

令和6年度 公立学校教員採用候補者選考試験問題

理科(物理)

1 / 7 枚中

注意 答はすべて解答用紙の解答欄に記入すること。

第1問題 次の問に答えよ。

問1 α 線、 β 線、 γ 線の性質について、電離作用と透過力の強さを表1に、磁界内での進み方を図1にまとめ整理した。 α 線の電離作用と透過力の説明及び磁界内の進み方の組合せを、A～Iから一つ選び、記号で答えよ。

表1

	電離作用	透過力
(あ)	強	弱
(い)	中	中
(う)	弱	強

- A (あ) — (え) B (あ) — (お) C (あ) — (か)
 D (い) — (え) E (い) — (お) F (い) — (か)
 G (う) — (え) H (う) — (お) I (う) — (か)

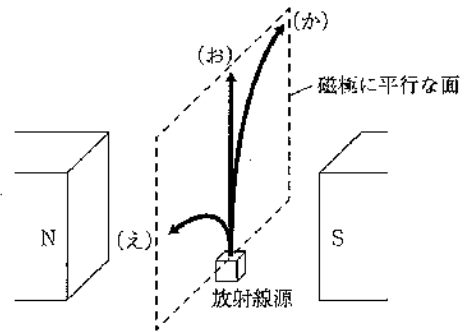


図1

問2 電子、陽子、中性子についての説明として最も適切なものを、A～Dから一つ選び、記号で答えよ。

- A ゲージ粒子である電子は素粒子であるが、ハドロンである陽子、中性子は2個のクォークで構成されている。
 B ゲージ粒子である電子は素粒子であるが、ハドロンである陽子、中性子は3個のクォークで構成されている。
 C レプトンである電子は素粒子であるが、ハドロンである陽子、中性子は2個のクォークで構成されている。
 D レプトンである電子は素粒子であるが、ハドロンである陽子、中性子は3個のクォークで構成されている。

問3 ある不安定な原子核 ${}_{90}\text{Th}$ が α 崩壊と β 崩壊をそれぞれ複数回ずつ起こし、安定な原子核 ${}_{82}\text{Pb}$ になった。 α 崩壊、 β 崩壊はそれぞれ何回ずつ起こったか、答えよ。

問4 ウラン ${}_{92}\text{U}$ の原子核に中性子 ${}_0^1\text{n}$ を衝突させると、バリウム ${}_{56}\text{Ba}$ とクリプトン ${}_{36}\text{Kr}$ の原子核に分裂し、同時に3つの中性子が生じた。この反応により、 ${}_{92}\text{U}$ の原子核1個が核分裂したときに放出されるエネルギーは何Jか、導出過程を記して、有効数字3桁で答えよ。なお、各原子核及び中性子の質量は、 ${}_{92}\text{U}$ が234.9935u、 ${}_{56}\text{Ba}$ が140.8837u、 ${}_{36}\text{Kr}$ が91.9064u、 ${}_0^1\text{n}$ が1.0087uである。また、 $1\text{u} = 1.66 \times 10^{-27}\text{kg}$ 、真空中の光の速さを $c = 3.00 \times 10^8\text{m/s}$ とする。

問5 軽水炉型原子力発電所では、原料の濃縮ウランの核分裂により、ヨウ素 ${}_{53}\text{I}$ 、セシウム ${}_{55}\text{Cs}$ 、ストロンチウム ${}_{38}\text{Sr}$ などの放射性物質が生成される。表2はこれらの放射性物質の半減期を示している。後の(1)、(2)に答えよ。

表2

物質	半減期
${}_{53}\text{I}$	8.0日
${}_{55}\text{Cs}$	2.1年
${}_{38}\text{Sr}$	29年

- (1) 50gのセシウム ${}_{55}\text{Cs}$ のうち、12.6年後に崩壊せずに残っているのは何%か、導出過程を記して、有効数字2桁で答えよ。
 (2) ヨウ素 ${}_{53}\text{I}$ とストロンチウム ${}_{38}\text{Sr}$ が環境や人体等に与える影響について、半減期と関連付けながら160字以上、200字以内で記せ。

第2問題 次の問に答えよ。

問1 原子や分子の運動と温度の関係、及びそれを観察する手段を説明したものとして最も適切なものを、A～Dから一つ選び、記号で答えよ。

- A 原子や分子の運動が小さいほど温度は高くなり、それはブラウン運動として観察できる。
- B 原子や分子の運動が大きいほど温度は高くなり、それはブラウン運動として観察できる。
- C 原子や分子の運動が小さいほど温度は高くなり、それはチンダル現象として観察できる。
- D 原子や分子の運動が大きいほど温度は高くなり、それはチンダル現象として観察できる。

問2 絶対温度 T [K] のときに n [mol] の単原子分子理想気体がつもつ内部エネルギー U [J] を、導出過程を記して、 n 、 T 及び気体定数 R [J/(mol·K)] を用いて答えよ。なお、気体の圧力を p [Pa]、気体の体積を V [m³]、気体分子の数を N [個]、気体分子1個の質量を m [kg]、気体分子の速さの二乗の平均を $\overline{v^2}$ [m²/s²] としたときに、 $pV = \frac{Nm\overline{v^2}}{3}$ が成り立つものとする。

問3 図2は、空気中の熱を利用して湯をわかすヒートポンプのしくみである。このヒートポンプは、装置内の熱媒体が圧縮・膨張によって温度を変えることを利用して、空気中から熱エネルギーを受け取る。このヒートポンプについて、後の(1)～(3)に答えよ。

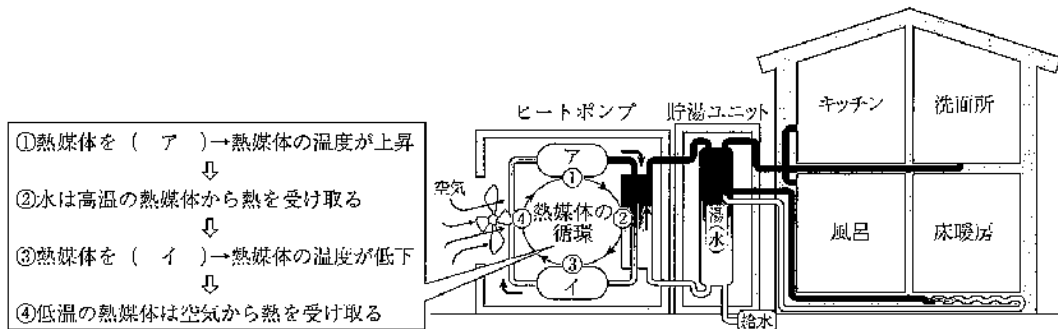


図2

(1) 熱媒体の循環の過程①～④において、④で空気から熱を取り入れ、②で熱を放出する。その際の熱媒体の状態変化を説明した図2中の（ア）、（イ）にあてはまる語の組合せとして最も適切なものを、A～Dから一つ選び、記号で答えよ。

	ア	イ
A	圧縮	圧縮
B	圧縮	膨張
C	膨張	圧縮
D	膨張	膨張

(2) ヒートポンプの熱媒体を断熱圧縮したとき、気体が行う仕事と温度変化はどのようになるか、増加の場合は「+」、減少の場合は「-」、変化がない場合は「0」を記せ。

(3) ヒートポンプの熱媒体が①→②→③→④→①と変化したとき、空気から取り込む熱 Q_{in} 、水へ放出される熱 Q_{out} 、熱媒体が一連の過程でする正味の仕事 W 、熱媒体の内部エネルギーの変化 ΔU の関係はどのようになるか、導出過程を記して、答えよ。

第3問題 次の問に答えよ。

問1 図3のように、1巻の円形コイルに磁石のN極を近づけたとき、コイルを貫く磁束の変化とコイルに流れる誘導電流の向きを、A～Dから一つ選び、記号で答えよ。

	コイルを貫く磁束の変化	誘導電流の向き
A	下向きの磁束が増える	①
B	上向きの磁束が増える	①
C	下向きの磁束が増える	②
D	上向きの磁束が増える	②

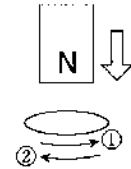


図3

問2 図4のように、磁束密度が水平方向右向きに $3.0 \times 10^{-2} \text{T}$ の一様な磁界内で、磁界と 30° の角をなす向きに長さ 0.10m の導線PQを置く。P→Qの向きに 0.40A の電流を流すとき、導体棒PQが磁界から受ける力の向きと大きさをそれぞれ求めよ。なお、磁界と導線PQは同じ水平面内にある。

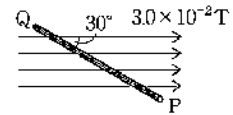


図4

問3 図5のように、銅製パイプ中をネオジム磁石が落下するときの磁石の運動の様子について考える。次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) 銅製パイプ中をネオジム磁石が落下するとき、磁石より下にある銅環Xには誘導電流が流れる。この誘導電流が落下する磁石から受ける力の向きを、導出過程を記して、答えよ。なお、導出する際に必要な物理量は各自で定義してもよい。また、解答用紙にある図を利用してもよい。
- (2) 銅製パイプ中をネオジム磁石が落下するとき、磁石より上にある銅環Yを流れる誘導電流によって磁石は力を受ける。この磁石が受ける力の向きを解答用紙の図に矢印で記せ。なお、矢印の長さは問わないものとする。

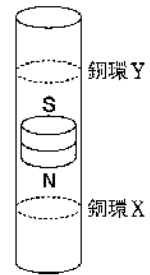


図5

- (3) 銅製パイプ中を落下するネオジム磁石には(1)の反作用や(2)の力がはたらくことを、自由落下に近い運動と比較することで確かめる実験を行いたい。どのような落下実験を行えばよいか、記せ。

第4問題 次の問に答えよ。

問1 ギターをチューニングするとき、弦の張り方を変えると音の高さが変わることから、次のような仮説を立てて実験計画を立案した。後の(1)～(4)に答えよ。

【実験計画】

【仮説】

弦の張り方を強くすると、弦を伝わる波の速さが増加する。

【手順】

- ① 図6のように、弦の一端を振動源につなぎ、弦が水平になるようにして、他端を定滑車に通しておもりを1個つける。
- ② 振動源と定滑車の間に定在波の腹が2個できるように振動源の振動数を調整し、このときの振動数を読み取る。
- ③ おもりの数を変えて、同様な測定をくり返す。

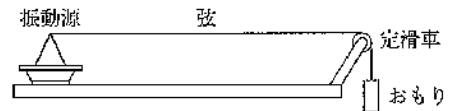


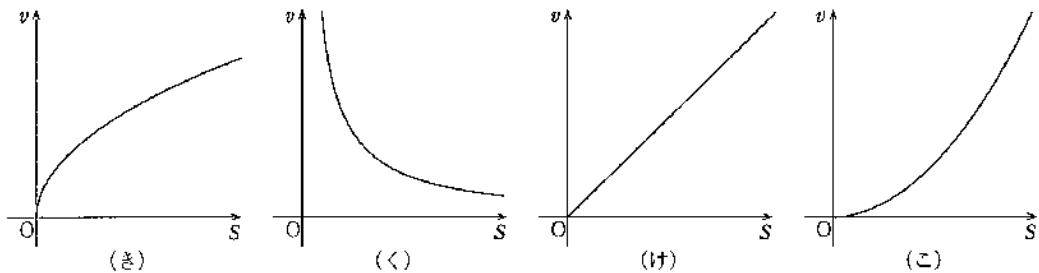
図6

- (1) 振動源を振動させる前に、水平に張られた弦の中央付近を指ではじくと、振動源と定滑車の間に定在波が生じた。弦に定在波が生じる理由を説明せよ。
- (2) 振動源と定滑車の間の糸の長さが1.0m、振動数が60Hzのときに2倍振動が生じた。定在波の波長と波の伝わる速さをそれぞれ求めよ。
- (3) この実験の根拠となる弦を伝わる波の速さ v [m/s] と弦の張力 S [N] との関係を表した式とグラフの組合せを、A～Hから一つ選び、記号で答えよ。なお、 k は比例定数を表している。

<式>

(あ) $v = kS$ (い) $v = k\sqrt{S}$ (う) $v = kS^2$ (え) $v = \frac{k}{S^2}$ (お) $v = \frac{k}{S}$ (か) $v = \frac{k}{\sqrt{S}}$

<グラフ>



- A (あ) - (け) B (い) - (き) C (い) - (こ) D (う) - (き)
 E (う) - (こ) F (え) - (く) G (お) - (く) H (か) - (く)

(4) この実験における、変化させる量とそれに伴って変化する量、変えてはいけない条件の組合せを、A～Dから一つ選び、記号で答えよ。

	変化させる量	変化する量	変えてはいけない条件
A	おもりの個数	弦を伝わる波の速さ	振動源の振幅
B	おもりの個数	弦を伝わる波の速さ	弦の線密度
C	弦を伝わる波の速さ	おもりの個数	振動源の振幅
D	弦を伝わる波の速さ	おもりの個数	弦の線密度

問2 図7のように、線密度が異なる2本の弦を点Bで連結し、一本の弦とした。この連結した弦の一端を振動源につなぎ(点A)、他端は定滑車(点C)に通しておもり1個をつけた。AB間の長さBC間の長さが等しくなるように設置し、振動源の振動数を調整したところ、A、B、C以外にもBC間に1個節がある定在波が生じた。BC間の弦の線密度はAB間の弦の線密度の何倍か、導出過程を記して、答えよ。なお、導出する際に必要な物理量は各自が定義してもよい。

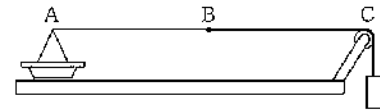


図7

第5問題 単振り子の長さとの関係を調べる目的で、6つの班が次の実験を行った。後の問に答えよ。

【実験】

【手順】

- ① ノギスでおもりの直径をはかる。
- ② おもりに糸をつけ、糸の他端を力学スタンドのはさみに固定したクリップではさんでつるす。
- ③ 図8のように、白紙に直線をかき、力学スタンドの下部に接着テープでとめる。このとき、前方から見ておもりが最下点のときの糸と直線が重なるようにする。
- ④ ものさしで糸の長さをはかり、その値におもりの半径を加えて、単振り子の長さ l [m] とする。
- ⑤ 単振り子を小さく振らせて周期をはかる。白紙にかいた直線上を、糸が一方の向きに通過したときにストップウォッチを始動させ、100往復の時間をはかり、それを100でわって周期 T [s] を求める。
- ⑥ 単振り子の長さ l [m] を変えて、同様な測定をくり返す。

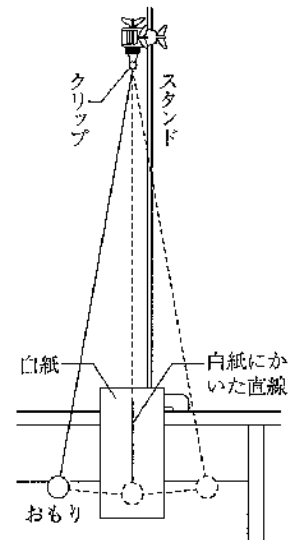


図8

【結果】

1～5班は、表3の1班の結果とほぼ同様な結果となった。6班は、表4のように他の班よりも少し値が大きくなった。

表3 1班の結果

l [m]	T [s]
0.20	0.897
0.40	1.27
0.60	1.55
0.80	1.79
1.00	2.01

表4 6班の結果

l [m]	T [s]
0.20	0.941
0.40	1.30
0.60	1.58
0.80	1.82
1.00	2.03

問1 単振り子の周期 T [s] は、長さを l [m]、重力加速度の大きさを g [m/s²]、円周率を π としたときに、 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ と表される。この関係式を導出する過程を記せ。なお、導出する際に必要な物理量は各自が定義してもよい。また、解答用紙にある図を利用してよい。

問2 ノギスでおもりの直径を測定したところ、主尺と副尺は図9ようになった。このおもりの直径はいくらか、答えよ。

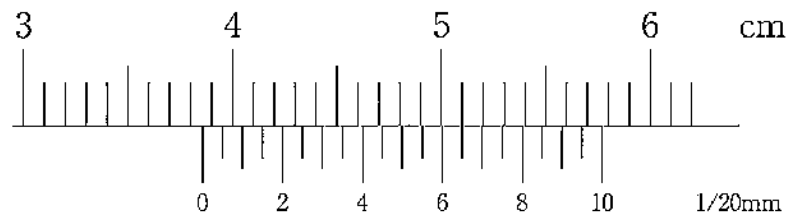


図9

問3 (手順)⑤の下線部「単振り子を小さく振らせて」とあるが、これは振れ角が大きくなる
と問1の式が成り立たなくなるためである。表5の三角比の表をもとに、実験する際の単振
り子の振れ角は最大で何度程度まで許されるか、許容しうる角度として最も大きいものを、
A～Dから一つ選び、記号で答えよ。なお、この際の許される基準は、近似をすることによ
って周期に生じる誤差が0.5%以内であることを目安にする。

A 5° B 9° C 13° D 17°

問4 長さ l と周期 T の規則性を見いだすためには、どのようなグラフで表現するのがよいか、
最も適切であると考えられるグラフを「表3 1班の結果」を用いて表せ。なお、軸の見出
しや目盛り、単位などグラフに必要なものは各自で記入すること。

問5 6班は他の班と比べて周期 T [s]の結果が少し大きくなった。そのため、他の班の人と相
談しながら実験を振り返ると、自分たちの実験にミスがあったことに気付いた。6班の実験
のミスとして考えられることを60字程度で記せ。

表5

度	角	
	rad	正弦 sin
0°	0.00000	0.00000
1°	0.01745	0.01745
2°	0.03491	0.03490
3°	0.05236	0.05234
4°	0.06981	0.06976
5°	0.08727	0.08716
6°	0.10472	0.10453
7°	0.12217	0.12187
8°	0.13963	0.13917
9°	0.15708	0.15643
10°	0.17453	0.17365
11°	0.19199	0.19081
12°	0.20944	0.20791
13°	0.22689	0.22495
14°	0.24435	0.24192
15°	0.26180	0.25882
16°	0.27925	0.27564
17°	0.29671	0.29237
18°	0.31416	0.30902
19°	0.33161	0.32557
20°	0.34907	0.34202
21°	0.36652	0.35837
22°	0.38397	0.37461
23°	0.40143	0.39073
24°	0.41888	0.40674
25°	0.43633	0.42262
26°	0.45379	0.43837
27°	0.47124	0.45399
28°	0.48869	0.46947
29°	0.50615	0.48481
30°	0.52360	0.50000