

令和 8 年度 一般選抜
個別学力試験問題(前期日程)

物 理

注 意

1. 問題紙は指示があるまで開いてはいけません。
2. 問題紙は 11 ページです。解答用紙は 5 枚です。指示があってから確認し、解答用紙の所定の欄に受験番号を記入してください。
3. 答えはすべて解答用紙の所定のところに記入してください。
4. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
5. 試験終了後、問題紙は持ち帰ってください。

令和8年度一般選抜個別学力試験（前期日程）

問 題 訂 正
物 理

訂正箇所	8 ページ 上から9行目 3 問2
誤	(1) 点Cにおける小物体の速度の水平方向成分 v_x [m/s]，および鉛直方向成分 v_y [m/s] を，それぞれ v_c ， θ_c を用いて表せ。
正	(1) 点Cにおける小物体の速度の水平方向成分 v_x [m/s]，および鉛直方向成分 v_y [m/s] を，それぞれ v_c ， θ_c を用いて表せ。 <u>ただし，水平方向は右向きを正とし，鉛直方向は上向きを正とする。</u>

1 電気に関する基礎的な現象について、以下の問いに答えよ。

問 1 一般に、異なる物質をこすりあわせると、物質は電気(摩擦電気)を帯びる。このように電気を帯びる現象を (ア) といい、このときに生じた流れのない電気を (イ) という。また、電気を帯びた物質どうしには力のはたらく。このような力を (ウ) といい、この原因になるものを電荷という。電荷の量を (エ) といい、単位にはクーロン(記号 C)が用いられる。

空間に電荷が1つ置かれた場合、電荷のまわりの空間は、別の電荷に対して (ウ) を及ぼすような状態に変化していると考えられる。この空間には、電場(電界)が生じているという。

大きさが無視できる点状の電荷を点電荷という。点電荷のまわりに、どのような電場が生じるのかを考えてみよう。電場の中のある位置に正の単位電荷(+1 C)を置いたときは、この電荷が受ける力の向きがその位置における電場の向き、力の大きさが電場の強さとなる。つまり、図1のように、点Aに+Q(C)の正の点電荷があるとすると、そこから距離 r (m)離れた点Bに生じる電場の強さ E (N/C)は、その点に置かれた単位電荷が受ける力の大きさに等しい。したがって、クーロンの法則の比例定数を k [N・m²/C²]とすると、電場の強さ E は (A) のように表される。また、点Bにおける電場の向きは (あ) であるが、点Aの点電荷を $-Q$ (C)に変えると (い) となる。さらに、複数の点電荷がつくる電場は、それぞれの電荷が単独につくる電場ベクトルを (オ) したものになる。これを電場の重ね合わせという。

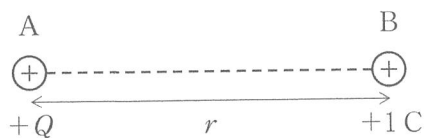


図 1

(1) 上記文章の空欄(ア)～(オ)に入る適当な語句を、以下の a～o からそれぞれ一つ選んで記号で答えよ。

- | | | | |
|---------|---------|-------|-----------|
| a. 電気量 | b. 干渉 | c. 分解 | d. 静電気 |
| e. 合成 | f. 起電力 | g. 帯電 | h. 電気素量 |
| i. 誘電分極 | j. 静電気力 | k. 電位 | l. ローレンツ力 |
| m. 電子 | n. 回折 | o. 偶力 | |

(2) 上記文章の空欄(A)に入る適当な数式を答えよ。

(3) 上記文章の空欄(あ), (い)に入る適当な語句の組み合わせを、以下の a～d から一つ選んで記号で答えよ。

- | | | |
|----|------------------|------------------|
| a. | (あ) 点 A に向かう向き | (い) 点 A に向かう向き |
| b. | (あ) 点 A から遠ざかる向き | (い) 点 A から遠ざかる向き |
| c. | (あ) 点 A に向かう向き | (い) 点 A から遠ざかる向き |
| d. | (あ) 点 A から遠ざかる向き | (い) 点 A に向かう向き |

問 2 図 2 のように点 A に正の点電荷 $+Q$ [C] を置き、そこから距離 r [m] 離れた点 B に負の点電荷 $-Q$ [C] を置いた。点 C を $\overline{AC} = \overline{BC}$, $\angle ACB = 90^\circ$ となる点に定める。クーロンの法則の比例定数を k [$\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$] として、以下の問いに答えよ。

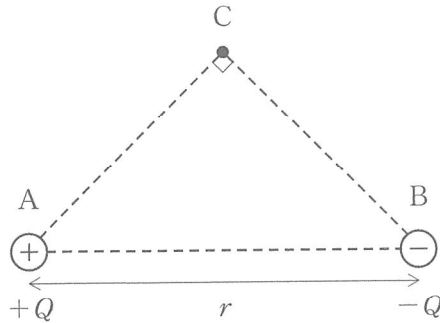


図 2

- (1) 点 C における電場の大きさを求めよ。ただし、点 A の点電荷による点 C における電場を \vec{E}_{AC} [N/C], 点 B の点電荷による点 C における電場を \vec{E}_{BC} [N/C], および重ね合わせた電場を \vec{E}_C [N/C] として、それぞれを図に明記すること。

次に、点 A の点電荷 $+Q$ を固定した。そして、図 3 のように、点 B に置かれた質量 m [kg] の点電荷 $-Q$ に大きさ v [m/s] の初速度を与えたところ、点 A を中心として反時計回りに等速円運動した。 v は光速よりもじゅうぶん小さいとし、装置全体は真空中に置かれているものとする。また、重力の影響、および点電荷 $-Q$ の円運動による磁場は無視するものとする。

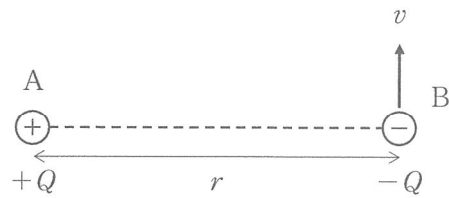


図 3

(2) 点電荷 $-Q$ にはたらく向心力の大きさを、 r 、 k 、 Q を用いて表せ。

(3) v を、 r 、 m 、 k 、 Q を用いて表せ。

2 シリンダーとなめらかに動くピストンからなる容器の中に物質質量 n [mol] の単原子分子理想気体を密閉した。気体の状態は、図 1 の圧力-体積グラフ (p - V グラフ) 中に表される過程 I (状態 A \rightarrow 状態 B)、過程 II (状態 B \rightarrow 状態 C) の矢印に沿ってゆっくりと変化する。

気体定数は R [J/(mol \cdot K)] とし、温度 T [K] における物質質量 n の単原子分子理想気体の内部エネルギー U [J] は $\frac{3}{2}nRT$ で与えられるものとする。仕事 W [J] は気体が外部にするときを正、熱 Q [J] は気体が吸収するときを正として、以下の問いに答えよ。ただし、解答だけでなく計算過程または説明も記述すること。

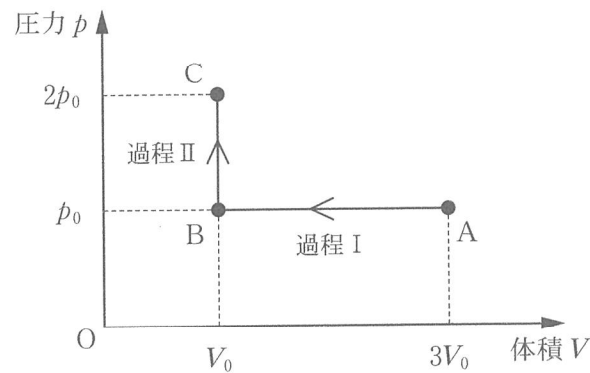


図 1

圧力 p_0 [Pa] および体積 $3V_0$ [m³] であった状態 A が、過程 I (定圧変化) によって体積 V_0 の状態 B まで変化する。その後、過程 II (定積変化) によって圧力 $2p_0$ の状態 C まで変化する。

- (1) 状態 A の温度 T_A [K] および状態 B の温度 T_B [K] を、それぞれ p_0 , V_0 , n , R のうち必要なものを用いて表せ。
- (2) 過程 I において、増加した内部エネルギー ΔU_1 [J], 気体が外部にした仕事 W_1 [J], および気体が吸収した熱 Q_1 [J] を、それぞれ p_0 , V_0 , n , R のうち必要なものを用いて表せ。

- (3) 状態 C の温度 T_C [K] を, p_0 , V_0 , n , R のうち必要なものを用いて表せ。
- (4) 過程 II において, 増加した内部エネルギー ΔU_{II} [J], 気体が外部にした仕事 W_{II} [J], および気体が吸収した熱 Q_{II} [J] を, それぞれ p_0 , V_0 , n , R のうち必要なものを用いて表せ。
- (5) 気体のモル比熱は, 1 mol の気体を 1 K 温度変化させるのに必要な熱である。(1)~(4)の結果を利用して, 過程 I, および過程 II における気体のモル比熱 C_I [J/(mol·K)], C_{II} [J/(mol·K)] が, それぞれ $\frac{5}{2}R$, $\frac{3}{2}R$ となることを説明せよ。

- 3 図1のように、水平な面 AB と固定された台が点 B でなめらかにつながっている。台の曲面 BC は点 B の真上にある点 O を中心とする半径 R [m] の円周の一部であり、 $\angle BOC$ を θ [rad] ($0 < \theta \leq \frac{\pi}{2}$) とする。面 AB と曲面 BC はどちらもなめらかである。点 A にある壁に、質量の無視できるばね定数 k [N/m] のばねの左端を固定し、小物体を押し出すために、ばねの右端に質量の無視できる板を設置した。板に質量 m [kg] の小物体を接触させ、ばねを自然長から長さ d [m] だけ縮めてから静かに手を離れたところ、小物体は板と一体となって動き始めた。そして、ばねが自然長になったところで小物体が板から離れ、点 B に向かって動き始めた。重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、空気抵抗および小物体の大きさは無視できるものとする。また、小物体は、紙面に平行な面内でのみ運動するものとする。小物体の運動に関する以下の問いに答えよ。



図1

- 問1 θ を $\frac{\pi}{2}$ としたとき、小物体は台から射出され、面 AB から $2R$ の高さで小物体の速さがゼロとなった。次の文章の空欄(ア)~(エ)に入る適切な語句または数式を、以下の解答群からそれぞれ一つ選んで記号で答えよ。

『力学的エネルギー保存則により、板から離れ面 AB 上を運動している小物体の運動エネルギーは、ばねの弾性エネルギー (ア) [J] と等しい。その後小物体は点 B に到達し、台の曲面 BC に沿った (イ) を始める。そして、ばねの弾性エネルギー (ア) が (ウ) [J] より大きいことから、小物体は点 C から射出される。このときの小物体の射出方法を (エ) という。』

- (ア) a. mgR b. $\frac{1}{2}kd^2$ c. kd d. $\frac{2}{kd^2}$
- (イ) a. 円運動 b. 直線運動 c. 等加速度運動
- (ウ) a. $\frac{1}{2}kg^2$ b. $2mgR$ c. mgR d. $\frac{1}{2}md^2$
- (エ) a. 鉛直投げ上げ b. 鉛直投げ下げ c. 水平投射
- d. 自由落下

問 2 次に、 θ を θ_C [rad] ($0 < \theta_C < \frac{\pi}{2}$) へと変更したところ、板を離れ運動を始めた小物体は、点 C から速さ v_C [m/s] で斜方投射された。 k および d は、 θ を $\frac{\pi}{2}$ とした場合から変化していないものとし、以下の問いに答えよ。

- (1) 点 C における小物体の速度の水平方向成分 v_x [m/s]、および鉛直方向成分 v_y [m/s] を、それぞれ v_C 、 θ_C を用いて表せ。
- (2) 小物体が点 C を飛び出してから頂点に達するまでの時間 t [s]、および点 C の高さを基準とした頂点の高さ h [m] を、それぞれ v_C 、 R 、 g 、 θ_C を用いて表せ。
- (3) 面 AB の高さを基準とした点 C の高さ h_C [m] を、 R 、 θ_C を用いて表せ。
- (4) 板を離れた後の小物体の力学的エネルギーは θ に依存しない。この考えを利用し、 θ を $\frac{\pi}{2}$ とした場合の最大の位置エネルギーと、 θ を θ_C とした場合の点 C における力学的エネルギーを比較することにより、 v_C を、 R 、 g 、 θ_C を用いて表せ。

- 4 図1のような頂角が $\angle BAC = \alpha$ [rad] ($0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$) の二等辺三角形 ABC の三角プリズムと、BC 面に垂直なスクリーン QR がある。プリズムの AB 面に入射した光は、プリズムを通過し、AC 面から出てスクリーン上で観測される。入射角と屈折角をそれぞれ AB 面で θ_1, φ_1 [rad], AC 面で φ_2, θ_2 [rad] とする。ただし、 $\varphi_1 + \varphi_2 = \alpha$ の関係がある。AB 面と入射光のなす角 β_1 [rad], AC 面と屈折光のなす角 β_2 [rad] をそれぞれ図1のように定め、 $\beta_1 \leq \frac{\pi}{2}, \beta_2 \leq \frac{\pi}{2}$ の場合のみを考える。プリズムの境界面で反射した光はその後観測されないとする。また、プリズムの屈折率 n は空気の屈折率 1 より大きい。

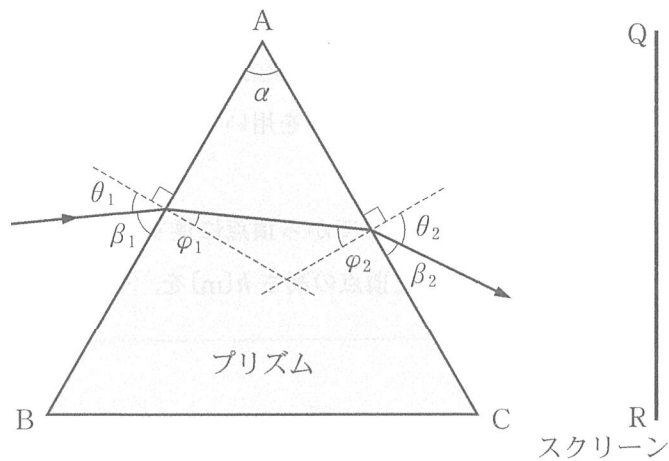


図1

- 問1 次の文章の空欄(ア)~(ウ)に入る適切な語句を、以下の解答群からそれぞれ一つ選んで記号で答えよ。また、空欄(A), (B)に入る適切な数式を、それぞれ文章中の c, λ, n の中から必要なものを用いて表せ。

『異なる媒質の境界面に光が斜めに入射すると、境界面を光が通過するとき進行方向を変える。この現象を光の屈折という。プリズムや (ア) は光の屈折により光の進行方向を変えている。空気中の光速を c [m/s], 波長を λ [m] とすると、屈折率 n の媒質中の光速は (A) [m/s], 振動数は (B) [Hz] である。

図1のプリズムに単色の平行光線を入射すると、屈折の法則
 $\sin \theta_1 = n \sin \varphi_1$, $\sin \theta_2 = n \sin \varphi_2$ になりたつ。一方、赤、緑、青の3色
 からなる細い平行光線では波長によって n が異なるので θ_2 が異なる。この
 現象を光の (イ) という。波長が短いほど n が大きいため、スクリーン
 上の点 Q から R の向きに (ウ) 現れる。』

(ア)~(ウ)の解答群

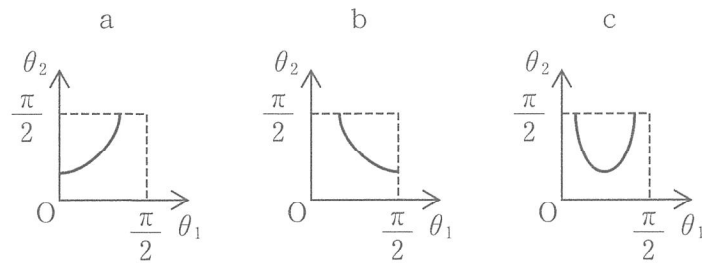
- (ア) a. 回折格子 b. 球面鏡 c. レンズ d. 偏光板
 (イ) a. 回折 b. 分散 c. 偏光
 (ウ) a. 白色の明線が繰り返す b. 白色の明線が一度だけ
 c. 赤、緑、青の順で明線が繰り返す
 d. 赤、緑、青の順で明線が一度だけ

問2 単色の平行光線をさまざまな入射角 θ_1 でプリズムに入射して AC 面からの
 屈折角をスクリーン上で観測する。以下の問いに答えよ。ただし、(1)は解答
 だけでなく計算過程または説明も記述すること。

- (1) θ_1 が増加すると φ_1 は増加するか、減少するか、理由も含めて説明せよ。
 説明には屈折の法則を用いること。
- (2) θ_1 が増加すると φ_2 は増加するか、減少するか、答えよ。ただし、 φ_1 が
 増加すると φ_2 は減少することに注意せよ。

- (3) θ_1 を変えたときに θ_2 がどのように変化するかを表す適当なグラフを、
次の解答群の a ~ c から一つ選んで記号で答えよ。

解答群



- (4) プリズムを変えたところ、 $\theta_1 = 0$ の入射角に対して $\theta_2 = \frac{\pi}{2}$ となった。
さらに n の大きなプリズムに変えると、 θ_1 が変化したときに AC 面からの屈折光が観測されなくなることがあった。屈折光が観測されないとき、AC 面で起きている現象を何というか答えよ。