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

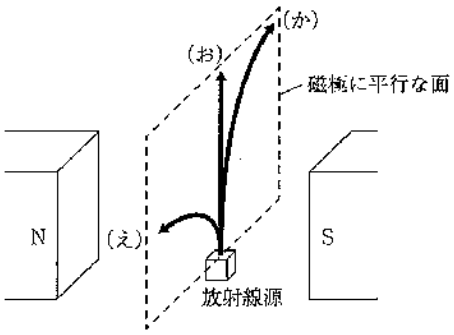


図１

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)

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 $^{232}_{90}\mathrm{Th}$ がα崩壊とβ崩壊をそれぞれ数回ずつ起こし、安定な原子核 $^{208}_{82}\mathrm{Pb}$ 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 $^{235}_{92}\mathrm{U}$ の原子核に中性子 $^{1}_{0}\mathrm{n}$ を衝突させると、バリウム $^{141}_{56}\mathrm{Ba}$ とクリプトン $^{92}_{36}\mathrm{Kr}$ 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、$^{235}_{92}\mathrm{U}$ 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、$^{235}_{92}\mathrm{U}$ が 234.9935u、$^{141}_{56}\mathrm{Ba}$ が 140.8837u、$^{92}_{36}\mathrm{Kr}$ が 91.9064u、$^{1}_{0}\mathrm{n}$ が 1.0087u である。また、$1\mathrm{u} = 1.66 \times 10^{-27}\mathrm{kg}$、真空中の光の速さを $c = 3.00 \times 10^{8}\mathrm{m/s}$ 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 $^{131}_{53}\mathrm{I}$、セシウム $^{137}_{55}\mathrm{Cs}$、ストロンチウム $^{90}_{38}\mathrm{Sr}$ 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
$^{131}_{53}\mathrm{I}$	8.0 日
$^{137}_{55}\mathrm{Cs}$	2.1 年
$^{90}_{38}\mathrm{Sr}$	29 年

（1）5.0g のセシウム $^{137}_{55}\mathrm{Cs}$ 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 $^{131}_{53}\mathrm{I}$ とストロンチウム $^{90}_{38}\mathrm{Sr}$ 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。

2025 kyosai-guild.jp

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。

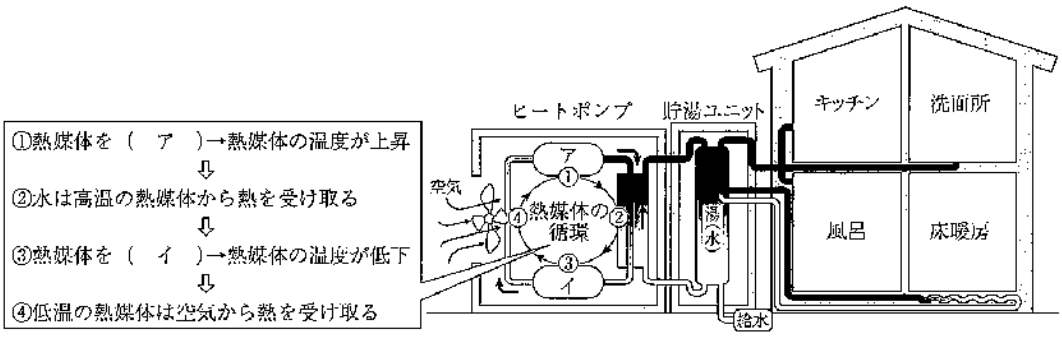


図2

（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、気体がする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。

2025 kyosai-guild.jp

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の組合せを、A～Dから一つ選び、記号で答えよ。

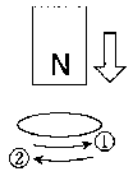


図3

	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

問2　図4のように、磁束密度が水平方向右向きに 3.0×10^{-2} 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。

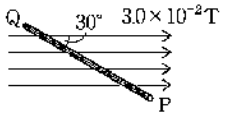


図4

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。

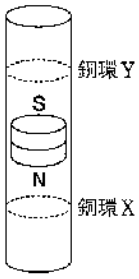


図5

（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。

（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。

2025 kyosai-guild.jp

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に、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。

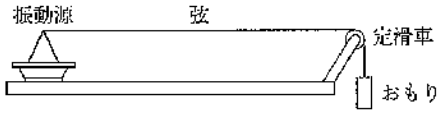


図6

（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。

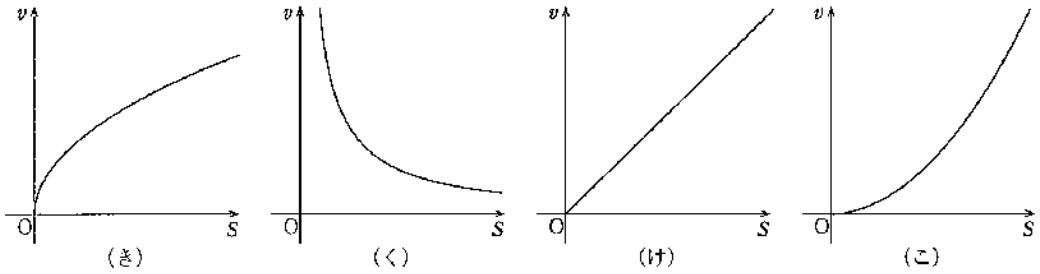
（2）振動源と定滑車の間の糸の長さが1.0m、振動数が60Hzのときに2倍振動が生じた。定在波の波長と波の伝わる速さをそれぞれ求めよ。

（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＞



（き）　（く）　（け）　（こ）

A　（あ）―（け）　B　（い）―（き）　C　（い）―（こ）　D　（う）―（き）

E　（う）―（こ）　F　（え）―（く）　G　（お）―（く）　H　（か）―（く）

2025 kyosai-guild.jp

（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間の長さと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。

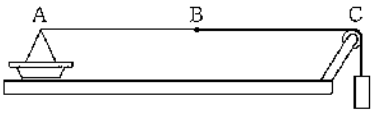


図7

2025 kyosai-guild.jp

第5問題　単振り子の長さと周期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。

〔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。

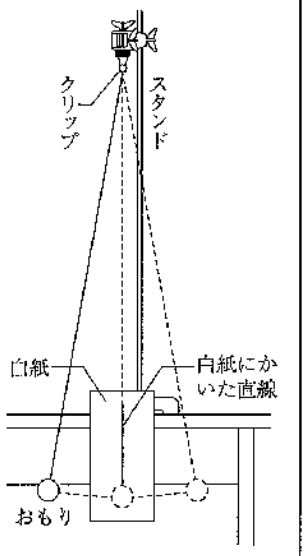


図8

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/s^2]、円周率を π としたときに、$T = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}}$ 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もよい。

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のようになった。このおもりの直径はいくらか、答えよ。

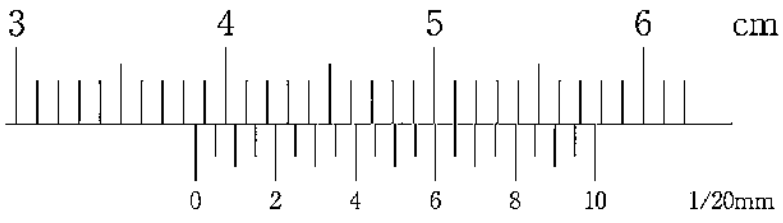


図9

2025 kyosai-guild.jp

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

角		正弦
度	rad	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

2025 kyosai-guild.jp

令和６年度　解 答 例

理科(物理)

第１問題

問1	C （3点）	
問2	D （3点）	
問3	α崩壊：　6　[回]（3点）	β崩壊：　4　[回]（3点）
問4	質量欠損は、$(234.9935 + 1.0087) - (140.8837 + 91.9064 + 3 \times 1.0087) = 0.1860$ [u] よって、求めるエネルギーは、$0.1850 \times (1.66 \times 10^{-27}) \times (3.00 \times 10^{8})^2 = 2.78 \times 10^{-11}$ [J] （4点）	

問5

(1)

12.6 ÷ 2.1 ＝ 6 より、半減期の６倍の時間が経過している。

したがって、残っている $^{134}_{55}Cs$ は、$\left(\frac{1}{2}\right)^{6} \times 100 = 1.5625 \fallingdotseq 1.6$ [%]

（4点）

(2)

ヨウ素 $^{131}_{53}I$ は半減期が８日と短く、短時間で多くの放射線を放出するまた、体内に取り込まれると甲状腺ガンを誘発するため、大量に摂取すると甲状腺ガンをリスクがある。一方、$^{90}_{38}Sr$ は半減期が29年と長いため、いつまでも土壌表面に留まる傾向があり、放射線を出し続けるのため、長期間にわたって環境や人体に影響を及ぼす可能性がある。

（164字）（4点）

2025 kyosai-guild.jp

令和６年度　解答例

理科(物理)

第２問題

問１　B　（３点）

問２

$pV=\frac{Nm\overline{v^2}}{3}$ と、気体の状態方程式 $pV=nRT$ を比較すると、$\frac{Nm\overline{v^2}}{3}=nRT$

一方、単原子分子理想気体の内部エネルギーは、１分子あたり $\frac{1}{2}m\overline{v^2}$ であり、

N 個の分子ではその N 倍になるから、求める内部エネルギーは、

$N\times\frac{1}{2}m\overline{v^2}=\frac{3}{2}\times\frac{Nm\overline{v^2}}{3}=\frac{3}{2}nRT$

（４点）

問３

（１）　B　（３点）

（２）　気体がする仕事：　－　（３点）　温度変化：　＋　（３点）

（３）

一連の過程で、温度変化 $\Delta T=0$ より $\Delta U=0$ である。

熱力学第一法則 $Q=\Delta U+W$ より $Q_{in}-Q_{out}=W$ である。

（４点）

2025 kyosai-guild.jp

第３問題

問１　A　（３点）

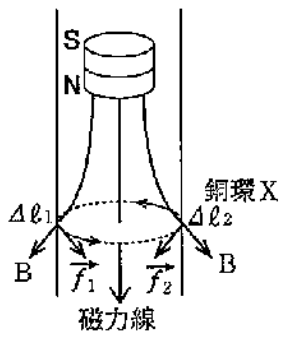
問２　向き：　鉛直に下向き　（２点）　大きさ：　6.0×10^{-4}　[N]　（２点）

問３

（１）

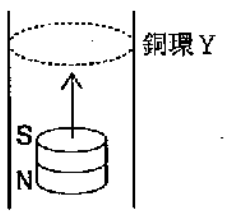
銅環Ｘを流れる誘導電流が受ける力について、銅環の微小部分$\Delta \ell$を流れる電流が受ける力の合力$\vec{F}$と考えることができる。

微小部分$\Delta \ell_1$、$\Delta \ell_2$が受ける力$\vec{f_1}$、$\vec{f_2}$はフレミングの左手の法則より、図の向きとなる。よって、合力$\vec{F}$の向きは、$\vec{F}=\vec{f_1}+\vec{f_2}+\cdots$より、下向き



（４点）

（２）



（３点）

（３）

同じ内径で同じ長さの銅製パイプと不導体のパイプ、同じ大きさのネオジム磁石と非磁石の物体を用意して、落下時間を比較する。

（４点）

2025 kyosai-guild.jp

第４問題

問１

（１）　弦のある点で振動が発生すると、波は両端に向けて進んでいき、端で反射する。この反射波同士が、波の重ね合わせの原理によって重なると、合成波が生じる。端で反射する際には固定端反射となるから、弦の両端が節となるような条件が満たされる場合に、弦に定在波が生じる。　（３点）

（２）　波長：　1.0　[m]（３点）　速さ：　60　[m/s]（３点）

（３）　B　（３点）

（４）　B　（３点）

問２

弦ＡＢ、ＢＣの長さをℓ、弦ＡＢ、ＢＣを伝わる波の速さをv、v'、おもりの質量をm、重力加速度をg、弦の振動数をf、弦ＡＢ、ＢＣの線密度をρ、ρ'とする。

$v=\sqrt{\frac{mg}{\rho}}$、$v'=\sqrt{\frac{mg}{\rho'}}$

fは弦ＡＢも弦ＢＣも同じとなるから、弦ＡＢ、弦ＢＣに生じる定在波の波長λ、λ'は、

$\lambda=\frac{v}{f}=\frac{1}{f}\sqrt{\frac{mg}{\rho}}$、$\lambda'=\frac{v'}{f}=\frac{1}{f}\sqrt{\frac{mg}{\rho'}}$　となる。

よって、題意より、

弦ＡＢは基本振動、弦ＢＣは２倍振動となり、$\lambda'=\frac{1}{2}\lambda$　となる。

$\lambda'=\frac{1}{f}\sqrt{\frac{mg}{\rho'}}=\frac{1}{2}\lambda=\frac{1}{2f}\sqrt{\frac{mg}{\rho}}$

$\sqrt{\frac{\rho}{\rho'}}=\frac{1}{2}$

$\rho'=4\rho$　　∴　４倍

（４点）

2025 kyosai-guild.jp

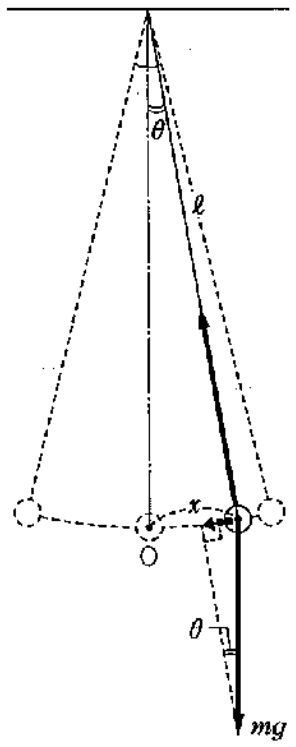
令和６年度　解 答 例

理科(物理)

第５問題

問１

おもりの質量を m とし、重力を右図のように、
糸に沿う方向と糸に垂直な方向に分解すると、
糸に垂直な方向の分力の大きさは、
$mg\sin\theta$
糸に垂直な方向（すなわち、単振り子の軌跡の方向）の運動方程式は、加速度を a、右向きを正として、
$ma = -mg\sin\theta$
ここで、単振り子の最下点からおもりの位置までの軌跡（弧）の長さを x とおくと、
$x = \ell\theta$
一方、$x = \theta$ が微小なとき、$\sin\theta \fallingdotseq \theta$ と近似できることから、
$\sin\theta \fallingdotseq \dfrac{x}{\ell}$
θ が微小であれば、振り子の軌跡は直線とみなせる。
これより、運動方程式は、
$ma = -\dfrac{mg}{\ell}x$　したがって、$a = -\dfrac{g}{\ell}x$
一方、単振動すると考える場合、角振動数を ω とすると、
$a = -\omega^2 x$ より、$\omega = \sqrt{\dfrac{g}{\ell}}$
$\therefore\quad T = \dfrac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}}$

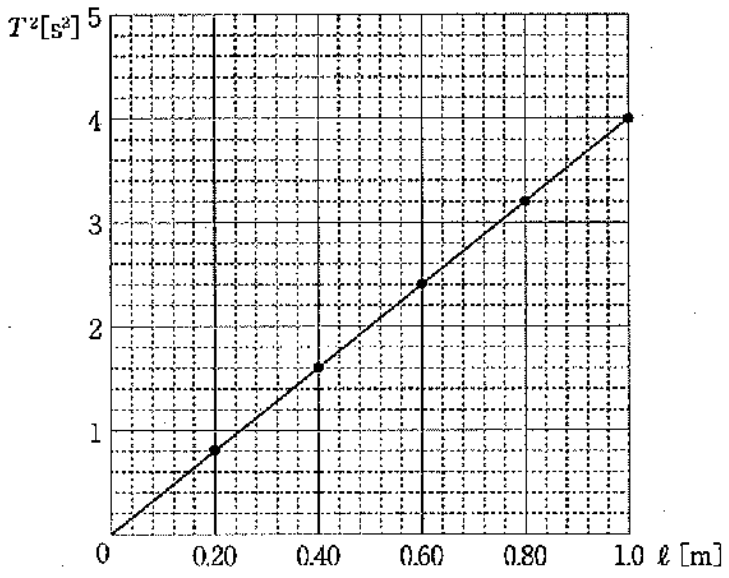


（４点）

問２　3.865　[cm]　（４点）

問３　C　（３点）

問４



（４点）

問５

本来は糸の長さをℓとすべきところを、この班では糸の長さだけをℓと考えていたことが原因と考えられる。

（62字）（４点）

2025 kyosai-guild.jp