sphere.

図２　マイスナー効果

問１　下線部(A)を和訳せよ。

問２　下線部(B)を和訳せよ。

問３　文章中にもあるように、超伝導は物質をある温度以下に冷却したときに起こりうるが、現在までに室温（常温）での超伝導は発見されていない。もし室温で超伝導を示す物質が発見された場合、技術的応用の可能性について、以下のキーワードを参考に 40～50 語程度の英文で述べよ。

キーワード：electric resistivity、Joule heat、electric power transmission、electricity storage、energy loss、waste heat

[3] 図１のように、水平面と角度θをなす固定されたなめらかな斜面がある。点Ｏから初速vで打ち上げられた質量mの質点は、水平面から高さhの点 A_0 でこの斜面と直角に衝突した。質点は、はじめのうちは弾み、やがて斜面に垂直な速さが0となり、斜面を滑るようになった。質点が点 A_0 に衝突した時刻を$t = 0$とし、点 A_0 と衝突後、質点が斜面とn回衝突した地点をA_n、その時刻をt_nとする。また、この斜面との反発係数をe（$0 < e < 1$)、重力加速度gを下向きとして、以下の(1)～(6)に答えよ。ただし、空気抵抗は無視できるものとし、紙面に垂直な方向の運動は考えないものとする。

(1) 点 A_0 に衝突する直前の速さv_0 を求めよ。ただし、v、m、g、e、h、θのうち必要なものを用いて表せ。（答えだけでよい。）

(2) 点 A_0 と点A_nの距離をx_nとすると、x_nはt_n^2に比例する。この時の比例定数をv、m、g、e、h、θのうち必要なものを用いて表せ。（答えだけでよい。）

(3) 時刻t_1をv、m、g、e、h、θのうち必要なものを用いて表せ。(導き方や考え方も記せ。)

(4) $(t_{n+2} - t_{n+1})/(t_{n+1} - t_n)$ の値をv、m、g、e、h、θのうち必要なものを用いて表せ。(導き方や考え方も記せ。)

(5) 質点が滑り出す時刻をt_∞とすると、この時刻をv、m、g、e、h、θのうち必要なものを用いて表せ。(導き方や考え方も記せ。)

(6) 質点が打上げられてから斜面を滑るようになるまでに失った力学的エネルギーを求めよ。ただし、v、m、g、e、h、θのうち必要なものを用いて表せ。（答えだけで良い。）

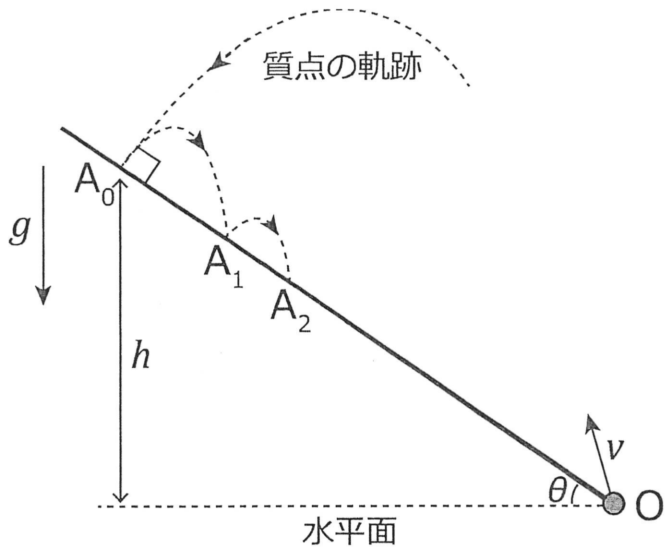


図 1

[4]　以下の問１と問２に答えよ。

問１　点電荷の作る電場（電界）を考えよう。図１に示すようなxy平面上のx軸上の

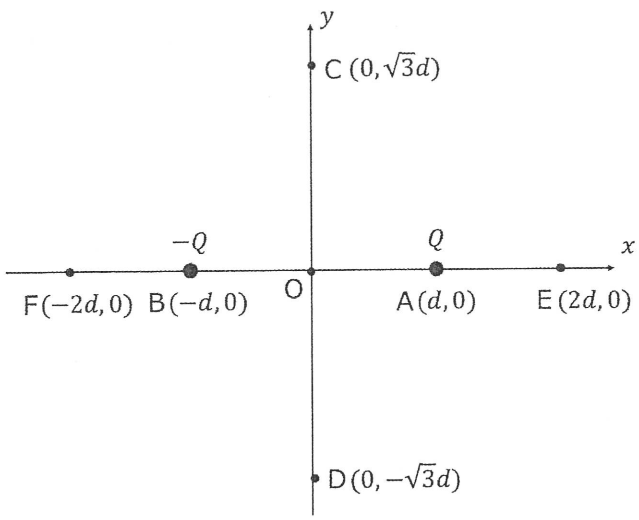


図１

２つの点ＡとＢにそれぞれ$+Q$の点電荷と$-Q$の点電荷を置く。ここで$Q > 0$である。このときの電場を原点Ｏ、点Ｃ、Ｄ、Ｅ、Ｆで観測する。なお、各点のxy座標は図１の括弧内に示してある。ここで$d > 0$である。以下の（１）と（２）に答えよ。

(1) 原点Ｏ、点Ｃ、Ｄ、Ｅ、Ｆそれぞれにおける電場の向きを以下の(a)～(e)の中から選んで解答せよ。

(a) x軸の正の向き

(b) x軸の負の向き

(c) y軸の正の向き

(d) y軸の負の向き

(e) 上記以外の向き

(2) 点Ｃの電場の大きさは原点Ｏの電場の大きさの何倍か答えよ。（導き方や考え方も記せ。）

問 2　無限に長い直線電流の作る磁場（磁界）を考えよう。図 2a に示すとおり、2 つの直線電流がそれぞれx軸上の点 A と B を通りz軸に平行に流れているとする。2 つの電流の大きさはどちらもIであるが、点 A を通過する電流はz軸の正の向きに、また点 B を通過する電流は負の向きに流れているとする。点 A、B の座標は図 2a の括弧内に示してある。ここで$d > 0$である。以下の（1）～（4）に答えよ。

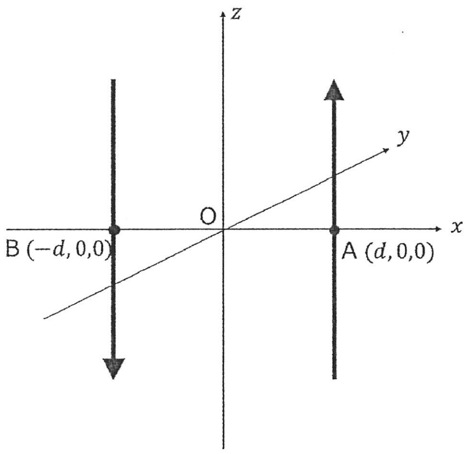


図 2a

(1) 図 2b は図 2a をz軸正の側から見た図である。磁場を原点 O、y軸上の 2 つの点 C と D、x軸上の 2 つの点 E と F で観測する。各点のxy座標は図中の括弧

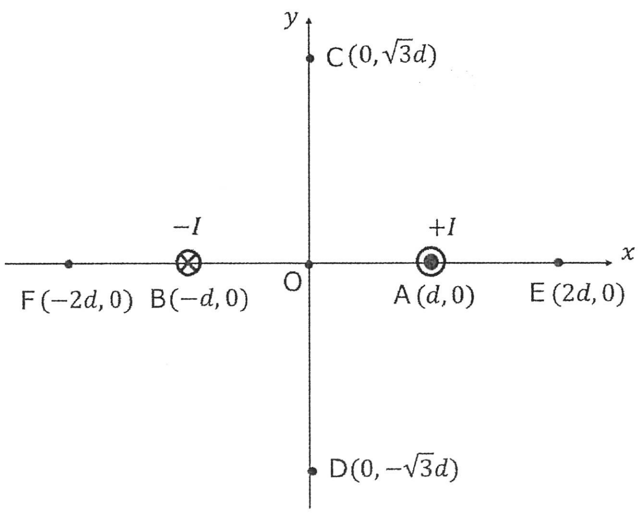


図 2b

内に示してある。これらの各点での磁場の向きを以下の(a)〜(g)の中から選んで解答せよ。

（a） x軸の正の向き　　（e） z軸の正の向き

（b） x軸の負の向き　　（f） z軸の負の向き

（c） y軸の正の向き　　（g） 上記以外の向き

（d） y軸の負の向き

(2) 点 C の磁場の大きさは原点 O の磁場の大きさの何倍か答えよ。（導き方や考え方も記せ。）

(3) y軸上の任意の場所での磁場を考える。y軸上のある点 P の座標を$(0, y, 0)$とし、そこでの磁場の大きさをH_Pとする。また、原点 O での磁場の大きさをH_Oとする。これらの比$H_\mathrm{P}/H_\mathrm{O}$を$y$と$d$を用いて表せ。（導き方や考え方も記せ。）

(4) 図 2c に示すように、小さな面積Sのコイルをy軸上の負の位置$y = -e$（eはd

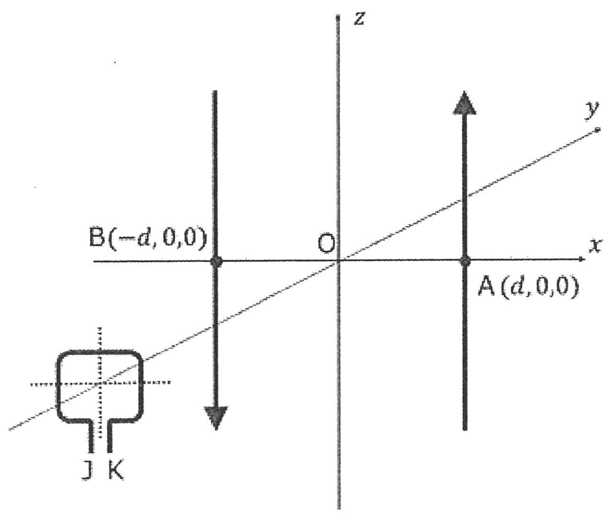
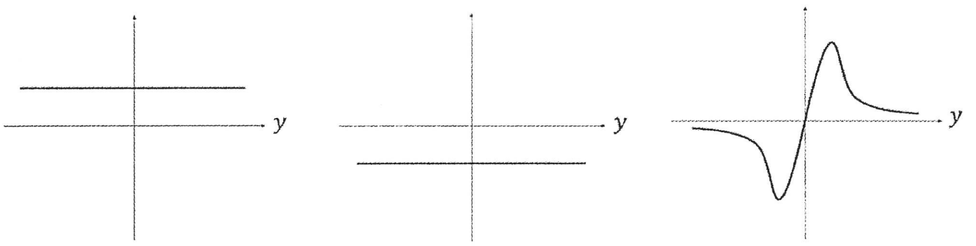
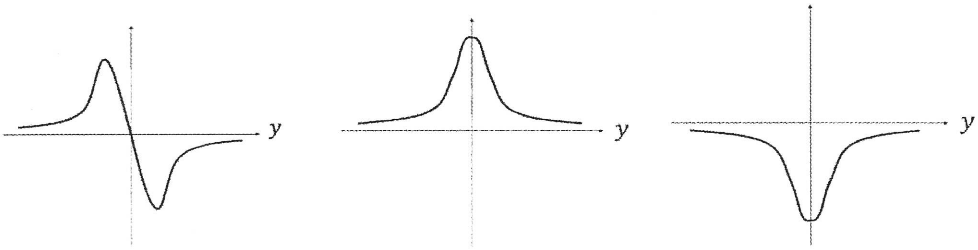


図 2c

よりも十分大きい)に置く。このコイルの面をy軸に対して垂直に固定し、その中心をy軸に一致させながら、y軸上を正の向きに一定の速度で動かすものとする。このときコイルを貫く磁束は透磁率をμ_0として$\Phi = \mu_0 H_{\mathrm{P}} S$と書けるとする。誘導起電力によりコイルの２つの端子ＪとＫの間には電位差が生じる。コイルのy座標を横軸に、電位差を縦軸に取って表したグラフの形状として最も適切なものを以下の(a)～(f)の中から選べ。ただしＫからＪに向かって電流が流れるときの電位差を正とする。



(a)　　(b)　　(c)



(d)　　(e)　　(f)