

(K-54-M)


令和5年度入学試験問題

理 科

注 意 事 項

1. 指示があるまでこの冊子の中を見てはいけません。
2. 生物，物理，化学の中から2科目選択しなさい。
3. 1科目につき1枚の解答用紙を使用しなさい。
4. 解答用紙のマーク数字は，次の「良い例」のように，濃く正しく塗りつぶしなさい。正しく塗りつぶされていない場合，採点できないことがあります。

良い例……………●

悪い例……………

5. 各解答用紙には解答欄の他に次の記入欄があるので，正確に記入しなさい。
 - ① 氏名欄……………氏名を漢字とフリガナで記入しなさい。
 - ② 受験番号欄……………6桁の受験番号を算用数字で記入し，マーク欄の数字を正しく塗りつぶしなさい。
 - ③ 解答科目欄……………解答する科目名を記入し，該当科目のマークを塗りつぶしなさい。
6. 解答方法は，問題の解答に対応した解答欄の数字を塗りつぶしなさい。

例えば

- ・

ア

 と表示のある解答欄に対して②と解答する場合，解答用紙の解答欄 ア の②を塗りつぶしなさい。
- ・

ア

 と表示のある解答欄に対して③⑤⑦と解答する場合，解答用紙の解答欄 ア の③⑤⑦を塗りつぶしなさい。

7. この問題冊子の余白を下書きに用いて構いません。
8. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどに気がついた場合は，手を上げて申し出なさい。
9. 試験中に質問がある場合は，手を上げて申し出なさい。
10. 試験終了後，この問題冊子は持ち帰りなさい。
11. 途中退場は認めません。
12. この冊子は，全部で32ページです。生物，物理，化学の順になっています。

目 次

生 物	1～14	ページ(問題Ⅰ～Ⅳ)
物 理	15～22	ページ(問題Ⅰ～Ⅳ)
化 学	23～32	ページ(問題Ⅰ～Ⅲ)

物 理

I にあてはまる最も適当な数字をマークすること。数値で解答する問題には有効数字2桁で答えよ。 の解答は該当する解答群から最も適当なものを一つ選べ。

(1) 水平でなめらかな床の上に質量 $3m$ の物体 A が静止している。床の上を速さ v_0 で運動してきた質量 m の物体 B が A に衝突した。A と B の間の反発係数を 0.76 として以下の間に答えよ。ただし、衝突は一直線上で起こるものとする。

(a) 衝突後の A の速さは . $\times 10^{-$ v_0 であり、B の速さは

. $\times 10^{-$ v_0 である。

(b) 衝突後の A、B の運動エネルギーの和は $\frac{1}{2}mv_0^2 \times$. $\times 10^{-$ と表される。

(2) 比熱 $0.90 \text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ のアルミニウムの粒が入った 2.0 kg の袋を地面からの高さが 19.6 m の位置から初速度 0 で落下させる。以下の間に答えよ。ただし、重力加速度の大きさを $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とし、袋の大きさと質量および空気抵抗は無視する。

(c) 袋が地面に落下するのに要する時間は . s である。

(d) アルミニウムの粒の持つ運動エネルギーが全てアルミニウムの粒に熱として吸収されるとすると、地面に衝突後アルミニウムの粒の温度は . $\times 10^{-$ $^{\circ}\text{C}$ 上昇する。

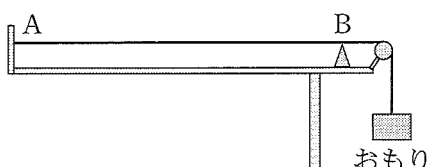
(3) 図のように、弦の左端を固定し、右端に滑車を通しておもりを付け、弦を振動させる。固定端 A と B の距離を 0.50 m として、以下の間に答えよ。

(e) 弦を振動数 40 Hz で振動させたところ、AB の間に腹が 1 個の定常波ができた。このとき、弦を伝わる波の波長は . m、速さは m/s である。

(f) おもりを変えて問題(e)と同じ弦を振動数 60 Hz で振動させたところ、AB の間に腹が 3 個の定常波ができた。このとき、弦を伝わる波の波長は $0.$ m、速さは m/s である。また、このおもりは問題(e)のおもりより 。

の解答群

- ① 軽い ② 重い



II にあてはまる最も適当な数字をマークすること。整数以外の数値で解答する問題には有効数字2桁で答えよ。

(1) ニクロムの抵抗率を $1.1 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ とすると、断面積 2.0 mm^2 、長さ 12 m のニクロム線の抵抗は ア イ Ω である。このニクロム線に 3.0 A の電流が流れるとき、ニクロム線に発生するジュール熱は毎秒 ウエ J である。

(2) 波長 $\lambda = 1.0 \times 10^{-11} \text{ m}$ の X 線を静止している電子に入射させたところ、散乱角 $\theta = 90^\circ$ の方向に波長 $\lambda' = 1.2 \times 10^{-11} \text{ m}$ の散乱 X 線が観測された。このとき、散乱された電子の運動エネルギーは オ カ $\times 10^{-\text{キク}}$ J であり、X 線の入射方向に対する電子の運動方向を表す角度を ϕ とすると、 $\tan \phi = 0.$ ケコ となる。ただし、真空中の光速を $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ 、プランク定数を $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ とする。

(3) 核反応 ${}^4_2\text{He} + {}^{33}_{13}\text{Al} \longrightarrow \text{X} + {}^1_0\text{n}$ で得られる原子核 X の質量数と原子番号はそれぞれ サシ と スセ である。

III にあてはまる最も適当なものを対応する解答群の中から一つずつ選べ。ただし ソ ~ ナ については、最も適当な数字をマークすること。分数形で解答する問題には既約分数(それ以上約分できない分数)で答えよ。

地面からの高さが h である点 A から、質量 m の小球を速さ v_0 、水平面とのなす角 θ で斜め上方に投げたところ、小球は投射から T 秒後に点 B に着地した。点 A 直下の地面上の点 O を原点とし、原点 O から着地点 B に向かう水平方向を x 軸の正の方向、鉛直上向きを y 軸の正の方向にとった座標系を考える。小球を投げた時刻を $t = 0$ 、重力加速度の大きさを g として、以下の問に答えよ。

(a) 投射後の時刻 t (ただし、 $0 \leq t < T$) における小球の速度は

$$\left(\text{ア}, \text{イ} + \text{ウ} \right)$$

である。着地直前の小球の速さ V は $V = \text{エ}$ であり、原点 O から着地点 B までの距離 L は $L = \text{オ}$ と表される。

時刻 t における小球の速度ベクトルの始点を定点 O' に固定し、横軸に速度の x 成分 v_x 、縦軸に速度の y 成分 v_y をとって、時刻 t の経過にともない小球の速度ベクトルが描く図形を考える。小球が投射されてから着地までの間に、速度ベクトルが通過する領域を表す図は カ であり、この領域の面積 S は $S = \text{キ}$ と書ける。

小球を斜め上に投げ上げる角度 θ を $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ の範囲で変化させたとき、原点 O から着地点 B までの距離 L が最大となる角度を θ_M とする。距離 L を最大とするには、着地までに速度ベクトルが通過する領域の面積 S を最大とすればよく、着地直前の小球の速度と x 軸とのなす角の大きさが ク となることがわかる。したがって、 $\tan \theta_M = \text{ケ}$ が成り立ち、 $h > 0$ であれば コ を満たす。

ア ~ ウ の解答群

- | | | | | |
|---------|-----------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① v_0 | ② $v_0 t$ | ③ $v_0 \sin \theta$ | ④ $v_0 \cos \theta$ | ⑤ $v_0 \tan \theta$ |
| ⑥ g | ⑦ $(-g)$ | ⑧ gt | ⑨ $(-gt)$ | ⑩ $\frac{1}{2}gt^2$ |

エ の解答群

- | | | |
|----------------------------------|---|---|
| ① v_0 | ② $v_0 + \sqrt{gh}$ | ③ $v_0 \sin \theta + \sqrt{gh}$ |
| ④ $v_0 \cos \theta + \sqrt{gh}$ | ⑤ $\sqrt{v_0^2 + gh}$ | ⑥ $\sqrt{v_0^2 + 2gh}$ |
| ⑦ $\sqrt{\frac{1}{2}v_0^2 + gh}$ | ⑧ $v_0 \sin \theta + \sqrt{v_0^2 \cos^2 \theta + gh}$ | ⑨ $v_0 \cos \theta + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \theta + gh}$ |

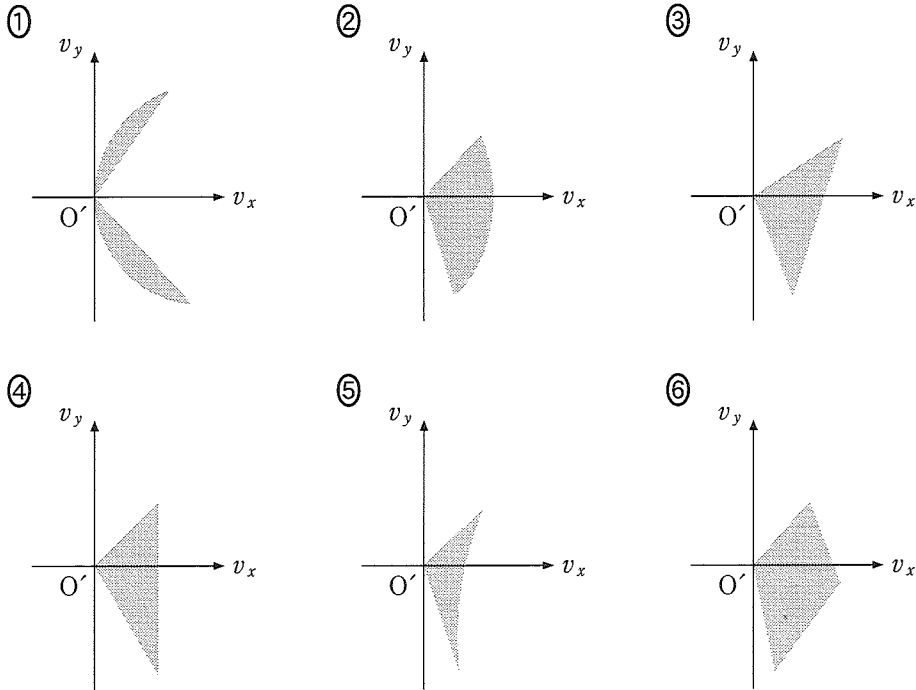
オ の解答群

- | | | | |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| ① $v_0 T$ | ② $v_0 T \sin \theta$ | ③ $v_0 T \cos \theta$ | ④ gT |
| ⑤ gT^2 | ⑥ $\frac{1}{2}gT^2$ | ⑦ $v_0 T + gT^2$ | ⑧ $v_0 T + \frac{1}{2}gT^2$ |
| ⑨ $v_0 T \sin \theta + gT^2$ | ⑩ $v_0 T \cos \theta + gT^2$ | | |

II にあてはまる最も適当な数字をマークすること。整数以外の数値で解答する問題には有効数字2桁で答えよ。

- (1) ニクロムの抵抗率を $1.1 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ とすると、断面積 2.0 mm^2 、長さ 12 m のニクロム線の抵抗は ア イ Ω である。このニクロム線に 3.0 A の電流が流れるとき、ニクロム線に発生するジュール熱は毎秒 ウエ J である。
- (2) 波長 $\lambda = 1.0 \times 10^{-11} \text{ m}$ の X 線を静止している電子に入射させたところ、散乱角 $\theta = 90^\circ$ の方向に波長 $\lambda' = 1.2 \times 10^{-11} \text{ m}$ の散乱 X 線が観測された。このとき、散乱された電子の運動エネルギーは オ カ $\times 10^{-$ キク J であり、X 線の入射方向に対する電子の運動方向を表す角度を ϕ とすると、 $\tan \phi = 0.$ ケコ となる。ただし、真空中の光速を $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ 、プランク定数を $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ とする。
- (3) 核反応 ${}^4_2\text{He} + {}^{27}_{13}\text{Al} \longrightarrow \text{X} + {}^1_0\text{n}$ で得られる原子核 X の質量数と原子番号はそれぞれ サシ と スセ である。

カ の解答群



キ の解答群

- ① $\frac{v_0}{T} L$ ② $\frac{v_0}{T} L \sin \theta$ ③ $\frac{v_0}{T} L \cos \theta$ ④ gL ⑤ $\frac{1}{2} gL$
 ⑥ $\frac{1}{2} gL^2$ ⑦ $\frac{L^2}{T^2}$ ⑧ $\frac{L^2}{2T^2}$ ⑨ $2\frac{L^2}{T^2}$

ク の解答群

- ① $\frac{\pi}{4}$ ② $\frac{\pi}{3}$ ③ θ_M ④ $\frac{\pi}{4} + \theta_M$
 ⑤ $\frac{\pi}{4} - \theta_M$ ⑥ $\frac{\pi}{2} - \theta_M$ ⑦ $2\theta_M$ ⑧ $\frac{\theta_M}{2}$

ケ の解答群

- ① $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ② $\frac{1}{2}$ ③ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ④ $\frac{v_0}{V}$ ⑤ $\frac{2v_0}{V}$
 ⑥ $\frac{v_0}{2V}$ ⑦ $\frac{V}{v_0}$ ⑧ $\frac{2V}{v_0}$ ⑨ $\frac{V}{2v_0}$

コ の解答群

- ① $\theta_M < \frac{\pi}{4}$ ② $\theta_M = \frac{\pi}{4}$ ③ $\theta_M > \frac{\pi}{4}$

問題は次頁につづく

IV にあてはまる最も適当なものを対応する解答群から一つずつ選べ。ただし、 ケ、 サ、 ス については、最も適当な数字をマークすること。電気素量を e とする。

(1) 図1のように、磁束密度の大きさが B で向きが z 軸の正方向の一様な磁場の中で、長さ L の導体 PQ を y 軸と平行に保って x 軸正の方向に一定の速さ v で移動させる。導体中の自由電子が磁場から受ける力の大きさは ア で向きは イ である。自由電子の移動によって向きが ウ の電場が導体中に生じる。これらの磁場による力と電場による力がつり合うとそれ以上自由電子は移動しなくなり、電場の大きさは一定になる。このとき P の電位は Q よりも エ だけ オ 。

ア、 エ の解答群

- ① vBL ② evB ③ eBL ④ evL ⑤ eB ⑥ vB ⑦ BL ⑧ ev

イ、 ウ の解答群

- ① x 軸の正方向 ② x 軸の負方向 ③ y 軸の正方向 ④ y 軸の負方向
⑤ z 軸の正方向 ⑥ z 軸の負方向

オ の解答群

- ① 高い ② 低い

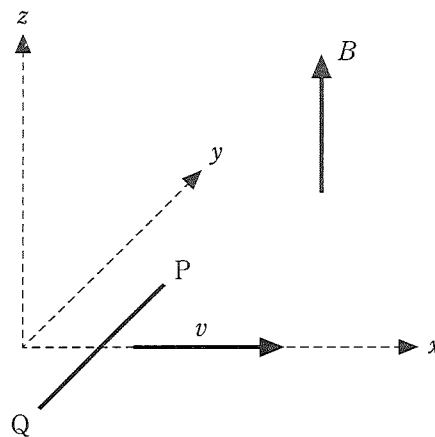


図1

問題は次頁につづく

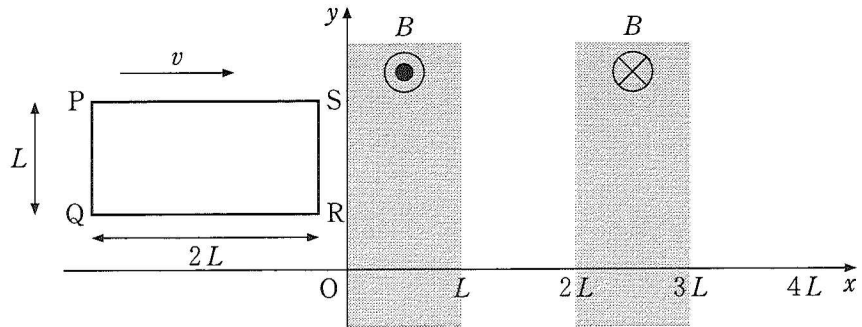


図 2

(2) 図 2 のように高さ L 、幅 $2L$ の長方形のコイル PQRS がある。辺 PQ を y 軸と平行に保って x 軸の正の向きにコイルを一定の速さ v で移動させる。コイルは 1 回巻きでコイル全体の電気抵抗を r とする。

$0 \leq x \leq L$ の空間では紙面に垂直に裏から表の向き (z 軸正方向) に、磁束密度の大きさが B の一様な磁場が存在する。また、 $2L \leq x \leq 3L$ の空間では紙面に垂直に表から裏の向きに、磁束密度の大きさが B の一様な磁場が存在し、それ以外の空間に磁場はないとする。コイルの自己誘導は無視する。

(a) 点 R の x 座標を横軸、コイルを貫く磁束を縦軸に取ったグラフの概形として最も適当なもののは である。ただし磁束の符号は、磁場がコイルを z 軸正方向に貫く場合を正、逆方向の場合を負とする。

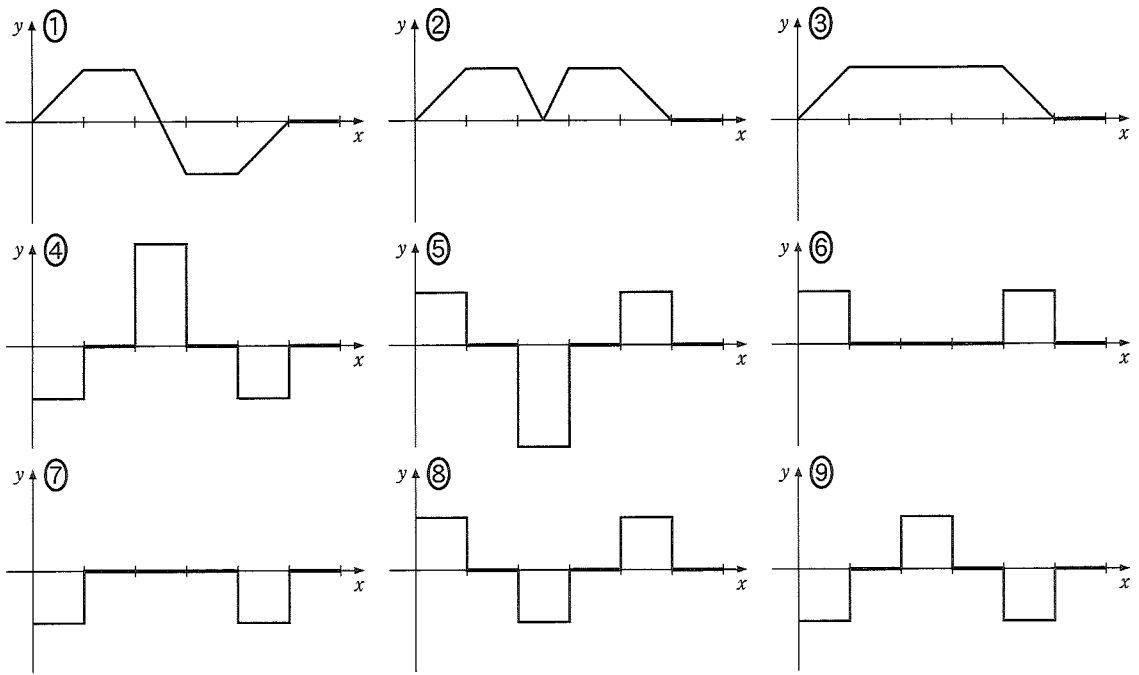
(b) 点 R の x 座標を横軸、コイルを流れる電流を縦軸とするグラフの概形として最も適当なもののは である。ただし電流の符号は $P \rightarrow S \rightarrow R \rightarrow Q$ の向きを正とする。

設問 (c) と (d) において、 x は点 R の x 座標を表す。

(c) コイルを流れる電流の大きさが最大となるのは のときで、その値は \times である。

(d) $2L < x < 3L$ のとき、コイルの速さを一定に保つために外部から加える力の大きさは \times で、その仕事率は \times である。

カ , **キ** の解答群



ク の解答群

- ① $0 < x < L$ ② $L < x < 2L$ ③ $2L < x < 3L$ ④ $3L < x < 4L$
 ⑤ $4L < x < 5L$ ⑥ $5L < x < 6L$

コ , **シ** , **セ** の解答群

- ① $\frac{vBL}{r}$ ② $\frac{v^2BL}{r}$ ③ $\frac{vB^2L}{r}$ ④ $\frac{vBL^2}{r}$
 ⑤ $\frac{v^2B^2L}{r}$ ⑥ $\frac{v^2BL^2}{r}$ ⑦ $\frac{vB^2L^2}{r}$ ⑧ $\frac{v^2B^2L^2}{r}$